

SOBRE A GEOLOGIA ESTRUTURAL DO ANTICLINAL DE MARIANA, REGIÃO SUDESTE DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MINAS GERAIS. - UMA REVISÃO

Hermínio Arias Nalini Júnior *

Carlos Alberto Rosière **

Issamu Endo ***

INTRODUÇÃO

O Anticlinal de Mariana, localizado a sudeste do Quadrilátero Ferrífero (Q.F.), Minas Gerais, apresenta-se como uma região de grande importância devido tanto à sua complexidade estrutural como à ocorrência de mineralizações auríferas (Fig. 1).

Aspectos litológicos da região começaram a ser elucidados a partir do século XIX por Eschwege (1818) (in Guimarães, 1968), sendo que a sua estruturação passou a ser enfatizada por Gorceix (1881).

SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA

Gorceix (1881) propõe o agrupamento dos deslocamentos tectônicos na parte central de Minas Gerais em torno de três direções principais: EW, NW-SE e NE-SW. A primeira destas dominaria a porção central da região posteriormente denominada Quadrilátero Ferrífero por Gonzaga de Campos (1943), enquanto que os arredores de Ouro Preto ofereceriam bom exemplo das outras duas direções de deslocamento. Tal interpretação se baseia nas direções de falhamentos existentes, sendo o vale do ribeirão do Carmo encaixado dentro de uma dessas rupturas características de direção aproximadamente E-W. Discute-se ainda a ausência de "linhas antiformais", pois a deformação seria principalmente de caráter rúptil.

Os deslocamentos tectônicos atuariam sobre as "rochas xistosas e quartzosas" (Gorceix, *op. cit.*), sendo que entre estas últimas destaca-se a presença, na Serra do Itacolomi, de um quartzito estratigraficamente superior a toda a sequência e correlacionável às rochas da Serra da Cachoeira e do Caraça e à maior parte dos terrenos entre Conceição e Diamantina.

Freyberg (1932) sugere para a região de Ouro Preto, Mariana e São Bartolomeu-Mendes a existência de uma estrutura anticlinal, fraturada e bastante erodida.

Oliveira (1933) propõe para a região uma estrutura em domo motivada por um batólito granítico subjacente. Este batólito seria também responsável pelos veios de quartzo auríferos das Serras de Ouro Preto e Antônio Pereira.

Lacourt (1935) discorda de Oliveira (*op. cit.*) devido a não ocorrência de metamorfismo de contato, que seria esperado no caso de intrusão granítica. Este autor propõe ainda que a estruturação em domo da região teria sido originada por dois movimentos superpostos e de idades diferentes. O primeiro, provocando dobramento da "Série de Minas" segundo E-W; enquanto que o segundo, motivado por esforços de direção NE-SW teria dobrado a maior parte da "Série de Minas" juntamente com a "Série Itacolomi", que seriam rotacionadas para a direção E-W. As diferentes competências entre as rochas e as características lenticulares de alguns corpos contribuiriam para a postulação de "rotational stress" como sendo o mecanismo causador do arcabouço estrutural atual.

Lacourt (1938) mostra que o domo de São Bartolomeu-Mendes é uma estrutura anticlinal cujo eixo tem direção aproximada 55°NW e caimento de 10° a 20°SE. Tal estrutura prolonga-se, além de Passagem, para SE com eixo segundo 30°NW e caimento de 15° a 25°SE. Sugere ainda, a íntima relação entre a estrutura e a mineralização aurífera.

Para explicar a dobra com eixo 55°NW e as fraturas mineralizadas em Ouro Preto e São Bartolomeu (25° a 40°NE e 60° a 75°NE) Lacourt (*op. cit.*) utilizou a hipótese da atuação de uma força normal ao eixo da dobra e de um esforço rotacional de direção 60° a 75°NE. Ambas agiriam em planos próximos à horizontal.

Barbosa (1949) propõe que a estrutura do Supergrupo Minas na região consiste de um anticlinal de grande abertura, com dobras parasíticas de caimento variável segundo o mergulho dos flancos, sendo que em Passagem a mineralização seria condicionada por estas "minor folds".

Barbosa (*op. cit.*) discordou de Lacourt (1938) quanto a orientação dos esforços responsáveis pela estruturação da região de Mariana. Ele admite esforços vindo de E, baseando-se na observação de dobras de arrasto, dobras isoclinais e a presença de falhamentos inversos no lado oriental do Q.F..

Segundo Brajnikov (1949), a tectônica da Serra do Espinhaço, incluindo a região de Ouro Preto, é determinada por deformações de um embasamento rígido, que respondeu a esforços deformantes quebrando-se em blocos. A cobertura (filitos e quartzitos) comportar-se-ia de maneira passiva, arrastada pelo jogo dos blocos isolados do embasamento, num movimento mais ou menos ordenado. A deformação da cobertura seria, então, caracterizada por uma desarmonia estrutural com a geração de deslocamentos generalizados.

O autor distingue ainda duas séries de feições topográficas relacionadas a megafeições estruturais: aquelas de orientação E-W (Ex.: ribeirão Maynard, ribeirão Ouro Branco) e aquelas de orientação sub-meridiana (Ex.: Camargos, Sumidouro, Santa Bárbara, etc.).

Dessa forma, sugere para a região de Ouro Preto uma deformação de corpo rígido devido a atuação de um binário de forças; onde o sistema de falhas e cavalgamentos representariam então planos de ruptura por cisalhamento.

Rolf (1949) identifica estruturas regionais formando três lineamentos na região de Ouro Preto, Mariana e São Bartolomeu que constituem as Serras de Ouro Preto, Ouro Branco e Antônio Pereira. Tal estrutura resultaria de um dobramento "gêmeo" completo (sinclinal Dom Bosco e anticlinal de Mariana). A convergência dos flancos complica a estrutura sugerindo que há mergulho do eixo dos dobramentos para sul. Sugere ainda uma rotação em torno da direção de mergulho das camadas competentes na Serra de Ouro Preto e Mina da Passagem, gerando dobras parasíticas nos flancos da estrutura anticlinal.

Gair (1962) propõe que o anticlinal de São Bartolomeu-Mariana constitui a extensão sudeste do Arqueamento Rio das Velhas.

Barbosa (1968) descreve as grandes estruturas, identificando o que chamou de "falhas de aleitamento" e dobras associadas que teriam se originado por esforços vindo de E ou SE, atuando inicialmente sobre uma cobertura homogênea que a seguir foi deformada pela elevação diapírica dos domos graníticos.

Dorr (1969) sugere que o anticlinal de Mariana é formado pela extensão sudeste das rochas graníticas pré-Minas do

*Mestrando em Geologia do IGC/UFMG

**IGC/UFMG

***DEGEO-EMOP/UFOP

Complexo Bação, que devido a constituírem um alto estrutural condicionariam a morfologia da estrutura em domo.

Fleischer & Routhier (1973) sugerem duas fases de dobramento intenso e dúctil para a região. Com base na superposição estratigráfica e na geometria de dobras foi deduzido que a área sofreu dois transportes tectônicos, um primeiro de SW para NE e um segundo de SE para NW. Cada uma das fases de deformação corresponderia a um episódio metamórfico.

Ladeira & Viveiros (1984) propõem que o anticlinal de Mariana seria um antifórme reclinado desenvolvido durante complexa tectônica polifásica como resultado do redobramento coaxial. Sua estruturação primitiva se deu durante o chamado evento D₃ que juntamente com D₄ relacionam-se às dobras apertadas e invertidas, com caimento para E. Os dois eventos que provocaram esta estrutura teriam vergência para N e poderiam fazer parte de uma única fase.

Vial (1988) estudando a Mina da Passagem de Mariana sob o ponto de vista metalogenético postulou quatro fases de dobramento, sendo que o anticlinal de Mariana resultou da última fase, caracterizada por um amplo domeamento ao qual se associa uma clivagem de fratura.

Marshak & Alkmim (1989) sugerem que o Anticlinal de Mariana/Arqueamento Rio das Velhas é uma dobra de cobertura ("drape fold") sobre um falhamento de empurrão cego ("blind thrust") no embasamento. Tal estrutura seria decorrente de uma fase compressional com estilo deformacional de "fold thrust belt" e vergência para W, formando megadobras e falhas de direção NS.

Chemale Jr. *et al* (1991) consideram o Anticlinal de Mariana como resultado da interferência de dois eventos tectônicos distintos: a nucleação de megassinclinais entre blocos do embasamento durante uma tectônica extensional e o desenvolvimento de um cinturão de dobramento e cavalgamento resultado de uma tectônica compressiva. O anticlinal seria provocado pelo cavalgamento e rotação dos metassedimentos Minas no flanco oeste do Sinclinal de Santa Rita pelo Sistema Fundão e da rotação parcial do Sinclinal Dom Bosco.

Trabalhos mais recentes (Nalini Jr. 1990; Hippert *et al*, 1991; Chemale Jr. *et al*, 1991; Endo & Nalini Jr, 1991; Marshak *et al*, 1991) identificaram estruturas de caráter extensional na borda oeste da Serra da Moeda, oeste do Q.F.. Tais dados, são de grande importância para o entendimento do arcabouço estrutural de outras porções do Q.F., inclusive da complexa estrutura do Anticlinal de Mariana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que as informações estruturais para a região do Anticlinal de Mariana são bastante diversificadas sendo propostas várias interpretações para a evolução da estrutura.

Trabalhos como os de Barbosa (1968) e Fleischer & Routhier (1973) mostram, claramente, as discordâncias com relação à estruturação da área e, conseqüentemente, na gênese da mineralização aurífera do local.

É óbvio que a estrutura de Mariana não corresponde a um anticlinal "clássico" ressaltando-se no Quadrilátero Ferrífero como única, no seio de uma estruturação complexa condicionada por vários sinclinais de diferentes eixos localizados entre altos estruturais e cortada por zonas de cisalhamento.

Assim sendo, apresentamos os seguintes fatos para reflexão:

1- O anticlinal possui fechamento em sua extremidade SE, abrindo para NW, onde une-se ao chamado "Soerguimento Rio das Velhas" onde ressalta o corpo dômico do Complexo Bação;

2- O flanco sul tem, grosseiramente, a direção E-W, sendo estruturado pelo Complexo do Bação, a partir do qual inflete para norte constituindo o flanco leste do Sinclinal Moeda;

3- O flanco nordeste, de direção NW-SE, mostra-se afetado pela falha do Fundão onde L-tectonitos encontram-se rotacionados sinistralmente (Endo, 1988);

4- A geometria do anticlinal de Mariana é de uma dobra aberta normal, com caimento suave para SE, anormalmente em relação as outras megadobras do Q.F., que possuem orientação N-S, E-W e NE-SW;

5- As rochas dobradas que compõem os flancos do anticlinal apresentam alta magnitude de deformação, localmente intensa milonitização, com indicadores cinemáticos mostrando transporte de E para W;

6- Na região leste do QF, local de intensa deformação, as estruturas prévias (acamamento e/ou foliação tectônica extensional) foram em grande parte obliteradas pela compressão E-W. Para compreensão da evolução geológica da estrutura do Anticlinal de Mariana é fundamental a caracterização da cronologia das estruturas (contínuas e descontínuas) desenvolvidas em múltiplas etapas do processo deformacional. Haja visto a presença de estruturas extensionais na borda oeste do QF.

Os estudos mostram que o Anticlinal de Mariana está claramente associado a uma evolução polifásica, com movimentos de direção E-W interagindo de forma complexa com uma estruturação prévia, onde o Complexo Bação teve importância fundamental.

A caracterização das múltiplas fases deformacionais e a geometria e cinemática de seus produtos na região, se torna imprescindível para a compreensão da sua história geológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, A.L.M. - 1968 - Contribuições recentes à geologia do Quadrilátero Ferrífero. Ouro Preto. Escola de Minas, 1ª ed., 63p. Conf. proferida na SBG, Belo Horizonte.
- BARBOSA, O - 1949 - Contribuição à geologia do centro de Minas Gerais. *Mineração e Metalurgia* 14(79): 3-19.
- BRAJNIKOV, B. - 1949 - Observações sobre a geologia do município de Ouro Preto. *Rev. da Escola de Minas*, ano XIV, nº 6.
- CHEMALE JR., F.; ROSIÈRE, C.A.; ENDO, I. - 1991 - Evolução tectônica do Quadrilátero Ferrífero - Um Modelo. *Revista Pesquisa. UFRGS*. (no prelo)
- DORR, J.V.N. - 1969 - Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Washington. USGS - Prof. Paper, 641-A. 110p.
- ENDO, I. - 1988 - Análise estrutural qualitativa no minério de ferro e encaixantes na Mina de Timbopeba - borda leste do Quadrilátero Ferrífero, Mariana, MG. Dissertação de mestrado, DEGEO/UFOP. 112p. (inédito)
- ENDO, I. & NALINI JR, H.A. - 1991 - Geometria e cinemática das estruturas extensionais e sua relação com a tectônica compressional na borda oeste do Quadrilátero Ferrífero, MG. Anais do 6º Simpósio de Geologia. Núcleo Minas Gerais, Ouro Preto.
- FLEISCHER, R. & ROUTHIER, P. - 1973 - The "Consanguineous" Origin of a Tourmaline-Bearing Gold Deposit: Passagem de Mariana (Brazil). *Economic Geology*, v. 68, pp.11-22.
- FREYBERG, B. - 1932 - Ergebnisse geologischen Forschungen in Minas Geraes, Brasilien. *N. J. f. Min. Geol. u. Pal.*
- GAIR, J.E. - 1962 - Geology and ore deposits of Nova Lima and Rio Acima Quadrangles, Minas Gerais, Brazil. Washington. USGS-Prof. Paper, 341-A. 67p.
- GONZAGA DE CAMPOS, L.F. - 1943 - Geologia da zona ferrífera do centro de Minas Gerais. *Revista Mineração e Metalurgia*. v.VII, n.40, pp. 187-193.
- GORCEIX, H. - 1881 - Estudo químico e geológico das rochas do centro da província de Minas Gerais. *Anais da Escola de Minas de Ouro Preto*. nº 01.
- GUIMARÃES, D. - 1961 - Gênese do minério de ferro no Quadrilátero Ferrífero Central de Minas Gerais. *Bol. Sem. de Est. Geol. e Econ. do Quadr. Ferr. I*. 54p.

- HIPPERTT, J.F.; BORBA, R.P.; NALINI JR., H.A. - 1991 - O contato Formação Moeda - Complexo Bonfim: uma zona de cisalhamento normal na borda oeste do Quadrilátero Ferrífero, MG. Anais do 6º Simpósio de Geologia Núcleo Minas Gerais, Ouro Preto, MG.
- LACOURT, F. - 1935 - Resumo da geologia da Folha de Ouro Preto. Anais da Escola de Minas de Ouro Preto. nº 28, p. 103-139.
- LACOURT, F. - 1938 - Anticlinal de São Bartolomeu - Passagem. Revista Mineração e Metalurgia, n.15, pp.147-151.
- LADEIRA, E. A. & VIVEIROS, J.F.M. - 1984 - Hipótese sobre a estruturação do Quadrilátero Ferrífero com base nos dados disponíveis. Belo Horizonte, SBG-Núcleo Minas Gerais. 10 p..
- MARSHAK, S. & ALKMIM, F.F. - 1989 - Proterozoic Contractional Extension Tectonics of the Southern São Francisco Region, Minas Gerais, Brazil. Tectonics, v.8, n.3, pp.555-571.
- MARSHAK, S.; ALKMIM, F.F.; EVANGELISTA, H.J.- 1991 - Style of proterozoic crustal extension and its influence on the form of Archean granite-greenstone belts: an example from extension, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. GSA Meeting on extension tectonics. Abstracts. (no prelo)
- NALINI JR., H.A. - 1990 - Petrografia e Geologia Estrutural de uma seção ao longo do Sinclinal Moeda e adjacências, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Trabalho de Graduação. 104p. (inédito)
- OLIVEIRA, E. - 1933 - Acad. Bras. de Sci., Ant. t. V, nº 3.
- ROLFF, P.A.M.A. - 1949 - Notas sobre a geologia estrutural do município de Ouro Preto. Rev. da Escola de Minas. Ano XIV, nº 4.
- VIAL, D.S. - 1988 - Mina de ouro da Passagem, Mariana, Minas Gerais. In: Schobbenhaus, C. ; Coelho, C.E.S. (1984), Depósitos Minerais do Brasil, v.III, pp.421-430.