

7 DISCUSSÃO

7.1 Considerações sobre a tectônica de abertura do Oceano Atlântico Sul

O modelo de ruptura continental por junção tríplice foi proposto inicialmente por BURKE e DEWEY (1973), quando os autores descreveram diversos sistemas rifte ao redor do mundo que teriam se desenvolvido dessa forma, incluindo a separação Brasil-África, que teria se dado pela junção São Paulo. Porém essa proposta era feita com base principalmente em feições geométricas, visto que ainda não se tinha dados geoquímicos, estruturais e geocronológicos precisos ou suficientes. O trabalho de Almeida (2005) veio a propor esse modelo de rifteamento da margem Sul Atlântica, levando em consideração o posicionamento e a idade dos enxames de dique Serra do Mar, Florianópolis e Ponta Grossa, assim como o enxame encontrado no lado Africano correspondente. Aquele trabalho sugeriu que a ruptura tenha se dado em um mecanismo de sucessivas evoluções de junções tríplices e descreve o enxame de diques de Vitória, de direção NW, como sendo outro possível braço abortado da junção tríplice do Atlântico. A exemplo do EDPG, este enxame também parece ser controlado por uma estrutura preexistente, neste caso, o lineamento Pré Cambriano Vitória-Colatina (GUEDES, 2005).

Em Coutinho (2008) é abordado mais uma vez o assunto sugerindo a junção tríplice Paraná, formada a partir dos EDSM, EDF e EDPG, com uma detalhada descrição petrológica dos diques relacionados aos enxames, levando também em consideração dados geocronológicos e geoquímicos de trabalhos anteriores, porém sem considerar as feições estruturais indicativas da cinemática da intrusão desses diques.

Bueno (2004) sugere que a separação Brasil-África tenha se dado diacronicamente em um modelo de rifte propagante, dividido em três processos de *break-up* (Figura 69) balizados pelas idades de Turner (1994) e Hawkesworth (1992) e por discordâncias sedimentares observadas em seções sísmicas. Esta interpretação não impede o desenvolvimento do rifte por junção tríplice, visto que a exemplo da atual junção tríplice de Afar (ver Capítulo 3), os segmentos podem se desenvolver em idades diferentes (WOLFENDEN, 2004).

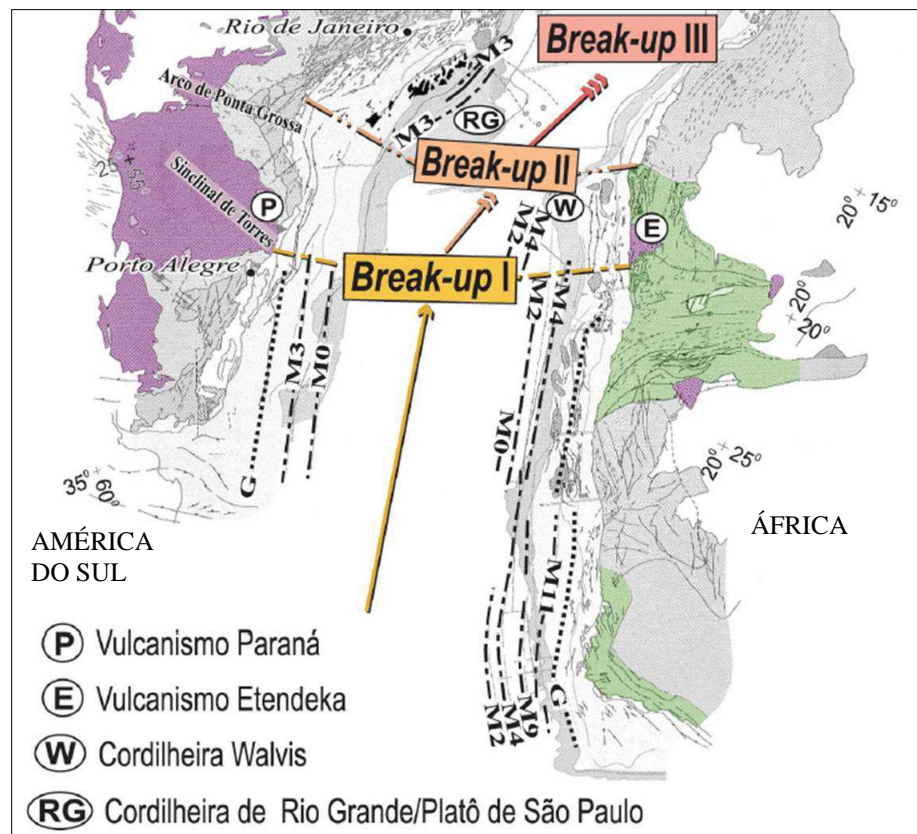


Figura 69 - Rifte Propagante do Atlântico Sul e suas três fases de *break-up*.

Fonte: Modificado de BUENO, 2004.

A causa do início do processo de ruptura ainda é alvo de discussões, sendo ainda o modelo associado ao impacto da pluma Tristão da Cunha o mais aceito. Ernesto et al (2002), sugerem que a pluma tenha servido apenas como fonte de calor, visto que reconstituições a partir dos pólos magnéticos não indicam que a pluma estaria no local do derrame basáltico do Paraná, principal indício do início da separação, em torno de 130Ma, a não ser que a pluma tivesse tido alguma movimentação.

Sobre o estilo de ruptura em três segmentos de aproximadamente 120° entre si, Houseman (1992) sugere a partir de modelagens numéricas que esta geometria seja uma consequência direta do formato tridimensional da estrutura presente na pluma, não descartando, porém a influência de zonas de fraqueza preexistentes na litosfera. Essa forma geométrica é considerada a mais “fácil” para dar início a um sistema de ruptura (BURKE e DEWEY, 1973) e no geral não implica em nenhuma correlação com a origem ou fonte do rifteamento.

7.2 Modelo de Distensão para o Atlântico Sul

7.2.1 Lineamentos Pretéritos

Falhas lineares NW na região foram descritas por Zalán (1990) como sendo importantes lineamentos de idade brasileira, que representariam zonas de fraqueza e importantes controladores de sedimentação quando reativados. Foram inferidos movimentos transcorrentes de sentido dextral para estes lineamentos inicialmente por Eyles e Eyles (1993) através de estudos de subsuperfície, e mapeadas em sísmica por Machado Jr. (2000) no lineamento Guapiara. O Arco de Ponta Grossa uma das feições mais marcantes da borda leste da Bacia do Paraná, também de direção NW, tem registros de evolução a partir do Jurássico e pode ter tido sua origem a partir desses lineamentos pretéritos. Este lineamento mostrou-se também atuante no período Aptiano, durante a deposição do sal, visto que constituiu uma barreira para o mesmo, que se estende por uma longa faixa a partir do nordeste terminando exatamente no prolongamento do Arco de Ponta Grossa. Essas feições NW podem ter tido importante papel na instalação de um sistema de ruptura em junção tríplice, visto que poderiam representar zonas de fraqueza preferenciais para intrusão do magma. A rotação da placa Sul Americana no sentido horário durante a ruptura (SZATMARI, 1987) também deve ser levada em consideração como um dos agentes causadores de deformações internas no continente, de distensão NE-SW, propiciando a geração de feições de direção NW como o Enxame de Diques de Ponta Grossa e o enxame de diques que ocorre no leste do Paraguai. (TURNER, 1994).

7.2.2 Modelagem dos tensores atuantes

O projeto cuja dissertação está inserida produziu um grande volume de dados de diversas áreas que serão citados aqui como complemento à discussão, a fim de dar subsídios ao modelo que será proposto. As datações e mapeamentos de campo feitos para os outros enxames foram essenciais para a sugestão de um modelo de tensores responsável pelo início da abertura do Atlântico Sul.

Plotando-se as direções médias dos principais enxames (EDSM, EDF e EDPG), assim como a cinemática atuante no momento de sua intrusão, observada e

interpretada a partir de trabalhos de campo, pôde - se observar que os enxames formavam um padrão em junção tríplice (Figura 70), que teria dado início à abertura do Oceano Atlântico Sul, tendo o EDSM e o EDF evoluído para a ruptura e o EDPG cessado seu processo de abertura.

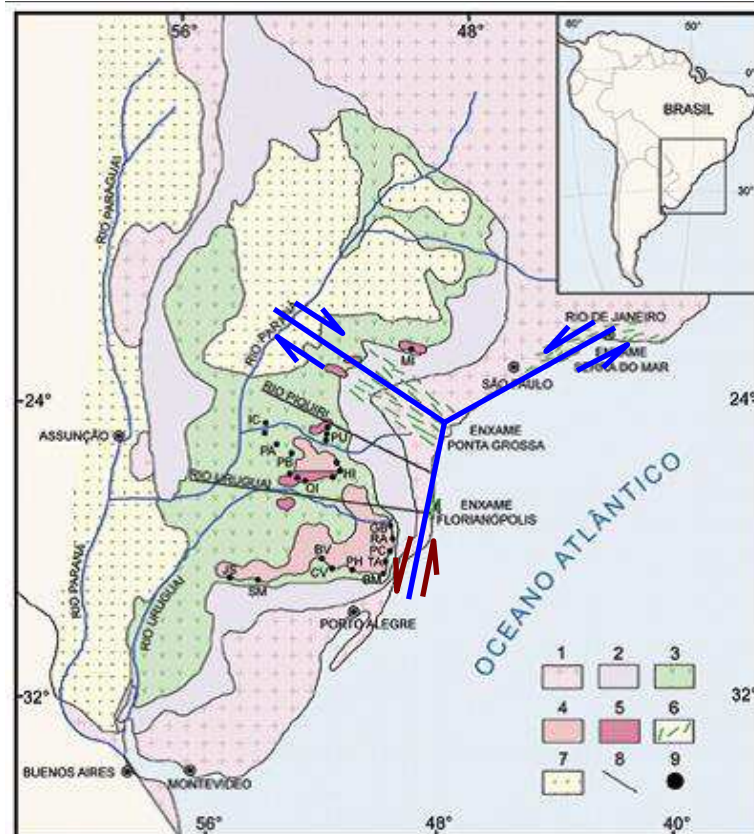


Figura 70 - Mapa geológico simplificado da região sudeste do Brasil. Segmentos em azul representam as direções principais dos enxames e os símbolos, a cinemática atuante no momento do "emplacement". Os indicadores para o EDF estão destacados, pois apresenta cinemática duvidosa.

Fonte: modificado de MARQUES e ERNESTO, 2004.

Buscou-se calcular tentativamente a direção do tensor de mínima compressão (σ_3) para o sistema (Figura 71), baseado na geometria dos enxames e de seus indicadores e considerando as placas rígidas. Notou-se que para o EDF os indicadores observados nos diques básicos apresentavam cinemática direcional duvidosa, não muito atuante, com predomínio para a componente sinistral, porém com componente distensional bem mais marcante. Optou-se então por considerar que o movimento predominante deste enxame seria o de distensão, com tensor σ_3 a 60° do Enxame, como representa uma das linhas tracejada no esquema. Para o EDSM considerou-se a componente direcional mais atuante, ainda que a

predominante seja a distensional, localizando a linha guia tracejada para o cálculo a 45° do enxame. Calculou-se então a bissetriz do ângulo formado pelas duas linhas guias, encontrando-se um tensor médio para a direção $N80^\circ E$. Considerando a imprecisão do método, é possível especular que este tensor pode estar situado em um intervalo aproximado entre E-W e $N70^\circ E$.

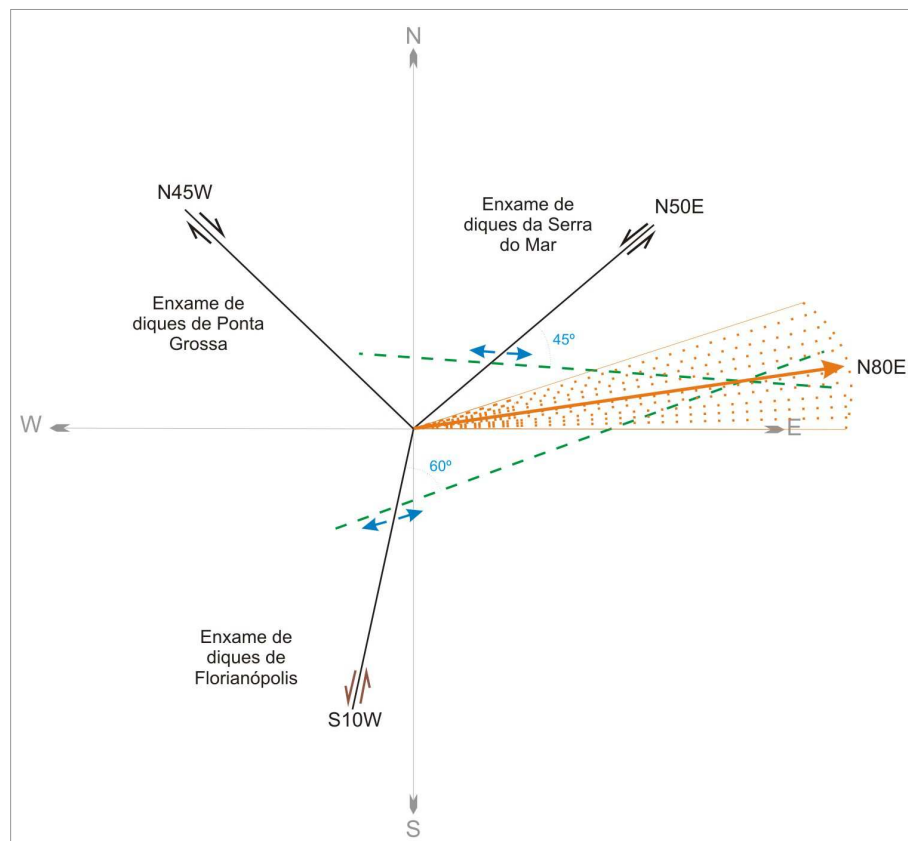


Figura 71 - Esquema para cálculo do tensor de distensão do Atlântico Sul. Linhas em preto representam as direções dos enxames de diques junto aos indicadores da cinemática; linhas tracejadas em verde são as linhas guias, que formam um ângulo cuja bissetriz, seta laranja, representa o tensor calculado. Área pontilhada corresponde ao intervalo aceito.

Fonte: A autora.

Este valor corresponde à posição atual da placa Sul-Americana, que precisaria ser corrigido para a posição inicial, antes de sofrer a rotação.

Observando o esquema de indicadores cinemáticos de cada enxame, nota-se que deveria haver uma compressão na área situada entre o EDSM e o EDPG, o que não é observado em campo. Isto se deve às pequenas taxas de distensão e movimento direcional do EDPG se comparado ao EDSM que teria concentrado praticamente toda a movimentação direcional e distensional junto ao EDF

(essencialmente distensional), culminando na separação das placas da forma como é conhecida. O EDPG, braço abortado do sistema, não acumulou grande movimentação direcional, sendo seus indicadores relativos á distensão principal da abertura do continente. Este fato pode justificar a dificuldade em encontrar esses indicadores em campo, o que não acontece com os diques do EDSM.

7.3 Tectônica Mesozóica-Cenozóica

A intrusão dos diques básicos não parece ter ocorrido em um único pulso, ainda que isto tenha sido observado em apenas um afloramento, o que poderia caracterizar uma ocorrência apenas local. A presença de um dique composto com diferença de granulometria representaria a ocorrência de mais de um evento intrusivo ainda que sob o mesmo campo de tensões. Este tipo de relação não é incomum, visto que o magmatismo se deu por um intervalo de tempo de aproximadamente 10 Ma (TURNER, 1994). A intrusão da brecha magmática foi um evento mais tardio, demonstrando a atuação de outro campo de tensões com distensão NW e sentido sinistral. Nota-se que a intrusão dos diques básicos se concentra em algumas porções, contrariando o esperado ao se observar um mapa de diques baseado em lineamentos NW reconhecido por magnetometria. Além da possibilidade destes diques estarem soterrados ou inacessíveis, o fato já havia sido discutido no trabalho de Ussami et al. (1991), que questiona os lineamentos reconhecidos em mapas de contorno em escala 1:50.000 e 1:100.000, argumentando que estes não teriam resolução suficiente para detectar as anomalias dos diques, representando portanto feições do embasamento que poderiam ou não estar preenchidas por diques.

Considerando a direção média dos diques do EDPG para N45°W e considerando um σ_1 a aproximadamente 30° do plano dada sua componente direcional, teremos um vetor de compressão na direção N15°W, resultando em um tensor de compressão mínima de N75°E, idêntico ao calculado para a abertura do Atlântico. Apesar de ser este um modelo de cálculo de tensores simplificado, os resultados se mostram coerentes com as estruturas e indicadores observados no campo.

As fraturas e falhas possuem uma relação temporal difícil de estabelecer. Ambas estão associadas tanto ao processo de abertura e colocação dos diques e

seu posterior resfriamento, quanto à tectônica imposta posteriormente. Nota-se que um há um predomínio de fraturas e falhas na direção dos diques, comprovando ser esta uma importante direção de fraqueza.

Os padrões de tensores encontrados na área não foram conclusivos, mostrando-se muito dispersos, dado o pequeno número de pares falha/estria com sentido de deslocamento claro. Localmente o tensor de mínima compressão calculado para o total de falhas encontrado foi para 207/12 ou N27°E demonstrando uma variação de 50° com relação ao calculado para a abertura, se mantendo no mesmo quadrante, porém com predominância de cinemática sinistral ao invés da dextral observada nos diques, demonstrando uma variação no campo de esforços.

É possível que as estruturas mais tardias tenham se formado por uma tectônica mais recente relacionada ao Rifte Continental do Sudeste, ou mesmo a reativações dos lineamentos ligados à neotectônica.

CONCLUSÃO

Com base no tratamento e interpretação dos dados obtidos na área da dissertação e do projeto no qual está inserida, podem-se tirar as seguintes conclusões:

- Os diques básicos toleíticos são encontrados em concentrações localizadas, com *trend* de direção NW e componente direcional dextral, verificada a partir de estruturas pertencentes aos diques, que teriam se formado no momento de sua colocação, que apesar do pequeno número se mostraram confiáveis, como estruturas em toco e formato em ziguezague. Há indícios de que a atividade magmática não tenha se dado em um único pulso, visto a ocorrência de um dique composto intrudido sob o mesmo campo de esforços e um dique félsico de brecha magmática e direção N22°E intrudido sob um campo de esforços ortogonal.
- Essa direção NW se mostra como uma importante direção de fraqueza crustal da região, já documentada por diversos autores e coincidindo com importantes lineamentos do embasamento que podem ter sido reativadas nos períodos tectônicos mais recentes.
- O tensor σ_3 médio calculado para a abertura do Atlântico Sul, é de direção N80E, encontrado a partir da agregação de dados dos exames de Florianópolis e Serra do Mar, obtidos pelo projeto Rife Santos, levando em conta suas geometrias e cinemática. Este tensor é coerente com o esperado para a colocação dos diques de Ponta Grossa, considerando que tenham intrudido em um ambiente regional transtensivo.
- As estruturas mais representativas da tectônica mesozóica-cenozóica posterior aos diques são as fraturas e falhas, cuja ordem cronológica é difícil estabelecer. Essas estruturas possuem direção predominante NW, porém há sets de fraturas marcantes para NE principalmente as que cortam os diques, relacionadas ao processo de resfriamento dos mesmos, onde são geradas fraturas ortogonais.
- Os tensores calculados para a tectônica posterior à intrusão dos diques foram feitos com base em poucos dados, resultando em um padrão disperso, com σ_1 para 308/44 e contribuição mais relevante da componente normal. Esses dados não

devem ser extrapolados para uma interpretação regional, visto que necessitaria de maior quantidade de informações.

A respeito da abertura do Oceano Atlântico Sul, muitas são ainda as questões em aberto, necessitando de uma maior integração com dados de geofísica recentes e estudos das estruturas do lado africano.

Entender o comportamento e a formação de lineamentos marcantes, como o NW aqui descrito, é de suma importância, visto que se prolongam para *offshore* e podem influenciar a dinâmica de sedimentação e fluidos das bacias sedimentares, hoje amplamente exploradas economicamente, além de tentar contribuir com mais uma peça para o entendimento da fragmentação do continente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.F.M. *Origem e evolução da Plataforma Brasileira*. Rio de Janeiro, DGM/DNPM, 1967. 36p. Boletim 241.

ALMEIDA, F.F.M. O Alinhamento magmático de Cabo Frio. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2., 1991, São Paulo. *Anais...* São Paulo: SBG/SP-RJ, 1991. p.423-428.

ALMEIDA, J.; HEILBRON, M; VALERIANO C.; TUPINAMBÁ M.; EIRADO SILVA, L.G.; MORIAK, W. Tectônica mesozóico-cenozóica na margem continental sudeste emersa do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 41, 2002, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: Sociedade Brasileira de Geologia, 2002. p. 376.

ALMEIDA, J.; VALERIANO, C.; HEILBRON, M.; GERALDES, M. Triple junctions during break-up of Western Gondwana along south Atlantic Ocean. In: PANKHRUST, R. J.; VEIGA, G. D. (Ed.). GONDWANA 12: Geological and Biological Heritage of Gondwana. Mendoza: Academia Nacional de Ciencias, 2005. p.39. 2005

ASMUS, H.E. e FERRARI, A.L.. *Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na região Sudeste do Brasil*. In: ASPECTOS Estruturais da Margem Continental Leste e Sudeste do Brasil. Rio de Janeiro: Petrobrás/CENPES, 1978. p.75-88. (Série Projeto Remac, 4).

BASEI, M.A.S.; MCREATH, I.; SIGA JUNIOR, O. The Santa Catarina Granulite Complex of Southern Brazil: a review. *Gondwana Research*, v.1, n. 3-4, p.383-339, 1998.

BUENO G.V. Diacronismo de eventos no rift Sul-atlântico. *Boletim de. Geociências da Petrobras*, v. 12, p.203-229, 2004.

BURKE, K. e DEWEY, J.F. Plume-generated triple junctions: key indicators in applying plate tectonics to old rocks. *The journal of geology*. v. 81, n. 4, p.406-433, 1973.

CAMPANHA, G. A. C. e SADOWSKY, G. R. Tectonics of the southern portion of the Ribeira Belt (Apiaí Domain). *Precambrian Research*, v. 98, p. 31–51, 1999.

CASTRO, L.G.; FERREIRA, F.J.F.; ANGULO, R.J. Modelo Gravimétrico-magnético do graben de Paranaguá – PR, Brasil. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 26, n. 3, p.273-292, 2008.

CHANG, H.K.; KOWSMANN, R.O.; FIGUEIREDO, A.M.F.; BENDER, A.A. Tectonics and stratigraphy of the East Brazil Rift system: An overview. *Tectonophysics*, v. 213, p.97-138, 1992.

COMIN-CHIARAMONTI, P., GOMES, C.B., PICCIRILLO, E.M.; RIVALENTI, G. High-TiO₂ basaltic dykes in the coastline of São Paulo and Rio de Janeiro states (Brazil). *Neues Jahrbuch Fur Mineralogie-Abhandlungen*, v. 146, p. 133-150, 1983.

CORRÊA GOMES, L.C., TANNER DE OLIVEIRA, M.A.F., MOTTA, A.C. e MOREIRA CRUZ, M.J.. *Província de diques máficos do estado da Bahia: Mapa, estágio atual do conhecimento e evolução temporal.*, Salvador: SGM, 1996.144. p.

CORRÊA GOMES, L.C., SOUZA FILHO, C.R., MARTINS, C.J.F.N., OLIVEIRA, E.P. Development of symmetrical and asymmetrical fabrics in sheet-like igneous bodies: the role of magma flow and wall-rock displacements in theoretical and natural cases. *Journal of structural geology*, v. 23, p.1415-1428, 2001.

COUTINHO, J.M.V. Dyke Swarms of the Paraná Triple Junction, Southern Brazil. *Revista do Instituto de Geociências – Geologia, Série Científica*, São Paulo, v. 8, p.29-52, 2008.

CURY, L. F. *Geologia do Terreno Paranaguá*. 2009. 187p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de Paulo, São Paulo, 2009.

DECKART, K.; FÉRAUD, G.; MARQUES L.S. e BERTRAND, H. New time constraints on dyke swarms related to the Paraná-Etendeka magmatic province, and subsequent South Atlantic opening, southeastern Brazil. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, v. 80, p.67-83, 1998.

ERNESTO, M.; MARQUES, L. S.; PICCIRILLO, E. M.; MOLINA, E. C.; USSAMI, N.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; BELLINI, G. Paraná Magmatic Province - Tristan da Cunha plume system: Fixed versus mobile plume, petrogenetic considerations and alternative heat sources. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, v.118, p.102-112. 2002.

EYLES, N.; EYLES, C.H. Glacial geologic confirmation of an intraplate boundary in the Paraná basin of Brazil. *Geology*, v. 21, p.459–462. 1993.

FERREIRA, F.J.F.. *Alinhamentos Estruturais –Magnéticos da Região Centro-oriental da Bacia do Paraná e seu significado tectônico: Reavaliação da Potencialidade e Prospectividade em Hidrocarbonetos*. 1982. p.144–166. Consórcio CESP-IPT.

FRANCO, A.O.B; HACKSPACHER, P.C.; SAAD, A.R.; NETO, J.C.H. Evidências da evolução pós-cretácea do arco de ponta grossa: Termocronologia por traços de fissão em apatitas. In: IVSIMPÓSIO DE VULCANISMO E AMBIENTES ASSOCIADOS, 4., 2008, Foz do Iguaçu. *Anais...Foz do Iguaçu*, 2008.

GALLAGHER, K. e HAWKESWORTH, C.J. Mantle plumes, continental magmatism and asymmetry in the South Atlantic. *Earth and Planetary Science Letters*, v.123, p.105-117. 1994.

GARDA, G.M. *Os diques básicos e ultrabásicos da região costeira entre as cidades de São Sebastião e Ubatuba*, Estado de São Paulo. 1995. 156p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

GUEDES, E.; HEILBRON, M.; VASCONCELOS, P. M.; VALERIANO, C. M; ALMEIDA, J. C. H.; TEIXEIRA, W.; THOMAZ FILHO, A. K-Ar and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages of dikes emplaced in the onshore basement of the Santos Basin, Resende area, SE

Brazil: Implications for the South Atlantic opening and Tertiary reactivation. *Journal of South American Earth Science*, Oxford, v. 18, p.371-382. 2005.

HAWKESWORTH, C.J.; GALLAGHER, K.; KELLEY, S.; MANTOVANI, M.; PEATE, D.W.; REGELOUS, M.; ROGERS, N.W. Paraná magmatism and the opening of the South Atlantic. In: STOREY, B.C.; ALABASTER, T.; PANKHURST, R.J. (Ed.). *Magmatism and the causes of continental break-up*. London: Geological Society, 1992. Special Publication of the Geological Society of London, v. 68, p.221–240.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; CAMPOS NETO, M.; SILVA, L. C.; TROUW, R. A. J. e JANASI, V. C. A Província Mantiqueira: In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Ed.) *O Desvendar de um Continente: A Moderna Geologia da América do Sul e o Legado da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, 2004. p.203–234.

HEILBRON, M., VALERIANO, C., TASSINARI, C.G., ALMEIDA, J.C.H., TUPINAMBA, M., SIGA JR, O. , TROUW, R. Correlation of Neoproterozoic terranes between the Ribeira Belt, SE Brazil and its African counterpart: comparative tectonic evolution and open questions. In: PANKHURST, R. J.; TROUW, R. A. J.; DE BRITO NEVES, B. B.; DE WIT, M. J. (Ed.) *West Gondwana: Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region*. London: Geological Society, 2008. p. 211–237. Special Publications, 294.

HOUSEMAN, G.A. The thermal structure of mantle plumes: axisymmetric or triple-junction?, *Geophys. J. Int.*, v. 102, p. 15–24, 1990.

LOPES, O.F. Zoneamento metamórfico da formação Rio das Cobras do pré-Cambriano do Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3, 1987, Curitiba. *Atas...* Curitiba: SBG, 1987. v.1, p.303-312.

MACHADO JR., D. L. *Condicionamento Estrutural e Contexto Tectônico do "Alinhamento de Guapiara"*. São Paulo. 2000.143 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MACKENZIE, W.S., DONALDSON, C.H., GUILFORD, C. *Atlas of Igneous Rocks and their Textures*. Harlow: Longman Scientific and Technical, 1982. 148 p.

MARQUES L.S. e ERNESTO M. O magmatismo Toleítico da Bacia do Paraná. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO-NEVES, B.B. (Ed.) *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: SBG-SP, Editora Beca, 2004. p.245-263.

MEISLING, E. ;COBBOLD, P. R. E; MOUNT, V. S. Segmentation of an obliquely rifted margin, Campos and Santos basins, southeastern Brazil. *AAPG Bulletin*, v. 85, n. 11, p. 1903–1924, 2001.

MELLO, C.L.; FERRARI, A.L. Curso:Neotectônica. Roteiro de campo. In: IX SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 9., 2003, Búzios. *Anais...Búzios*, 2003.

MILANI, E.J.; FRANÇA, A.B.; SCHNEIDER, R.L. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobras*. Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 69–82, 1994.

MOULIN,M.; ASLANIAN, D.; UNTERNEHR, P. A new starting point for the South and Equatorial Atlantic Ocean. *Earth-Science Reviews*, v. 98, p.1–37, 2010.

OLIVEIRA, E.P. e MONTES, M.L.. Os Enxames De Diques Máficos Do Brasil. In: CONGRESSO BRÁSILEIRO DE GEOLOGIA., 33., 1984, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SBG, 1984. v. 9, p. 4137-4154.

PICCIRILLO, E.M., BELLINI, G., CAVAZZINI, G., COMIN-CHIARAMONTI, P., PETRINI, R., MELFI, A.J., PINESI, J.P.P., ZANTADESCHI, P. e DEMIN, A. Lower Cretaceous tholeiitic dyke swarms from the Ponta Grossa (southeast Brazil): Petrology, Sr-Nd isotopes and genetic relationships with the Paraná flood volcanics. *Chemical Geology*, v. 89, p. 19-48, 1990.

RAPOSO, M. I. B.; ERNESTO, M. Rochas intrusivas do Arco de Ponta Grossa: resultados paleomagnéticos preliminares. *Rev. Bras. Geociências.*, v. 19, p.393-400. 1989.

RAPOSO, M.I.B.; EMESTO, M. An early Cretaceous paleomagnetic pole from Ponte Grossa dykes (Brazil): implications for the South America Mesozoic APWP. *Journal of Geophysical Research*, v. 100 (B10), p.20095-20109, 1995.

RAPOSO, M. I. B.; ERNESTO, M.; RENNE, P. R. Paleomagnetism and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of the Early Cretaceous Florianópolis dike swarm (Santa Catarina Island), Southern Brazil. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, Netherlands, v. 108, p.275-290, 1998.

RENNE, P. R.; DECKART, K.; ERNESTO, M.; FERAND, G.; PICCIRILLO, E. M. Age of the Ponta Grossa dike swarm (Brazil), and implications to Paraná flood volcanism. *Earth and Planetary Science Letters*, v.144, p.199-211, 1996.

RICCOMINI, C. *O Rift continental do sudeste do Brasil*. 1989. 256 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade São Paulo, São Paulo, 1989.

SIGA JUNIOR, O. *Domínios tectônicos do Sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina: Geocronologia e evolução crustal*. 1995. 212p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

STRUGALE, M.; ROSTIROLLA, S.P.; MANCINI, F.; PORTELA FILHO, C.V. Compartimentação Estrutural das formações Pirambóia e Botucatu na região de São Jerônimo da Serra – Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*. v. 34, n. 3, p.303–316, 2004.

STRUGALE M.; ROSTIROLLA S.P.; MANCINI F.; PORTELA FILHO C.V.; FERREIRA F.J.F. e FREITAS R.C. Structural framework and Mesozoic-Cenozoic evolution of Ponta Grossa Arch, Paraná basin, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 24, p. 203-227, 2007.

SZATMARI, P.; BATISTA, J.; FRANCOLIN, L.; ZANOTTO, O.; WOLFF, S. Evolução Tectônica da margem equatorial brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 17, n. 2, p.180–188, 1987.

TESFAYE. S.; KUSKY. T.T.; HARDING. D. Early Continental breakup boundary and migration of the Afar triple junction, Ethiopia. *Geological Society of American Bulletin*, v.115, p.1053– 1067, 2003.

TETZNER, W. Tectônica, petrografia e geoquímica dos diques toleíticos no Cabo de Búzios (RJ). 2002. 88 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

THOMAZ-FILHO, A.; RODRIGUES, A.L. O alinhamento de rochas alcalinas Poços de Caldas-Cabo Frio (RJ) e sua continuidade na Cadeia Vitória-Trindade – *Revista Brasileira de Geociências*, v. 29, n. 2, p.189-194, 1999.

THOMAZ FILHO, A.; CESERO, P. de; MIZUSAKI, A.M.; LEÃO, J.G. Hot spot volcanic tracks and their implications for South American plate motion, Campos basin (Rio de Janeiro state), Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, Oxford, v. 18, n. 3/4, p. 383-389, 2005.

TOMAZZOLI, E.R. e PELLERIN, J.R.G.M.. O Enxame de Diques de Florianópolis na Ilha de Santa Catarina (SC): Mapa geológico. In: SIMPÓSIO DE VULCANISMO E AMBIENTES ASSOCIADOS, 4., 2008, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: SBG, 2008. 1 CD-ROM.

TROUW, R. A. J.; HEILBRON, M.; Ribeiro, A.; Paciullo, F.V.P.; Valeriano, C.M.; Almeida, J.C.H.; Tupinambá, M.; ANDREIS, R.R.. The central segment of the Ribeira Belt. In: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. (Ed.) *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro: SBG, 2000. p.287–310.

TURNER, S.; REGELOUS, M.; KELLEY, S.; HAWKESWORTH, C.; MANTOVANI, M. Magmatism and continental break-up in the South Atlantic: high precision ⁴⁰Ar-³⁹Ar geochronology. *Earth and Planetary Science Letters*. v. 121, 1994.

USSAMI N.; KOLISNYK A.; RAPOSO M.I.B.; FERREIRA F.J.F.; MOLINA E.C.; ERNESTO M.. Detectabilidade magnética de diques do Arco de Ponta Grossa: um estudo integrado de magnetometria terrestre/aérea e magnetismo de rocha. *Revista Brasileira de Geociências*, v.21, n. 4, p.317-327,1991.

VALENTE S.C.. Geochemical and isotopic constraints on the petrogenesis of the Cretaceous dykes of Rio de Janeiro, Brazil. 1997. 366 p. Tese (Doutorado) - The Queen's University of Belfast, Belfast, 1997.

VIEIRA, A.J., Geologia do Centro e Nordeste do Paraná e Centro-sul de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1973, Aracaju. *Anais...* Aracaju: SBG, 1973. v. 3, p. 259– 277.

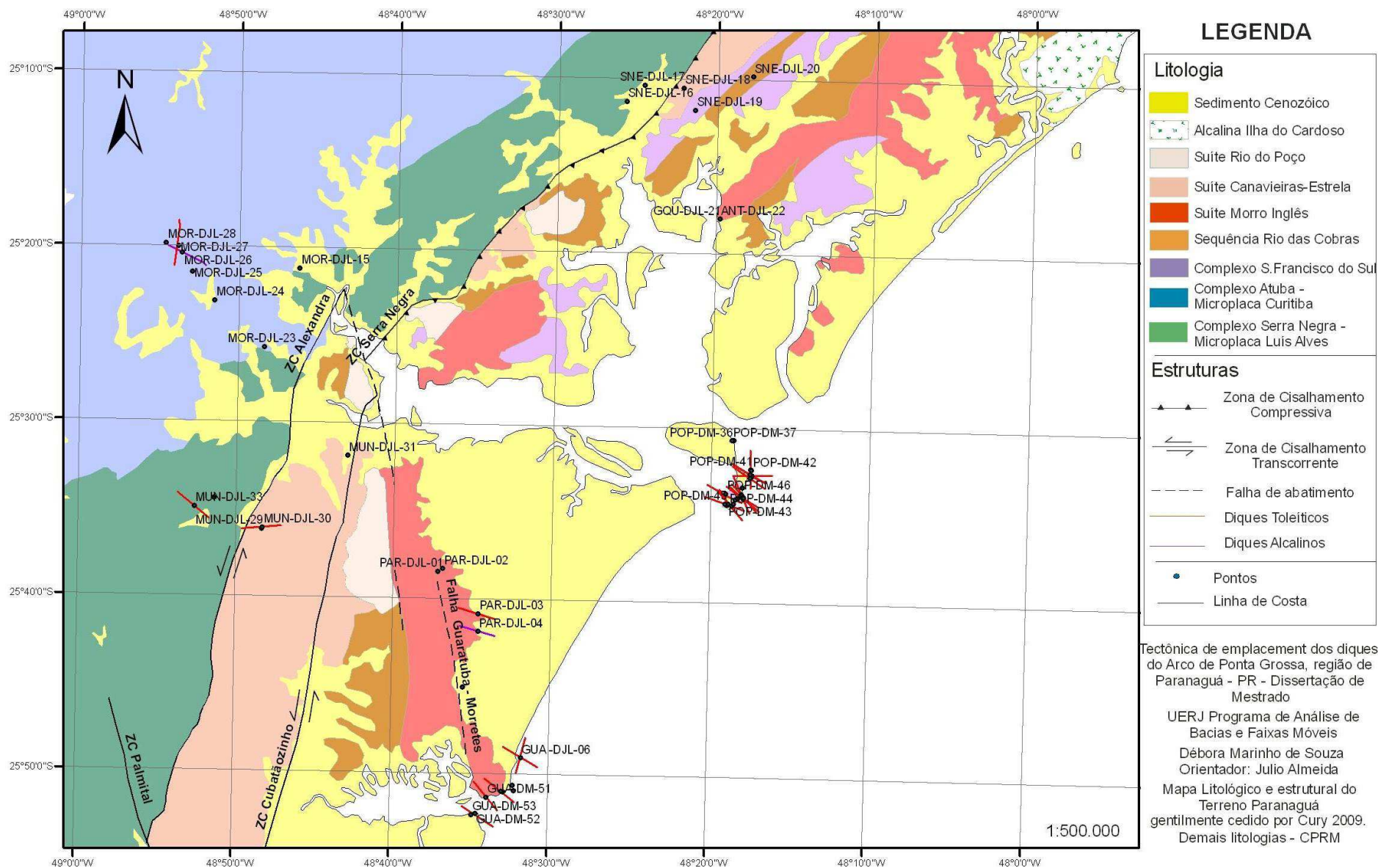
WHITE, R.; MCKENZIE, D.J. Magmatism at rift zones: the generation of volcanic continental margins and flood basalts. *Journal of Geophysical Research*, v. 94 (B6), p. 7685-7729, 1989.

WOLFENDEN, E.; EBINGER C.; YIRGU G.; DEINO A.; AYALEW D. Evolution of the northern Main Ethiopian rift: Birth of a triple junction. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 224, p.213-228, 2004.

ZALÁN, P.V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J.C.J.; ASTOLFI, M.A.M.; VIEIRA, I.S.; APPI, V.T.; NETO, E.V.S.; CERQUEIRA, J.R.; MARQUES, A. The Paraná Basin, Brazil. In: LEIGHTON, M.W.; KOLATA, D.R.; OLTZ, D.F.; EIDEL, J.I. (Ed.). *Interior Cratonic Basins*: Tulsa: AAPG, 1990. p. 81–708. AAPG Memoir, 51.

ZALÁN, P.V.; OLIVEIRA, J.A.B. Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro

APÊNDICE A – Mapa Geológico e de Pontos da Área



APÊNDICE B - Tabela de Pontos (Continua)
DATUM - Córrego Alegre - Zona UTM 22S

Ponto	Latitude	Longitude	Litologia	Dique	Sentido	Indicador	Data
PAR-DJL-01	7161880	738954	Suíte Morro Inglês				14/05/2008
PAR-DJL-02	7162152	739492	Suíte Morro Inglês				14/05/2008
PAR-DJL-03	7157370	743250	Suíte Morro Inglês	Toleítico	Destral	Degraus	14/05/2008
PAR-DJL-04	7155487	743219	Suíte Morro Inglês	Alcalino			14/05/2008
PAR-DJL-05	7149638	741569	Suíte Morro Inglês				14/05/2008
GUA -DJL-06	7142098	747724	Suíte Morro Inglês	Toleítico	Destral	Zigue-zague	14/05/2008
POP-DJL-07	7168755	770107	Complexo São Francisco do Sul				15/05/2008
POP-DJL-08	7168982	770294	Complexo São Francisco do Sul	Toleítico			15/05/2008
POP-DJL-09	7169432	770497	Complexo São Francisco do Sul	Toleítico			15/05/2008
POP-DJL-10	7169560	770743	Complexo São Francisco do Sul				15/05/2008
POP-DJL-11	7169713	771143	Complexo São Francisco do Sul	Toleítico			15/05/2008
POP-DJL-12	7169552	771299	Complexo São Francisco do Sul				15/05/2008
POP-DJL-13	7169619	771367	Complexo São Francisco do Sul	Toleítico			15/05/2008
POP-DJL-14	7170707	771221	Complexo São Francisco do Sul				15/05/2008
MOR-DJL-15	7193974	724390	Complexo Atuba	Toleítico			16/05/2008
SNE-DJL-16	7211629	759019	Compleso Serra Negra				16/05/2008
SNE-DJL-17	7213329	760936	Compleso Serra Negra				16/05/2008
SNE-DJL-18	7213049	765063	Suíte Canavieiras-Estrela				16/05/2008
SNE-DJL-19	7210701	766305	Suíte Canavieiras-Estrela				16/05/2008
SNE-DJL-20	7214210	772423	Sequência Rio das Cobras				16/05/2008
GQU-DJL-21	7199164	768857	Suíte Morro Inglês				17/05/2008
ANT-DJL-22	7199164	768857	Suíte Morro Inglês	Toleítico			17/05/2008
MOR-DJL-23	7185682	720650	Complexo Atuba	Toleítico			17/05/2008
MOR-DJL-24	7190614	715373	Complexo Atuba				17/05/2008
MOR-DJL-25	7193642	713034	Complexo Atuba				17/05/2008
MOR-DJL-25	7193642	713034	Complexo Atuba	Toleítico			17/05/2008
MOR-DJL-26	7195693	711931	Complexo Atuba	Alcalino			17/05/2008
MOR-DJL-27	7196412	711570	Complexo Atuba	Toleítico			17/05/2008
MOR-DJL-28	7196723	710217	Complexo Atuba				17/05/2008

APÊNDICE B - Tabela de Pontos (Continuação)

Ponto	Latitude	Longitude	Litologia	Dique	Sentido	Indicador	Data
MUN-DJL-29	7166421	720330	Suíte Canavieiras-Estrela				18/05/2008
MUN-DJL-30	7166549	720410	Suíte Canavieiras-Estrela	Toleítico			19/05/2008
MUN-DJL-31	7174152	729451	Suíte Canavieiras-Estrela	Toleítico			20/05/2008
MUN-DJL-32	7169742	715315	Compleso Serra Negra	Toleítico			21/05/2008
MUN-DJL-33	7168867	713193	Compleso Serra Negra	Toleítico			18/05/2008
POP-DM-34A	7171950	772257	Complexo São Francisco do Sul	Toleítico			06/10/2008
POP-DM-34B	7171965	772242	Complexo São Francisco do Sul	Toleítico			06/10/2008
POP-DM-34C	7172008	772191	Complexo São Francisco do Sul	Toleítico			06/10/2008
POP-DM-35	7172088	772075	Complexo São Francisco do Sul	Toleítico			06/10/2008
POP-DM-36	7175683	770329	Complexo São Francisco do Sul				06/10/2008
POP-DM-37	7175684	770128	Complexo São Francisco do Sul				06/10/2008
POP-DM-38	7169992	771099	Complexo São Francisco do Sul	Toleítico	Destral/Sinistral	Toco	07/10/2008
POP-DM-39	7171678	772115	Complexo São Francisco do Sul				07/10/2008
POP-DM-40	7171735	772069	Complexo São Francisco do Sul	Toleítico			07/10/2008
POP-DM-41	7172582	772128	Complexo São Francisco do Sul	Toleítico			07/10/2008
POP-DM-42	7172505	772174	Complexo São Francisco do Sul	Toleítico	Destral	Toco	07/10/2008
POP-DM-43	7168858	769607	Complexo São Francisco do Sul	Toleítico			08/10/2008
POP-DM-44	7168991	769719	Complexo São Francisco do Sul	Toleítico			08/10/2008
POP-DM-45	7168991	769397	Complexo São Francisco do Sul	Toleítico			08/10/2008
POP-DM-46	7170048	769444	Complexo São Francisco do Sul	Toleítico			08/10/2008
GUA-DM-47	7139192	746885	Suíte Morro Inglês				09/10/2008
GUA-DM-48	7138630	747002	Suíte Morro Inglês				09/10/2008
GUA-DM-49	7138494	745837	Suíte Morro Inglês				09/10/2008
GUA-DM-50	7138552	745680	Suíte Morro Inglês				10/10/2008
GUA-DM-51	7137937	744092	Suíte Morro Inglês				10/10/2008
GUA-DM-52	7136321	744264	Suíte Morro Inglês				10/10/2008
GUA-DM-53	7136204	744138	Suíte Morro Inglês	Toleítico			10/10/2008

APÊNDICE C – Mapa de Pontos e Diques da Ilha do Mel



Fonte: Google Earth