



## Behavior of Martim Vaz Fracture Zone, from Mid Atlantic Ridge to Brazilian Coast

Eliane da Costa Alves<sup>1</sup>, Marcia Maia<sup>2</sup> e Susanna Eleonora Sichel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. de Geologia / LAGEMAR-UFF, <sup>2</sup>CNRS/UMR 6538, Plouzané, France

Copyright 2005, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 9<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are authors' responsibility and do not necessarily represent any position of the SBGF, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

### Abstract

Martim Vaz Fracture Zone (MVFZ), located at 20°10'S in the Mid-Atlantic Ridge (MAR), was defined by seismic register, gravity and magnetic isochrones. Today, this FZ show a second-order discontinuity, with offset 15 km corresponding to 1 My. However, in both sides of MAR, the MVFZ, two fossils FZ can be observed. If these fossils FZs were part of MVFZ, then MV was a double FZ during 5-20 My, and triple FZ between 20-80 My, with a width of 130km. Prior this time the tectonic network seemed to be more complex. The MVFZ was tectonic active, observed in seismic data set, with reactivations of old faults, strike-slip tectonics which has up lift the sedimentary column (Medium Oligocene), and beyond structure related the lithospheric flexure. All of these observation attested by a rich fractured oceanic crust and the overlaying sedimentation, with alternations of comprehensive and distensile stress associated with volcanism and normal faulting. Geological and geophysical studies, in addition earthquake epicenters, suggest that the continuation of ZFMV is related to the Cabo Frio High and to the tectonic and volcanic activity, which is express by the Poços de Caldas / Cabo Frio / Montes Submarinos Almirante Saldanha e São Tomé Alkalic Magmatic Seismic Lineament. All these observation let us to believe that MVFZ acts as a path way for the magma generated in the Tristão da Cunha Mantle Plume.

### Introdução

O fundo oceânico é cortado por centenas de fraturas crustais semiparalelas. As Zonas de Fratura Oceânicas (ZFOs) se estendem por ambos os lados da cordilheira meso-oceânica. Seus prolongamentos para o continente podem ter papel importante na formação e evolução das bacias das margens continentais do tipo Atlântico. De acordo com o trabalho de Alves (2002), determinação das feições morfo-estruturais das ZFOs no Atlântico Sudeste permitiu uma visão geotectônica abrangente da Região Sudeste Brasileira, incluindo a borda continental emersa e se estendendo até a bacia oceânica e a Cordilheira Mesoatlântica (CMA). Esta integração permitiu, além de um melhor entendimento da inter-relação entre estruturas oceânicas e continentais, a verificação de que, ao menos parte, o magmatismo e o tectonismo Mesozóico Cenozóico do Sudeste Brasileiro pode ter sido condicionado pelo prolongamento das ZFOs em direção a margem continental (Alves, 2002).

O objetivo deste trabalho é de fazer uma discussão detalhada do comportamento morfotectônico da Zona de Fratura de Martim Vaz (ZFMV) no Oceano Atlântico Sudeste (Figura1), bem como suas implicações tectônicas na margem continental adjacente. Com o auxílio de dados de geológicos e geofísicos (sísmica de reflexão, batimetria predita, gravimetria, isócronas magnéticas e anomalia geoidal) será discutida e apresentada uma interpretação atualizada do posicionamento da ZFMV desde a CMA até a margem continental, juntamente com imagens sísmicas de reativações tectônicas e magmáticas possivelmente associadas a essas estruturas.

### Análise Morfo-Estrutural da ZFMV na CMA e na Porção Oceânica Adjacente

A Zona de Fratura de Martim Vaz (ZFMV) localizada na latitude de 20°10' no eixo da CMA é caracterizada por um pequeno rejeito em torno de 15 km e uma diferença de idade de 1 Ma., entre os lados opostos da transformante (Figura 1 e 2). Esta característica definida pelo deslocamento no eixo da cordilheira pode representar uma descontinuidade não rígida de 2ª ordem, de acordo com a classificação de Sempéré et al. (1993).

A partir do eixo da CMA, a ZFMV é definida por uma depressão gravimétrica que constitui um segmento assísmico que se prolonga tanto para leste quanto para oeste no sentido das margens continental africana e brasileira. Em crosta mais antiga que 5 Ma., observam-se dois segmentos fósseis da ZFMV, representados em ambos os lados da cordilheira. Um destes segmentos teve início a 5 Ma. e outro em 20 Ma., e ambos podem ser traçados até 80 Ma. Estas características morfoestruturais indicam que, durante a sua evolução a ZFMV sofreu modificações, configurando-se num sistema duplo de zonas de fratura entre 5 – 20 Ma. e num sistema triplo entre 20 e 80 Ma (Alves, 2002). A partir de 80 Ma., o Sistema de Zonas de Fratura de Martim Vaz configura-se como um sistema duplo de zonas de fratura, onde este domínio transformante fossilizado possui uma largura de aproximadamente 130 km.

### Análise Sísmica da ZFMV na Porção Oceânica

Com base na sísmica de reflexão, a porção assísmica ocidental da ZFMV é representada por uma região estruturalmente rebaixada. Esta área de relevo irregular, entre as latitudes 20°20'S e 21°30'S, é caracterizada por três calhas. As calhas norte e sul possuem um relevo em "V" com desníveis da ordem de 900 m e uma calha intermediária com relevo mais suave, de forma abaulada, com largura e profundidade média de 60 km e 400 m, respectivamente. Em perfis transversais, estas calhas, que se destacam da topografia regional, são separadas por altos estruturais com cerca de 100 km de largura e morfologia bastante irregular. Esta estruturação se configura um sistema triplo de zonas de fratura, entre as

longitudes de 25°W e 27°W (Figura 1), como foi anteriormente observado por Alves (2002).

A partir da longitude de 27°W, entre as latitudes de 21°20'S e 22°30'S, sua configuração estrutural se modifica para um sistema duplo de zonas de fratura que se estende para a margem continental no sentido do Alto de Cabo Frio, limite entre as bacias de Campos e de Santos (Figura 1). A topografia da calha norte (com profundidades médias de 500 m) ainda é individualizada por dois picos do embasamento e uma área de patamar rebaixado a sul. Esta área, de relevo bastante irregular, cerca de 250 e 300 m mais profundo que o segmento adjacente substitui a configuração estrutural anterior de calhas e altos associados.

Entre 60 e 80 Ma. a direção da ZFMV muda gradualmente de E-W para NE-SW, coincidindo com a orientação dos montes submarinos Almirante Saldanha e São Tomé (Figuras 1 e 2). Inflexão esta semelhante ao desenvolvimento das ZFOs do Atlântico Sul (Sibuet & Mascle, 1978). A sísmica de reflexão multicanal do LEPLAC I e VII a partir da longitude de 30°W, com uma morfologia mais suave se comparada a leste, mostra a continuidade destes montes submarinos, representados por dois altos que individualizam a calha norte, com uma morfologia mais suave que a observada a leste. Esta calha, ainda como uma feição de marcante relevo (desnível médio de 300 m), alinha-se a sul, a uma área de rebaixamento crustal de cerca de 400 m, associada a falhamentos normais, sintéticos e antitéticos. Estes falhamentos afetam também níveis rasos da coluna sedimentar até pelo menos o Oligoceno Médio / Mioceno Médio (Figura 3).

Foram observados falhamentos antitéticos no limite sul da ZFMV, possivelmente associados a um efeito de compensação isostática do tipo flexural devido à sobrecarga de material vulcânico das cadeias lineares definidas no seu limite norte, como os montes submarinos Almirante Saldanha e São Tomé (Figura 3). Admitindo-se a reativação magmática ao longo das zonas de fratura, deve-se considerar a possibilidade de ocorrer espessamento crustal associado ao empilhamento vulcânico que resultaria em um efeito de compensação isostática do tipo flexural, conseqüente da sobrecarga do material vulcânico dos montes. Exemplos semelhantes já foram observados nas cadeias vulcânicas no Havá (Watts et al., 1985) e na Cadeia de Fernando de Noronha (Gomes et al., 2000). É provável que este falhamento esteja associado a um ambiente distensivo de crosta oceânica, que pode ter sido reativado por esforços compressivos capazes de romper a crosta.

Além deste tipo de falhamentos, notam-se também estruturas em flor indicativas de um regime transpressivo (movimentações *strike-slip*) ao longo deste setor da ZFMV. Estas estruturas elevam a coluna sedimentar, afetando os sedimentos abaixo da discordância do Oligoceno Médio. Movimentações de natureza transpressivas já foram observadas em outras zonas de fratura, como junto a Cadeia Vitória-Trindade relacionada a Zona de Fratura de Vitória Trindade (Alves et al., no prelo), a Cadeia de Fernando de Noronha relacionada a Zona de Fratura de Chain (Gomes et al., 2000). Estas

evidências sísmicas mostram que as ZFOs podem se comportar como descontinuidades pretéritas. De acordo com Silveira et al. (1994), constitui -se sítios favoráveis a reativação recente da crosta oceânica, com esforços ora compressivos e ora distensivos, acompanhados por vulcanismo e falhamentos normais.

### **Correlação Tectôno-Estrutural da ZFMV com o Sudeste do Brasil**

Nesta porção da margem continental, o prolongamento da ZFMV para oeste, associado à presença dos montes submarinos Almirante Saldanha e São Tomé, está relacionado o Alto de Cabo Frio (na plataforma continental). Esta região, ao largo do Alto de Cabo Frio (Figura 1), é marcada por uma mudança regional na orientação de E-W para N-S da linha de costa, nos contornos batimétricos, na linha de charneira e na estruturação da zona de cisalhamento do embasamento Pré-cambriano no bordo continental adjacente. Apoiando-se em evidências geológicas e geofísicas, de acordo com Alves (2002),coincidente ao alinhamento de epicentros de terremotos, esta área (Alto de Cabo Frio e bordo continental sudeste adjacente) está representada pelo pelo Lineamento Sismo Magmático Alcalino de Poços de Caldas (~93 Ma.) / Cabo Frio (~50 Ma.) / Monte Submarinos Almirante Saldanha e São Tomé (~19,5 Ma.). Estas observações mostram que a ZFMV, foi palco de intensas reativações tectônicas e magmáticas e provavelmente atuou como um conduto para o magmatismo da Pluma de Mantélica de Tristão da Cunha.

### **Conclusões**

Em resumo, a ZFMV é representada na CMA, na latitude 20°10'S, por uma descontinuidade de 2ª ordem. A continuidade da ZFMV a partir do eixo da cordilheira é definida por uma depressão gravimétrica, que em porções mais antigas que 5 Ma. se torna duplo e, entre 20 e 80 Ma. em um sistema triplo de ZFs. A partir de 80 Ma. se apresenta como um sistema duplo de ZFs que se prolonga na margem continental. Nesta região foram identificadas feições sísmicas que evidenciam sismicidade caracterizadas pela remobilização de antigas falhas distensivas e *strike-slip* (estrutura em flor), além de estruturas relacionadas a fenômenos associados à flexura litosférica nas adjacências dos Montes Submarinos Almirante Saldanha e São Tomé. Todas essas observações caracterizam fortes indícios de reativações tectônicas e magmáticas da crosta oceânica, pelo menos até Oligoceno Médio / Mioceno Médio.

Evidência geológica e geofísica, coincidente ao alinhamento de epicentros de terremotos, está relacionada ao Alto de Cabo Frio e ao tectonismo e magmatismo representado pelo Lineamento Sismo Magmático Alcalino Poços de Caldas / Cabo Frio / Montes Submarinos Almirante Saldanha e São Tomé. Estas observações mostram que a ZFMV atuou como um conduto para o magmatismo da Pluma Mantélica de Tristão da Cunha.

### **Referencias**

**ALVES, E.C.** 2002. Zonas de Fratura Oceânica e suas Relações com a Compartimentação Tectônica do

Sudeste do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 233 p.

**ALVES, E.C.; MAIA, M.; SICHEL, S.E.; CAMPOS, C.M.P.** 2005. Zona de Fratura Vitória Trindade no Atlântico Sudeste e suas Implicações Tectônicas. Revista Brasileira de Geofísica, no prelo.

**GOMES, P.O.; GOMES, B.S.; PALM, J.J.C.; JINNO, K.; SOUZA, J.M.** 2000. Ocean-continent transition and tectonic framework of the oceanic crust at the Conental Margin off NE Brazil: Result of LEPLAC Project. In: In. MOHRIAK, W.U. & Talwani. M. (eds.). Atlantic Rifts and Continental Margins. Geophysical Monograph Series, American Geophysical Union, 115:261-291.

**SEMPÉRÉ, J.C.; LIN, J.; BROWN, H.S.; SHOUTEN, H.; PURDY, G.M.** 1993. Segmentation and morphotectonic variations along a slow-spreading center: The Mid-Atlantic Ridge (24°00'N-30°40'). Marine Geophysical Research, 15:153-200

**SIBUET, J.C. & MASCLE, J.** 1978. Plate kinematics implications of Atlantic Equatorial Fracture Zone

.trends. Journal Geophysical Research, 83(B7):3.401-3.421.

**SILVEIRA, D.P.; GOMES, B.S.; SUAREZ, C.R.; GOMES, P.O.** 1994. Projeto LEPLAC: Interpretação integrada de dados geofísicos do "LEPLAC Equatorial". In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, Balneário de Camburiú, SC, Anais, 2:35-37.

**WATTS, A.B.; TEN BRINK, U.S.; BUHL, U.S.; BROCHER, T.M.** 1985. A multichannel seismic study of lithospheric flexure across the Hawaiian-Emperor seamount chain. Nature, 315:105-111.

#### Agradecimentos

Ao Departamento de Geologia / Universidade Federal Fluminense pelo apoio material. À Diretoria de Hidrografia e Navegação pela cessão dos dados do Projeto LEPLAC.



