

GEOMETRIA E CINEMÁTICA DAS ESTRUTURAS EXTENSIONAIS E COMPRESSIONAIS NA BORDA OESTE DO SINCLINAL MOEDA, QF

Issamu Endo*

Hermínio Arias Nalini Jr.**

INTRODUÇÃO

Os primeiros estudos empreendidos para a compreensão do arcabouço estrutural no Quadrilátero Ferrífero (QF) remontam do início deste século com os trabalhos realizados por Derby (1906), Harder & Chamberlin (1915), Barbosa (1949), e mais recentemente, Dorr (1969), Ladeira & Viveiros (1984) e Marshak & Alkmim (1989). Nestes trabalhos a estruturação principal das rochas do Supergrupo Minas é atribuída apenas aos eventos deformacionais de natureza compressiva.

Estudos realizados na borda oeste do QF mostram a presença de estruturas tectônicas extensionais com movimentos normais de oeste para este (Nalini Jr. 1990, Hippert et al. 1991, Chemale Jr. et al 1991, Marshak et al. 1991).

Este trabalho tem por objetivo descrever geométrica e cinematicamente a zona de cisalhamento dúctil designada de Moeda-Bonfim (ZCMB), de caráter extensional, observada ao longo do contato entre as rochas granito-gnáissicas do Complexo Bonfim com as rochas quartzíticas da Formação Moeda, unidade basal do Supergrupo Minas (SGM), na borda oeste do QF.

Estruturalmente, esta região constitui a aba oeste do Sinclinal Moeda (Dorr, 1969) sendo caracterizada pelo arqueamento das unidades metassedimentares do SGM cuja trama interna é definida por um bandamento composicional primário paralelo a uma foliação superimposta.

Os dados foram levantados ao longo de 4 seções E-W no contato destas duas grandes unidades litoestratigráficas, além daqueles contidos em Nalini Jr. 1990. (Fig. 01)

DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS EXTENSIONAIS E COMPRESSIONAIS

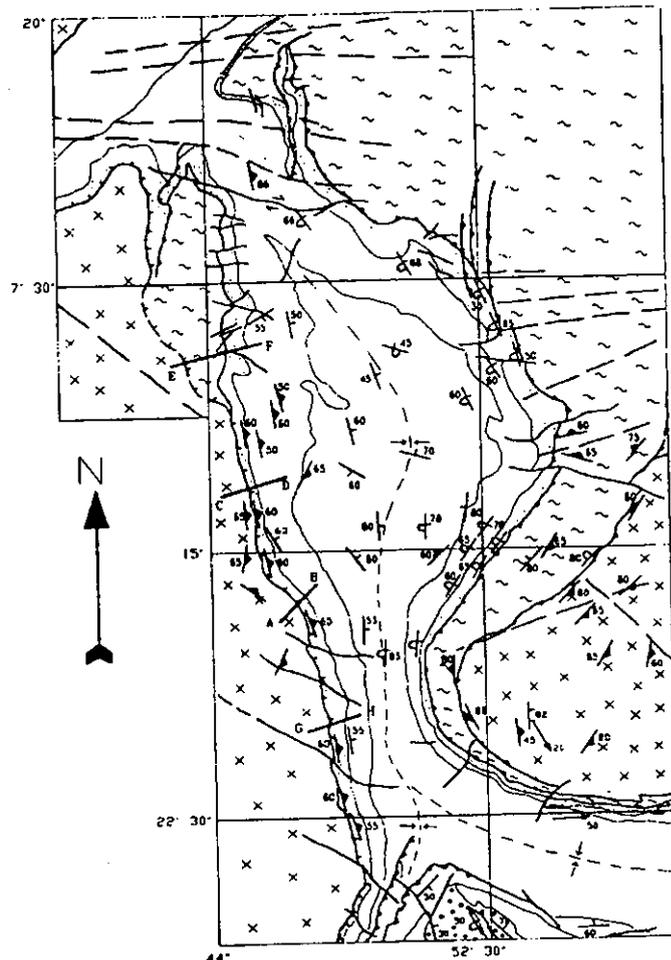
As estruturas extensionais são evidenciadas, principalmente, no contato do Complexo Bonfim (granito-gnáissicas) com as rochas quartzíticas da Formação Moeda. Tal região apresenta uma faixa, aproximadamente de direção N-S, intensamente cisalhada, sendo que à medida que se afasta do contato observam-se zonas de cisalhamento discretas e mesofalhas dúctil-rúpteis normais de alto ângulo bem delimitadas tanto nas rochas granito-gnáissicas como na unidade quartzítica.

No contato, a deformação dúctil foi intensa desenvolvendo-se uma foliação milonítica bastante penetrativa, fazendo com que não mais se reconheça a trama primária das rochas. A espessura aproximada de rocha milonítica é de 50 metros no embasamento e 20 metros no quartzito.

Impressa sobre os planos da foliação milonítica observa-se uma lineação mineral com caimento segundo o mergulho da foliação ou levemente oblíqua formada, preferencialmente, por sericita e grãos de quartzo com atitude média S60E/70.

As estruturas S/C, observadas tanto macroscopicamente como microscopicamente na região de contato, sugerem falhamento normal com bloco baixo para leste, concordando também com o movimento indicado por "steps" nas mesofalhas normais dúctil-rúpteis (Fig. 2II/2III).

Lateralmente à zona de intensa deformação, as



LEGENDA

- | | |
|---|----|
| 1 | 7 |
| 2 | 8 |
| 3 | 9 |
| 4 | 10 |
| 5 | 11 |
| 6 | 12 |
| | 13 |

Figura 1 - Mapa geológico-estrutural simplificado do Sinclinal Moeda e adjacências (mod. de Dorr 1969). 1-Gr. Itacolomi, 2-Gr. Piracicaba, 3-Gr. Itabira, 4-Gr. Caraca, 5-SGr. Rio das Velhas, 6-Complexo Cristalino, 7-Contato, 8-Falha Reversa, 9-Falha Normal, 10-Falha de Alto Ângulo, 11-Acamamento, 12-Foliação Milonítica, 13-Lineação Mineral.

* DEGEO-EMOP/UFOP

** Mestrado em Geologia - IGC/UFMG

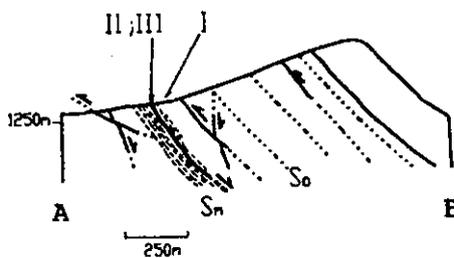
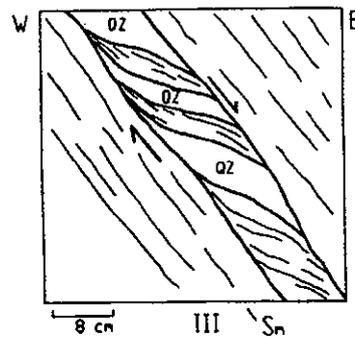
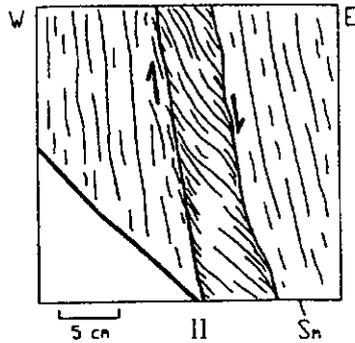
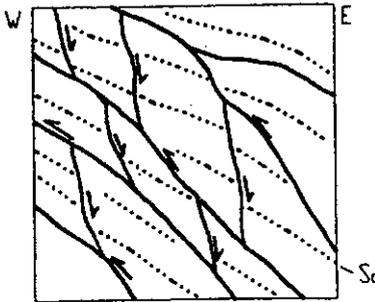


Figura 2 - Detalhes estruturais relacionados ao perfil AB: I-Falhas de empurrão que se superimpõem às falhas normais compondo uma geometria em "duplex". II-Sigmóide de foliação indicando movimento normal, com bloco baixo para leste. III-Sigmóide envolvendo veios de quartzo, com bloco baixo a leste.

estruturas extensionais deixam de ser gradativamente representativas (perfil AB).

Em termos de estruturas de caráter compressional observa-se na aba oeste do Sinclinal Moeda três famílias de estruturas distintas.

A primeira delas é representada por um conjunto de mesofalhas rúptil-dúcteis discretas reversas de baixo ângulo, com

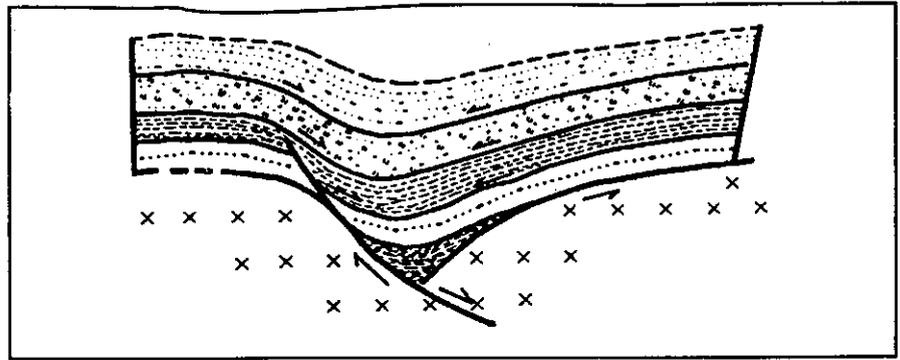


Figura 3 - Modelo evolutivo esquemático do proto-sinclinal Moeda sendo a deformação por extensão acomodada, nas sequências supracrustais, por mecanismos de falhamentos e cisalhamentos flexurais diferenciais paralelamente ao acamamento (mod. de Higgs et al. 1991).

transporte tectônico de E para W caracterizado por microestruturas impressas em seus planos, tais como "steps", estrias e lineação mineral. Nos quartzitos basais do SGM estas falhas reversas se posicionam paralelamente ao bandamento composicional primário, além de zonas de cisalhamento reversas discretas no interior da estrutura sinformal.

A segunda é definida pelo desenvolvimento da clivagens e lineações de crenulação nos níveis metapelíticos da orientação NS com planos subverticais. A clivagem de crenulação é plano axial de dobras submesoscópicas.

Finalmente, a última família é representada por um conjunto de fraturas rúpteis a dúctil-rúpteis que seccionam todas as estruturas previamente desenvolvidas, além de mesofalhas reversas. Estas estruturas possuem direção NS com mergulhos de 30° a 45° para W. A cinemática destas estruturas é de W para E, caracterizada por "duplexes" de caráter rúptil-dúctil, estrias e "drags" da foliação primária.

As relações de superimposição entre as estruturas compressoriais e extensionais na borda oeste do QF são observadas apenas em escala mesoscópica e mostram que o evento deformacional de caráter compressional é posterior ao evento extensional. Estas evidências são representadas pelo truncamento e deflexão das mesofalhas normais rúptil-dúcteis pelas mesofalhas reversas. Localmente, as mesofalhas reversas que ocupam em geral uma superfície paralela ao acamamento, defletem seguindo a trajetória das mesofalhas normais de mais alto ângulo, obliterando as microestruturas prévias.

A deflexão das mesofalhas normais, de alto ângulo, pelas falhas reversas de baixo ângulo, gera estruturas semelhantes, geometricamente, a "duplexes", muito comuns no perfil BR 040 - Moeda, próximo ao contato.(Fig. 2 I)

EVOLUÇÃO ESTRUTURAL - MODELO CINEMÁTICO PARA A REGIÃO

O proto-sinclinal Moeda é produto do colapso progressivo das sequências supracrustais do QF juntamente com o soerguimento do embasamento granito-gnáissico, durante o evento extensional, conforme proposição de Chemale et al. (1991).

Os movimentos diferenciais maiores localizam-se na interface das sequências infracrustais e supracrustais, acarretando o desenvolvimento de uma espessa faixa de milonitos (ZCMB). Nos níveis estruturais superiores à ZCMB, a acomodação da deformação dar-se-á através da atuação conjunta de mecanismos tanto de cisalhamento rúptil (mesofalhas normais dúctil-rúpteis com mergulhos iniciais da ordem de 40°-50°) quanto de deslizamento flexural e/ou de fluxo flexural diferencial paralelamente ao acamamento (compare Ramsay & Huber 1987)(Fig.3). Nos níveis mais plásticos desenvolveram-se dobras assimétricas, de escala mesoscópica, com vergências para NE, E e SE.

As mesofalhas dúctil-rúpteis, progressivamente, seriam rotacionadas, de forma não passiva, atingindo mergulhos da ordem de 75°. Os mecanismos de cisalhamento flexural, paralelamente ao acamamento, possibilitariam o desenvolvimento de uma trama planar com orientação preferencial de sericitas, eixo maior dos grãos de quartzo e lineação de estiramento de microseixos.

Durante a inversão, evento compressional E-W (Chemale Jr. et al. 1991), o proto-sinclinal Moeda sofreu um processo de amplificação com diminuição do ângulo interflanco e inversão estratigráfica da aba leste. Este processo é

acompanhado por uma reorganização parcial na trama interna da estrutura através do mecanismo de cisalhamento flexural diferencial com magnitudes e sentidos opostos àqueles observados durante a extensão.(Fig. 3). O desenvolvimento de falhas reversas, se observa no flanco leste da estrutura .

Finalmente, a inversão tectônica, na aba oeste da estrutura, foi apenas parcial com desenvolvimento de mesofalhas reversas discretas no embasamento e zonas de cisalhamento reversas paralelamente ao acamamento nos quartzitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, O. 1949. Contribuição à geologia do centro de Minas Gerais. *Mineração e Metalurgia* 14(79): 3-19.
- CHEMALE JR., F.; ROSIÈRE, C.A.; ENDO, I. 1991. Evolução tectônica do Quadrilátero Ferrífero - Um Modelo. *Revista Pesquisa. UFRS.* (no prelo).
- DERBY, O.A. 1906. The Serra do Espinhaço, Brazil. *J. Geol.* 14(3):374-401.
- 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, Ouro Preto-MG. 111p.(inédito).
- FONSECA, M.A. 1990. O Sinclinal de Ouro Fino: Análise descritiva e cinemática de um segmento do Sistema Fundão, Quadrilátero Ferrífero, MG. Dissertação de Mestrado, DEGEO/UFOP- Ouro Preto. 120p.
- HARDER, E.C. & CHAMBERLIN, R.T. 1915. The geology of central Minas Gerais, Brazil. *J. Geol.* 23:341-378.
- HIGGS, W.G., WILLIAMS, G.D. & POWELL, C.M. 1991. Evidence for flexural shear folding associated with extensional faults. *GSA Bul.* 103:710-717.
- 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.*
- 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 proterozoica 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)