A UNIDADE METAVULCÂNICA DO GRUPO NOVA LIMA NO CÓRREGO DOS BOIADEIROS: UMA SEQUÊNCIA ULTRA MÁFICA-MÁFICA KOMATIÍTICA NA BASE DO SUPERGRUPO RIO DAS VELHAS, NA ÁREA CENTRAL DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO — MINAS GERAIS

ATAHUALPA VALENÇA PADILHA*, JAIR CARVALHO DA SILVA JR.** e,
SEBASTIÃO DOMINGOS DE OLIVEIRA*

ABSTRACT The Rio das Velhas Supergroup has been subdivided by Ladeira (1980) into three unnamed units, comprising a basal metavolcanic succession followed by chemical sediments overlain by a clastic unit. The lithologies described in this work belong to the mentioned metavolcanic unit, although they can be spatially, geochemically and petrologically described as follows: serpentized ultramafic rocks (meta-komatiites), actinolite-tremolite schists, chlorite schists (meta-basalts). Geochemically these metavolcanics represent a komatiitic sequence exhibiting relict structures and textures (e.g. spinifex and cumulate textures and columnar jointing).

INTRODUÇÃO O Supergrupo Rio das Velhas (Série Rio das Velhas, de Dorr *et al.* 1957, Loczy & Ladeira 1976) é composto por uma sequência plútono-vulcano-sedimentar, que sofreu metamorfismo, segundo a classificação de Winkler (1974), de grau baixo, fácies xisto verde (zona epidoto-albita-actinolita-clorita, nas metamáficas, e zona antigorita-talco-tremolita-magnesita, nas meta-ultramáficas), exceto numa estreita faixa que contorna o Complexo do Bação, onde o grau metamórfico atinge a transição para o grau médio.

Define-se, de modo preliminar, uma unidade ultramáfica, ocorrente na vertente oeste do vale do Rio das Velhas (Fig. 1), possivelmente em posição basal no Supergrupo Rio das Velhas. Esta unidade é considerada parcialmente equivalente à "Unidade Metavulcânica" de Ladeira (1980), constituída por litótipos vulcano-sedimentares, predominantemente extrusiva. Por outro lado, foram encontrados critérios inequívocos de definição de topo e base, condição básica para sua classificação litoestratigráfica. Um trabalho de detalhe, utilizando os derrames com almofadas, os níveis com *spinifex*, os topos com juntas de resfriamento e os derrames estratificados, pode levar a que se estabeleça, com segurança, a sequência estratigráfica desta unidade. Não foram encontradas as rochas metavulcânicas ácidas e metasedimentares mencionadas por aquele autor.

O SUPERGRUPO RIO DAS VELHAS Na área do Córrego dos Boiadeiros, investigada pelos autores, as rochas do Supergrupo Rio das Velhas compõem duas das sequências que formam, normalmente, os cinturões de rochas verdes: sequência ultramáfica-máfica inferior (a *Sequência do Córrego dos Boiadeiros*) e a sequência plútono-vulcano-sedimentar, média, representada pelos demais tipos litológicos do *Grupo Nova Lima*. A unidade superior deste Supergru-

po, o Grupo Maquiné, essencialmente metassedimentar e regressivo, não ocorre nesta área (Quadro 1).

O Grupo Maquiné, unidade superior do Supergrupo Rio das Velhas, é uma unidade essencialmente metassedimentar, regressiva, composta por metapelitos na base, que gradam, no sentido do topo, para quartzitos, cloritóide quartzitos e metaconglomerados polimíticos, com contribuição de material tufáceo, subordinadamente.

O Grupo Nova Lima é composto por rochas metavulcânicas ultramáficas, máficas e félsicas, metatufos, metagrauvacas e metapelitos, camadas e lentes de formações ferríferas, quartzitos e rochas sílico-carbonáticas. As rochas de origem magmáticas parecem predominar na base desta sequência, enquanto que as metassedimentares parecem predominar no topo.

A SEQUÊNCIA DO CÓRREGO DOS BOIADEIROS A Sequência do Córrego dos Boiadeiros, metamórfica, é a unidade inferior do Grupo Nova Lima (Supergrupo Rio das Velhas), aflorante na região central do Quadrilátero Ferrífero, sendo composta por litótipos ultramáficos-máficos, com evidente filiação komatiítica.

Estas rochas foram objeto de estudos de algum detalhe, efetuados por Gair (1962), e Pomeroy (1964). Estes autores, bem como Dorr (1969) e Herz (1970, 1978), consideraram essas rochas como intrusivas nas rochas do Grupo Nova Lima, sob forma de soleiras e diques.

As rochas identificadas, até o presente nível de conhecimento, são magmatitos do clã do gabro e do clã do peridotito, aparentemente com predominância dos tipos extrusivos sobre os demais (Fig. 2), com característica filiação a um magma komatiítico.

O metamorfismo e o tectonismo atuantes modificaram profundamente a mineralogia e a textura de grande parte

* Diretoria de Geologia, Instituto de Geociências Aplicadas, Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. Rua Itambé, nº 49, CEP 30.000; Belo Horizonte, MG, Brasil.

** Extramil - Extração e Tratamento de Minérios Ltda. Rua Araguari, nº 1.685, 6º andar, CEP 30.000; Belo Horizonte, MG, Brasil.

Figura 1 – Localização da Formação Córrego dos Boiazeiros

dessas rochas. As estruturas magmáticas extrusivas primárias também foram profundamente mascaradas.

No entanto, alguns níveis de derrames preservaram estruturas e texturas reliquias (apesar da transformação metamórfica de sua mineralogia primária), que permitiram caracterizar derrames bem estruturados de lavas ultramáficas e máficas (Pranchas 1 e 2).

Os metakomatiitos estão totalmente transformados em serpentinitos e menos comumente em esteatitos. Os serpentinitos frescos são verdes-escuros, verdes-cinza ou verdes-esmeralda, enquanto os esteatitos são verdes-pálidos e cinza esverdeados. O intemperismo produz cores que variam do verde-claro e marrom avermelhado até marrom-escuro e castanho. O solo resultante é castanho. A rocha é maciça ou fibrosa e, em alguns afloramentos, apresenta texturas e estruturas correntes em komatiitos (Prancha 1 – Fotos 1 a 5).

Os metabasaltos komatiíticos com teores mais altos de MgO (13-18%) normalmente estão transformados em tremolitos e são rochas maciças ou foliadas, de cores verde e verde-pistache, em amostras frescas. Intemperizam-se para

um material finamente granulado e friável, que se separa naturalmente em finas lâminas, ou então aparentemente compacto, separando-se apenas quando percutido pelo martelo. Apresentam cores variadas, desde verde-pálido pintalgado de branco e rosa, passando a amarelo esverdeado pintalgado de branco e ocre, e, finalmente, rosa-escuro e vinho, pintalgado ou não de branco, com o aumento do intemperismo.

Próxima à área-tipo definida para a Sequência do Córrego dos Boiadeiros ocorre uma faixa de metabasalto, com estruturas em almofadas, (Prancha 2 – Foto 10) *micro-spinifex* (Prancha 2 – Foto 11) e uma rocha da qual só se conhecem afloramentos intemperizados, formada por uma matriz fina a média, mais ou menos foliada, de meta grauvaça lítica com fragmentos angulosos do metabasalto (Prancha 2 – Foto 12) (brecha vulcânica? tufo lapilítico?). Os metabasaltos, quando frescos, apresentam granulação finíssima. Sua composição química aponta para uma filiação komatiítica, porém com características texturais e estruturais específicas e um posicionamento entre litótipos do Grupo

Quadro 1 – Sugestão de Coluna Litoestratigráfica para o Grupo Nova Lima no Quadrilátero Ferrífero (Modificado de Dorr 1969, Ladeira 1980)

IDADE	SUPERGRUPO	GRUPO	FORMAÇÃO OU UNIDADE	LITOLOGIA	ESPESSURA MÁXIMA (m)	
ARQUEANO	RIO DAS VELHAS	MAQUINÉ	Casa Forte	Protoquartzito, "grit", conglomerado, com filito e subgrauvaca subordinados	> 400	
			Palmital	Filito, quartzito, protoquartzito, metagrauvaca, metaconglomerado basal subordinado	1 400	
					DISCORDÂNCIA EROSIVA LOCAL E POSSIVELMENTE ANGULAR	
		NOVA LIMA	Unidade Clástica	Metagrauvacas, xisto carbonático, quartzito maduro, quartzito xisto, metaconglomerado		800
			Unidade Metassedimentar-Química	Lapa Seca	Quartzito-ankerita xisto, lentes de metaconglomerado intraformacional carbonático e "chertoso", filito	150
				Raposos	Formação ferrífera bandada tipo "Algoma", xisto tufáceo, xisto grafitoso	500
			Unidade Metavulcânica Superior	Xisto verde (metabasaltos espilíticos principalmente de caráter toleítico), xisto tufáceo, meta-andesito, meta-ácidas		~ 2 000
			Córrego dos Boiadeiros	Serpentiníto, esteatito, tremolita-antigorita xisto (metakomatiíto), talco xisto, actinolita-clorita xisto, actinolititos (metabasaltos komatiíticos), metatufos, metatufos lapilíticos, metabrechas		> 2 000

PRANCHA 1: Foto 1 - Provável topo de derrame de meta-komatiito, com "spinifex" nos núcleos mais claros; Foto 2 - Meta-komatiito com possíveis "spinifex" decimétricos; Foto 3 - Meta-komatiito "encaroçado" (cumulado); Foto 4 - Possível derrame com lava em almofadas em meta-komatiitos; Foto 5 - Estruturas orbiculoidais em meta-komatiito, no leito do Córrego dos Boiadeiros.

PRANCHA 2: Fotos 6 e 7 - Amostra polida de mão, mostrando a textura "spinifex" em meta-komatiitos; Foto 8 - Lâmina delgada (nicóis cruzados): cristais aciculares esqueléticos (tremolita pseudomorfa, provavelmente de piroxênio) em derrame de meta-komatiito; Foto 9 - Lâmina delgada (nicóis paralelos): prováveis pseudomorfos de olivina imersos em matriz fina, constituída de antigorita, talco e clorita, em meta-komatiito; Foto 10 - Lavas em almofadas em afloramento intemperizado de meta-basalto komatiítico; Foto 11 - Lâmina delgada (nicóis cruzados): textura "spinifex" (micro) em meta-basalto komatiítico. As ripas são de actinolita, pseudomorfa provável de piroxênio; Foto 12 - Prováveis tufos lapilíticos intemperizados.

Nova Lima, sem nenhuma associação evidente com meta-ultrabásicas. Como uma primeira aproximação, associam-se estas metabásicas ao topo da Sequência do Córrego dos Boiadeiros, que não foi bem definida na área-tipo devido ao fato de estarem aí muito intemperizadas, apesar de que, na estrada para a Usina Hidrelétrica do Rio do Peixe, ocorre uma rocha semelhante parcialmente intemperizada.

O contato destas rochas do Córrego dos Boiadeiros com aquelas sobrejacentes, também pertencentes ao Grupo Nova Lima, foi observado nas estradas que dão acesso ao que seriam as cabeceiras de um túnel na Ferrovia do Aço. Aparentemente são concordantes, mas, o intenso dobramento isoclinal que as afetou provoca uma interdigitação tectônica no contato, com transposição, fato que não permite uma definição do seu tipo.

Petrologia A classificação petrográfica desta sequência rochosa foi implementada pela análise de amostras representativas dos vários níveis encontrados.

Infelizmente, as condições de afloramento das rochas na área do Córrego dos Boiadeiros não permitiram, até o momento, obter-se um perfil, em superfície, completo e contínuo dos derrames. Deste modo, as descrições e considerações elaboradas a seguir baseiam-se em amostras derivadas de três locais distintos, a leste e noroeste do corpo onde se teve acesso a testemunhos de sondagem.

Com base nas associações minerais, postula-se que o processo metamórfico que atingiu estas rochas foi de baixo grau e pressão média (zona do epidoto-albita-actinolita-clorita), que, na maior parte do conjunto lítico, obliterou as texturas e estruturas ígneas originais. No entanto, em alguns locais, foram preservadas texturas e estruturas extrusivas características, permitindo distinguir representantes dos vários níveis que compõem um derrame de lavas komatiíticas, conforme Arndt *et al.* (1977).

Não se deve afastar a possibilidade da existência de soleiras de rochas ultramáficas e máficas nesta sequência, porém não foi possível, ainda, identificá-las.

METAKOMATIITOS A maior parte deste litótipo foi identificada ao longo do vale do Córrego dos Boiadeiros.

Ao nível atual dos estudos sobre esta unidade, não foram identificados, ainda, os derrames individuais. No entanto, foram identificados, em áreas restritas e em muitos pontos da sequência, vários dos níveis que compõem um derrame típico.

Numa região onde a estruturação tectônica é conformada por dobramentos apertados, com planos axiais empinados, de direções gerais aproximadamente norte-sul, e por um redobramento mais amplo NW-SE (que apenas crenula planos pré-existent), só se poderá definir derrames individuais após um trabalho muito mais detalhado.

Nos metakomatiitos puderam ser identificadas as texturas:

- cumulada reliquiar (níveis B₂-B₄); (Prancha 1 – Foto 3; Prancha 2 – Foto 9);
- fluxo-reliquiar (nível B₁); (Prancha 1 – Foto 2);
- “encarçada” (nível B₃) (?); (Prancha 1 – Foto 3);
- *spinifex* (nível A₂); (Prancha 1 – Foto 2; Prancha 2 – Fotos 6, 7, 8);
- topo resfriado e fraturado (nível A₁). (Prancha 1 – Foto 1).

A identificação destas texturas, porém, não foi feita em

um mesmo afloramento. Assim, fica prejudicada a definição sobre qual dos tipos de derrames definidos por Arndt *et al.* (1977, p. 238) predomina. No entanto, a área com afloramentos de metakomatiitos com texturas cumuladas e com um fraturamento que lembra juntas poliédricas é maior que aquela onde afloram tais rochas com as demais texturas.

As rochas com texturas cumuladas mostram cristais provavelmente pseudomorfos de olivina e/ou piroxênio idiomórficos completamente serpentinizados, imersos em uma matriz em geral muito fina de serpentina (antigorita). Esta matriz pode representar a matriz vítrea original. O metamorfismo provocou a completa serpentinação da olivina e do piroxênio, bem como a anfibolitização do piroxênio. As paragêneses identificadas foram: *antigorita + magnetita*; *antigorita + tremolita*; *antigorita + actinolita + clorita*; *antigorita + piroxênio + hornblenda + actinolita*. Em alguns locais houve a constatação da talcificação dos komatiitos, com o aparecimento das paragêneses: *piroxênio + talco + tremolita* e *talco + tremolita + antigorita*.

A textura reliquiar de fluxo (nível B₁) é tipicamente conformada por cristais ripiformes e esqueletiformes de prováveis pseudomorfos de olivina, alongados segundo a direção do plano de fluxo, metamorfoseados totalmente em serpentina (antigorita), magnesita e magnetita. Em certos locais há formação de verdadeiro bandamento composicional metamórfico, com a magnesita e a magnetita segregadas em bandas distintas. As paragêneses identificadas são *antigorita* e *antigorita + magnesita + magnetita*, sendo que esta última implica na presença considerável de Pco₂ durante o processo metamórfico.

O komatiito “encarçado”, representante do nível B₃, foi encontrado, até o momento, em apenas um local — próximo à oficina da Extra mil, local este, onde se encontrou a sequência mais completa de derrame komatiítico estruturado com *spinifex*.

O nível A₂ é representado por amostras colhidas em vários pontos desta unidade, que apresentam feixes de ripas de prováveis pseudomorfos de olivina e piroxênio (*spinifex*), de dimensões milimétricas até 8 cm. Estes minerais estão completamente serpentinizados, anfibolitizados e cloritizados. As paragêneses metamórficas encontradas foram: *tremolita + antigorita + magnetita* e *tremolita + antigorita + clorita*.

A Foto 1 mostra o que, provavelmente, seria o tipo de um derrame, vendo-se aí abundantes juntas poliédricas. Nesta rocha ocorrem micro-*spinifex* dispersos em meio à massa criptocristalina.

METABASALTOS KOMATIÍTICOS Os afloramentos destas rochas foram localizados principalmente na encosta leste do divisor de águas Córrego dos Boiadeiros/Córrego Mostarda. Boas exposições são apresentadas nos cortes que dariam acesso ao emboque sul de um túnel da Ferrovia do Aço, nas cabeceiras do Córrego Mostarda.

Nas estradas de acesso aos cortes acima referidos, foram encontradas estruturas que podem ser relacionadas com lavas em almofadas (Prancha 2 – Foto 10).

Neste agrupamento de rochas foram reconhecidos dois tipos litológicos, diferenciados pela granulção e pela composição mineralógica (variação da relação piroxênio/plagioclásio). O plagioclásio está saussuritizado, e o piroxênio totalmente transformado em actinolita. Amostras de ambos os tipos foram coletadas em um mesmo local, daí a sugges-

Tabela 1 - Composição Química dos Elementos Maiores de Amostras de Rocha da Formação Córrego dos Boiadeiros (%)

Amostras Óxidos	* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG		* SSG	
--------------------	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--

* Amostras do Córrego Quebra Ossos / Mun. Santa Bárbara

SSG - Sub-setor de Geoquímica

EXT - Análises da Extremidade

(P) - Peridotitos

(B) - Gabro Basaltos

(D) - Dicionários

tão de se tratar de partes diferenciadas, pela taxa de resfriamento de um mesmo corpo de rochas consangüíneas.

O tipo mais fino chega a ser criptocristalino, possuindo teor de plagioclásio maior. A textura é granonematoblástica muito fina, localmente *spinifex* reliquiar formada às custas de pseudomorfos hipiformes de piroxênio (actinolita), derivada possivelmente da devitrificação do topo de um derrame basalto-komatiítico. A amostra macroscópica mostra um reticulado mais esbranquiçado que o verde-pistache e o verde-pálido, típicos desta rocha.

Os tipos mais grossos mostram maior percentagem de actinolita (que substitui o piroxênio). A textura é de *spinifex* reliquiar, formada às custas de pseudomorfos ripiformes de piroxênio (actinolita) — (Plancha 2 — Foto 11). Os cristais maiores são envolvidos por uma matriz intersticial mais fina. Sua coloração, quando fresca, é caracteristicamente verde-pistache.

As rochas, quando intemperizadas, resultam em material finamente granulado, compacto, variegado ou pintalgado de branco e rosa, ou de branco e amarelo amarronzado, o que as diferencia das demais rochas da seqüência komatiítica do Córrego dos Boiadeiros. Esses produtos podem ser duros ou friáveis e apresentam pouco quartzo livre no solo que os recobre.

Recobrando um desses derrames encontrou-se uma rocha com aspecto de um conglomerado, na qual a matriz e os fragmentos (sempre angulosos) aparentemente coalescem e derivam do mesmo material original — os metabasaltos komatiíticos. Possivelmente, trata-se de uma camada de tufos lapilíticos (Plancha 2 — Foto 12).

METAMORFISMO As rochas do Córrego dos Boiadeiros contêm minerais e associações minerais típicas de metamorfismo de grau baixo.

As rochas metamáficas apresentam paragéneses típicas que define a fácies xisto verde e a zona metamórfica *epidoto-actinolita-clorita-quartzo*.

As meta-ultrabásicas produziram associações minerais paragenéticas também compatíveis com o grau metamórfico baixo, como as seguintes:

- 1 — talco + tremolita + antigorita;
- 2 — talco + antigorita + Mg-clorita;
- 3 — antigorita + magnetita + magnesita;
- 4 — antigorita + magnesita + clorita;
- 5 — antigorita + tremolita + Mg-clorita;
- 6 — tremolita + antigorita + magnetita.

Estas paragéneses definem uma zona metamórfica antigorita-talco-tremolita-magnesita, com quantidades variáveis de clorita magnesiânica, magnetita e, em menor grau, piroxênio (diopsídio?).

Se estas rochas foram metamorizadas apenas no grau baixo, ou se sofreram mais de um processo metamórfico, é uma questão aberta.

PETROQUÍMICA A Tab. 1 contém os resultados das análises de 28 amostras das rochas da Seqüência do Córrego dos Boiadeiros. As análises foram realizadas pelo Laboratório de Análise Mineral do Instituto de Geociências Aplicadas (Belo Horizonte — MG).

A maior parte dos metakomatiitos analisados corresponde ao tipo "C", de Arndt *et al.* (1977). Estas rochas têm nítida composição ultrabásica, com altos teores de MgO (MgO

> 30%) e baixos teores de CaO, Al_2O_3 , TiO_2 , Na_2O e K_2O .

Os metakomatiitos menos magnesianos, os quais incluem as rochas com textura *spinifex*, têm teores de MgO variando de 20 a 30%. Estes komatiitos são considerados como derrames e são também caracteristicamente ultrabásicos.

Os metabasaltos komatiíticos apresentam composição básica, com teores de MgO, NiO e Cr_2O_3 mais baixos e teores de CaO, Al_2O_3 , SiO_2 e TiO_2 relativamente mais altos.

A variação química principal destas rochas está bem demonstrada no diagrama triangular MgO-CaO- Al_2O_3 da Fig. 3, o mesmo tipo usado por Viljoen & Viljoen (1969) e

Figura 3 — Diagrama MgO-CaO- Al_2O_3

Nesbitt (1971). No entanto, há uma diferença fundamental entre as curvas de tendência dos komatiitos da África do Sul, do Canadá e do Quadrilátero Ferrífero, perfeitamente visível neste diagrama (Fig. 4). Esta diferença é explicada pela variação da relação CaO/Al_2O_3 , a qual é maior que 1 na África do Sul (Barbeton), ~ 0,9 no Canadá (Abitibi) e ~ 0,47 no Quadrilátero Ferrífero, o que pode ser devido, em primeira aproximação, ou ao enriquecimento metassomático em Al_2O_3 ou ao empobrecimento em Ca^{2+} , mais

Figura 4 — Diagrama MgO-CaO- Al_2O_3 , mostrando as tendências aparentes dos Komatiitos

móvel que Al^{3+} , no ambiente termotectônico em que se processou a metamorfismo da sequência vulcânica komatiítica original. O mesmo fenômeno foi constatado em outra província brasileira, Crixás, portadora de rochas semelhantes (Montalvão *et al.* 1981). Cabe pesquisar mais profundamente suas causas.

O diagrama da Figura 5 mostra a dispersão dos pontos analíticos dos metakomatiitos do Córrego dos Boiadeiros, em relação a um limite traçado sobre o gráfico da Figura 27 de Arndt *et al.* (1977, p. 359), que separa os pontos analíticos de um derrame komatiítico de um derrame toleítico. Outros limites traçados nas figs. 7, 8 e 9 referem-se a procedimentos semelhantes efetuados sobre as figs. 24, 25 e 26 do mesmo trabalho, respectivamente. Como se pode observar, os pontos analíticos das rochas do Córrego dos Boiadeiros posicionados nestes diagramas confirmam consistentemente seu caráter komatiítico.

Figura 5 – Diagrama $CaO \times Al_2O_3$ (mesma legenda da fig. 3)

(*ferro total em forma de Fe_2O_3)

Figura 6 – Diagrama $Al_2O_3-Fe_2O_3^*/Fe_2O_3^* + MgO$ (mesma legenda das figs. 3 e 5).

CONCLUSÕES Reconhece-se uma unidade na base do Supergrupo Rio das Velhas, de caráter ultramáfico-máfico

Figura 7 – Diagrama $TiO_2 \times SiO_2$ (mesma legenda das figs. 3 e 5)

Figura 8 – Diagrama $TiO_2 \times MgO$ (mesma legenda das figs. 3 e 5)

komatiítico. Esta unidade é idêntica à Unidade Metavulcânica basal do Grupo Nova Lima, conforme a definição de Ladeira (1980), com exceção das associações félsicas, que não foram encontradas em nenhum ponto da área estudada.

Considera-se possível individualizar esta unidade, no âmbito do Grupo Nova Lima, já que é composta de tipos petrológicos perfeitamente diferenciados e mapeáveis na escala 1:25 000, que mantêm a mesma ambiência de formação e que pertencem à mesma série magmática, definindo, assim, uma unidade litoestratigráfica de categoria equivalen-

te a "formação", que se resolveu denominar *Formação Córrego dos Boiadeiros*.

Acredita-se que sua posição espacial pode ser homotaxial com a do Grupo Quebra-Osso (Schorsch 1978, 1979 e Schorsch *et al.* 1982). Porém, a insuficiência de informações disponíveis, a distância e o fato de estar este grupo associado a uma intensa zona de falhamentos de empurrão,

imbricados, cuja vergência é para oeste (denotando uma posição original mais a leste), autoriza, no momento, apenas uma correlação litológica e geoquímica parcial.

Obviamente, somente após o detalhamento destas duas áreas, Córrego dos Boiadeiros e Córrego Quebra-Osso, será possível estabelecer-se uma nomenclatura litoestratigráfica uniformizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNDT, N.T.; NALDRETT, A.J.; PYKE, D.R. – 1977 – Komatiitic and iron-rich tholeiitic lavas of Munro township, Northeast Ontario. *Jour. Petrol.* 18: 319-369. Part 2.
- DORR II, J.V.N. – 1969 – Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geol. Surv., Prof. Pap.* 641-A: 110p.
- DOOR II, J.V.N.; GAIR, J.E.; POMERENE, J.B.; RYNEARSON, G. A. – 1957 – *Revisão da estratigrafia pré-cambriana do Quadrilátero Ferrífero*, DNPM/DFPM. Rio de Janeiro. 81: 5-31. (Avulso)
- GAIR, J.E. – 1962 – Geology and ore deposits of the Nova Lima and Rio Acima quadrangles, Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 341-A: 65p.
- HERZ, N. – 1970 – Gneissic and igneous rocks of the Quadrilátero Ferrífero. *U.S. Geol. Surv., Prof. Pap.* 641-B: 55p.
- HERZ, N. – 1978 – Metamorphic rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geol. Surv., Prof. Pap.* 641-C: 81p.
- LADEIRA, E.A. – 1980 – *Mettalogenesis of gold at the Morro Velho Mine and in Nova Lima District, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil*. Unpubl. PhD. Thesis, University of Western Ontario, Ontario, Canada, 272p.
- LOCZY, L. & LADEIRA, E.A. – 1976 – *Geologia estrutural e introdução à geotectônica*. São Paulo, Edgar Blücher/CNPq. 628p.
- MONTALVÃO, R.M.G. de; LOPES, L.M.; PEREIRA, L.G. da M. – 1981 – Petrologia dos komatiitos de Crixás-Goiás. *Bol. Inf. Soc. Bras. Geol.*, Núcleo Centro-Oeste, Goiânia. 10: 89-127.
- NESBITT, R.W. – 1971 – Skeletal crystal forms in the ultramafic rocks of the Yilgarn block. Western Australia: evidence for an Archean Ultramafic liquid. *Spec. Publ. Geol. Soc. Austr.*, 3: 331-348.
- POMERENE, J.B. – 1964 – Geology and ore deposits of the Belo Horizonte, Ibirité and Macacos quadrangles, Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geol. Surv.*, 34-D: 84p.
- SCHORSCHER, H.D. – 1978 – komatiitos na estrutura "Greenstone Belt" Série Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. In: CONGR. BRAS. GEOL., 30, Recife, 1978. *Resumos...* Recife, SBG. p. 292-293.
- SCHORSCHER, H.D. – 1979 – Evolução geotectônica e petrogenética do embasamento arqueano do Quadrilátero Ferrífero. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 51: 767-8 (Resumo).
- SCHORSCHER, H.D.; SANTANA, F.C.; POLONIA, J.C.; MOREIRA, J.M.P. – 1982 – Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais State: Rio das Velhas greenstone belt and proterozoic rocks. In: INTERN. SYMP. ARCH. EARLY PROTER. GEOL. EVOL. METALLOG., Salvador, Brasil, 1982. *Excursions annex...* SBG/SME-BA. Salvador. p. 1-25.
- VILJOEN, M.J. & VILJOEN, R.P. – 1969 – The geology and geochemistry of the Onverwacht Group and a proposed new class of igneous rock. Upper Mantle Project. *Spec. Publ. Geol. Soc. S. Afr.*, South Africa, 2: 221-244.

MANUSCRITO

Recebido em 30 de março de 1984

Revisão aceita em 14 de maio de 1985

As condições da natureza estão inscritas numa das tábuas da Lei do Urbanismo contemporâneo, cujos três materiais são: o ar puro, o sol e o verde.

Le Corbuser