

## CAPÍTULO 5: MODELOS GEODINÂMICOS

### 5.1: Introdução

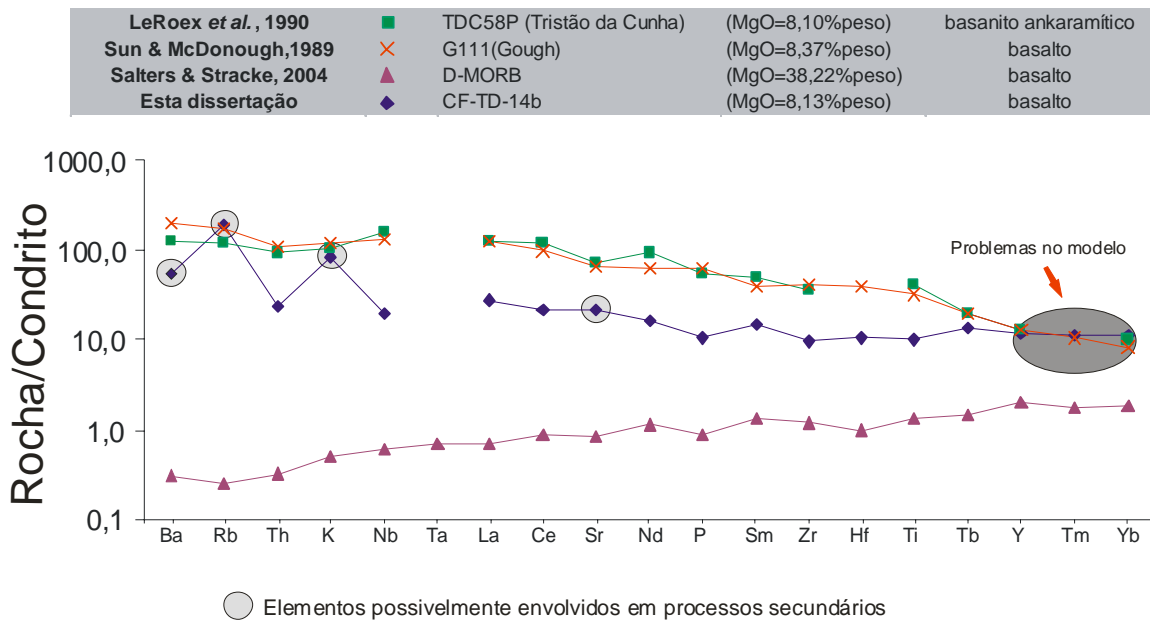
Modelos binários para mistura de fontes serão apresentados neste capítulo com o intuito de discriminar componentes mantélicos possivelmente envolvidos na petrogênese da suíte de baixo-TiO<sub>2</sub>. Os modelos (**seção 5.2**) foram elaborados com base na concentração de uma seleção de elementos traços na amostra parental da suíte de baixo-TiO<sub>2</sub> (amostra CF-TD-14b) bem como em materiais representativos de componentes mantélicos férteis (isto é, do tipo pluma), enriquecidos (isto é, do tipo manto litosférico subcontinental) e empobrecidos (isto é, do tipo D-MORB do inglês *Depleted-MORB*). Modelos geodinâmicos relacionados a gênese da suíte de baixo-TiO<sub>2</sub> do Enxame de Diques da Serra do Mar na área de estudo foram, então, elaborados com base nos resultados da modelagem binária (**Seção 5.3**). As conclusões foram, então, apresentadas no final deste capítulo (**Seção 5.4**).

### 5.2: Modelos binários para mistura de fontes

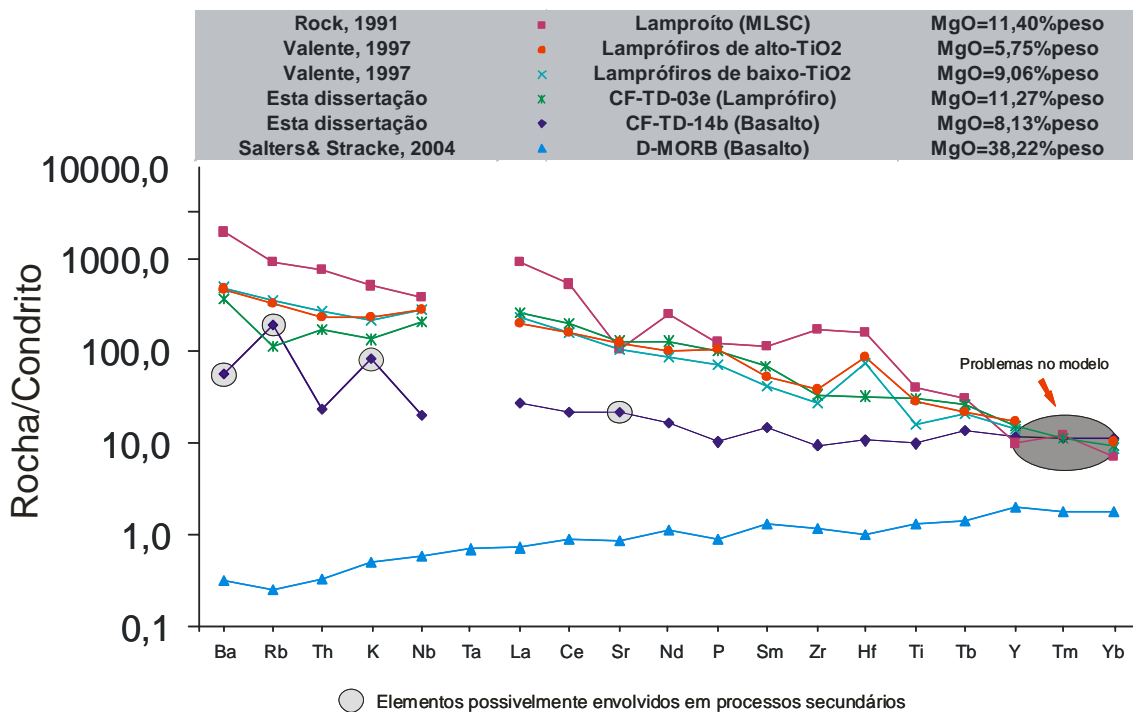
Modelos binários podem ser construídos de modo a avaliar o envolvimento de distintos componentes mantélicos na petrogênese de suítes basálticas. As equações utilizadas na modelagem binária são relativamente simples (**Faure, 1986**) e os modelos podem ser construídos para elementos, razões de elementos ou razões isotópicas. Funções lineares no espaço xy representam modelos de mistura binária para elementos, enquanto que funções hiperbólicas representam estes modelos no caso de razões de elementos e razões isotópicas. As equações também podem ser utilizadas para representar os resultados dos modelos em diagramas multielementares normalizados. Esta última forma foi a preferida para a representação dos modelos binários neste capítulo.

A modelagem binária foi elaborada de modo a testar a mistura de duas fontes com base nas concentrações de uma seleção de elementos traços incompatíveis. Os elementos Ba, Rb, K e Sr não foram utilizados nos modelos porque os cálculos de regressão pelo método dos mínimos quadrados indicaram que as concentrações destes elementos devem ter sido afetadas por processos secundários (**Capítulo 4; Seção 4.2**). A amostra CF-TD-14b foi considerada representativa da composição do líquido parental da suíte de baixo-TiO<sub>2</sub> e, portanto, daquela o mais próximo possível da composição da fonte.

Amostras representativas de componentes litosféricos e astenosféricos foram plotadas em diagramas multielementares normalizados para condrito (**Thompson et al., 1982**) para uma avaliação inicial de possíveis fontes envolvidas na petrogênese da suíte de baixo-TiO<sub>2</sub> (**Figuras 5.1 e 5.2**). Uma amostra de basalto da Ilha de Gough (G111, **Sun & McDonough, 1989**) e uma amostra de basanita ankaramítico da Ilha de Tristão da Cunha (TDC58P, **LeRoex et al., 1990**) foram utilizadas para representar componentes astenosféricos férteis, isto é, do tipo pluma. G111 é tida também como uma composição representativa de um componente do tipo EM (*enriched mantle*). Estas amostras foram selecionadas com base nas suas concentrações de MgO (G111; 8,37%peso e TDC58P; 8,10%peso) semelhantes àquela da amostra CF-TD-14b (MgO=8,13%peso), também utilizada nos modelos binários. Uma amostra representativa de basaltos de cordilheiras oceânicas (D-MORB, **Salter & Stracke, 2004**) foi utilizada para representar um componente astenosférico empobrecido. Finalmente, amostras de lamproíto (**Rock, 1991**) e lamprófiros (**Valente, 1997; esta dissertação**) foram utilizadas como representantes do manto litosférico subcontinental em larga escala e do manto litosférico subcontinental local, respectivamente. Todas as composições utilizadas nos modelos são apresentadas nas **Tabelas 5.1 e 5.2**.



**Figura 5.1:** Diagrama de variação normalizado para o padrão de **Thompson (1982)**, **Sun (1980)** e **Hawkesworth *et al.*, (1984)**, onde é plotada a amostra parental da suíte de baixo-TiO<sub>2</sub> da área de estudo (CF-TD-14b) e amostras representativas de componentes do tipo pluma (TDC58P-Tristão da Cunha; **LeRoex *et al.*, 1990** e G111-Gough; **Sun & McDonough, 1989**) e do tipo empobrecido (D-MORB; **Salters & Stracke, 2004**).



**Figura 5.2:** Diagrama de variação normalizado para o padrão de **Thompson (1982)**, **Sun (1980)** e **Hawkesworth *et al.*, (1984)**, onde é plotada a amostra parental da suíte de baixo-TiO<sub>2</sub> da área de estudo (CF-TD-14b), os exemplos de

lamprófiros de alto-TiO<sub>2</sub> e baixo-TiO<sub>2</sub> da série alcalina do Enxame de Diques da Serra do Mar (Valente, 1997), um lamprófiro de alto-TiO<sub>2</sub> (CF-TD-03e) coletado na área de estudo, e um representante dos basaltos de cordilheiras oceânicas (D-MORB; Salters & Stracke, 2004).

**Tabela 5.1** – Amostras utilizadas na modelagem binária de fontes, bem como suas respectivas concentrações de MgO (%peso) e o tipo de rocha.

Autor	Amostra	MgO	Rocha
LeRoex <i>et al.</i> , 1990	TDC58P	8,10	Basanita ankaramítico
Sun & McDonough, 1989	G111	8,37	Basalto
Salters & Stracke, 2004	D-MORB	38,22	Basalto
Rock, 1991	Lamproíto	11,40	Lamproíto
Valente, 1997	Lamprófiros de alto-TiO <sub>2</sub> (média)	5,75	Tefrito
Valente, 1997	Lamprófiros de baixo-TiO <sub>2</sub> (média)	9,06	Basanita
Esta dissertação	CF-TD-14b	8,13	Basalto
Esta dissertação	CF-TD-03e	11,27	Lamprófiro

**Tabela 5.2** – Concentrações normalizadas para o padrão de Thompson, (1982) dos elementos traços incompatíveis utilizados na modelagem binária para misturas de fontes. Os componentes são aqueles listados na Tabela 5.1.

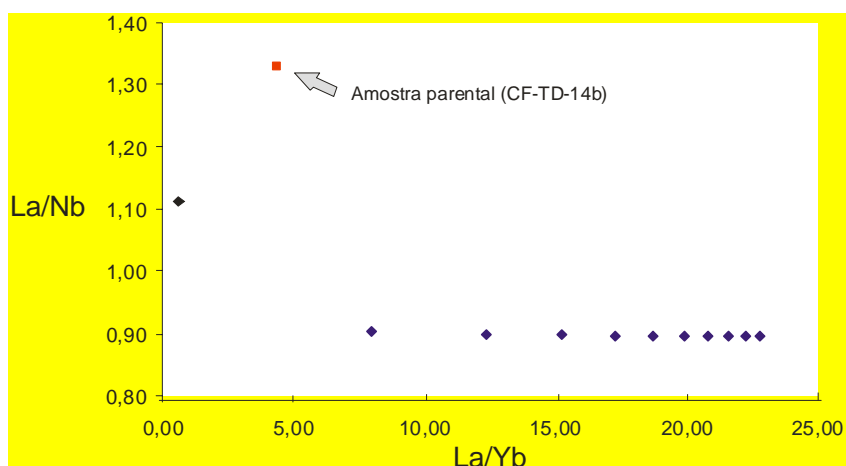
Elementos	Parental	Tristão da Cunha	Gough		(MLSC)	Lamprófiro		
	CF-TD-14b	TDC58P	G111		D-MORB	Lamproíto	alto-TiO2	baixo-TiO2
Ba <sub>N</sub>	55	123	197	0,31	2000	468	488	368
Rb <sub>N</sub>	191	120	177	0,25	929	335	364	114
Th <sub>N</sub>	24	95	108	0,33	762	236	270	167
K <sub>N</sub>	84	102	118	0,50	505	236	216	132
Nb <sub>N</sub>	20	160	131	0,60	386	287	283	206
Ta <sub>N</sub>								
La <sub>N</sub>	27	125	125	0,71	942	199	229	266
Ce <sub>N</sub>	22	117	98	0,89	543	159	160	198
Sr <sub>N</sub>	22	74	67	0,83	106	126	107	128
Nd <sub>N</sub>	17	95	64	1,13	249	103	86	127
P <sub>N</sub>	10	55	63	0,88	123	106	71	102
Sm <sub>N</sub>	15	49	40	1,33	113	52	41	19
Zr <sub>N</sub>	9	36	41	1,16	170	37	28	34
Hf <sub>N</sub>	11		39	1,00	155	88	74	32
Ti <sub>N</sub>	10	41	32	1,29	40	29	16	32
Tb <sub>N</sub>	13	20	20	1,44	31	22	21	27
Y <sub>N</sub>	12	13	13	2,04	10	17	14	15
Tm <sub>N</sub>	11	0	10	1,76	12			11
Yb <sub>N</sub>	11	10	8	1,82	7	10	9	10

Os padrões dos diagramas das **Figuras 5.1 e 5.2** permitem concluir que a composição da amostra CF-TD-14b não pode ser representada por uma mistura de componentes do tipo fértil (pluma) e enriquecida (manto litosférico subcontinental). Isto só seria possível se o padrão da amostra CF-TD-14b plotasse numa posição intermediária aos padrões das amostras representativas dos componentes litosféricos (lamprófiros e lamproíto) e astenosféricos férteis utilizados (G111-Gough e TDC58P-Tristão da Cunha). No entanto, as concentrações dos elementos traços utilizados na modelagem, tanto no caso dos componentes litosféricos quanto dos componentes férteis, são mais elevadas que aquelas da amostra CF-TD-14b, inviabilizando a mistura. Por outro lado, os padrões que aparecem nas **Figuras 5.1 e 5.2** mostram que um componente empobrecido esteve envolvido na petrogênese dos basaltos da suíte de baixo-TiO<sub>2</sub>.

As concentrações de vários elementos traços do basalto CF-TD-14b podem, portanto, representar as seguintes misturas de componentes mantélicos: D-MORB + Pluma e D-MORB + MLSC (manto litosférico subcontinental) (**Figuras 5.1 e 5.2**). Exceção deve ser feita para os elementos Y, Tm e Yb cujas concentrações, na amostra CF-TD-14b, não podem ser explicadas como resultado de misturas dos componentes mantélicos citados acima. Os valores de Ba, Rb, K e Sr apresentaram valores discrepantes devido à mobilidade já citada anteriormente. Com base no exposto e, considerando-se que a composição de D-MORB satisfatória, modelos binários foram construídos de modo a estimar-se as composições dos componentes litosférico e pluma possivelmente envolvidos na petrogênese dos basaltos de baixo-TiO<sub>2</sub>.

Um primeiro modelo elaborado simula a mistura de componentes do tipo empobrecido, ou seja, D-MORB e fértil, ou seja, pluma (Gough). O melhor resultado (isto é, aquele que gera um valor de mistura ( $f$ ) que expressa as concentrações da maior parte dos elementos traço utilizados no modelo) obtido para o modelo foi uma mistura binária com 78% de D-MORB e 22% de Gough. Este valor de mistura explica satisfatoriamente (isto é, com uma diferença percentual inferior a 10% entre os valores obtidos pelo modelo e os valores medidos) as concentrações dos elementos Th, La, Ce, Nd, Zr e Hf. No entanto,

as concentrações de Nb, P, Sm, Ti, Tb, Y, Tm e Yb, em especial dos cinco últimos elementos, não podem ser explicadas pelo modelo. Os resultados do modelo foram melhorados após ajustes feitos para P, Ti e Sm com base nas composições de amostras representativas da pluma de Tristão da Cunha ( $P_2O_5=0,45\%$  peso e  $TiO_2=4,27\%$  peso, basanita ankaramítico TDC59; **LeRoex et al., 1990**) e OIB (Sm=13ppm; **Sun, 1980**). Não foram encontrados valores de Nb, Tb, Y, Tm e Yb de amostras representativas de componentes do tipo pluma capazes de explicar as concentrações destes elementos na amostra CF-TD-14b como resultantes do processo de mistura binária envolvendo um componente empobrecido (D-MORB) e fértil (pluma). A mistura binária entre estes componentes com valores de  $f=0,78$  implicaria num membro final tipo pluma com Nb= 31ppm, Tb= 2,7ppm, Y= 95ppm, Tm=1,5ppm e Yb=9,5ppm. Os valores de Tb, Y, Tm e Yb indicados pelo modelo são muito superiores àqueles comumente representativos de componentes tipo pluma. Além disso, estes valores geram uma razão La/Nb=1,3, portanto, atípica para um componente tipo fértil (pluma), que possui caracteristicamente anomalias positivas em Nb (ou seja,  $La/Nb < 1$ ). Cálculos de mistura binária envolvendo as razões La/Yb x La/Nb de componentes tipo pluma e D-MORB também mostraram que os mesmos não estiveram envolvidos na petrogênese dos basaltos de baixo-TiO<sub>2</sub> (**Figura 5.3**).



**Figura 5.3:** Diagrama La/Yb versus La/Nb com resultados do modelo binário entre um componente empobrecido (D-MORB; **Salters & Stracke, 2004**) e fértil (G111-Gough; **Sun & McDonough, 1989**). A amostra parental da suíte de baixo-TiO<sub>2</sub> da área de estudo (CF-TD-14b) aparece plotada no diagrama. Os intervalos de mistura (losangos) a 10% de  $f$ .

Um segundo modelo simula a mistura de componentes do tipo empobrecido, ou seja, D-MORB e do tipo enriquecido, ou seja, manto litosférico subcontinental (MLSC).

Comumente, o lamproíte de **Rock (1991)** é utilizado como representante do manto litosférico subcontinental em modelos de mistura binária. No entanto, o diagrama da **Figura 5.2** mostra que o padrão deste lamproíte é bastante irregular diferindo, assim, do padrão regular da amostra CF-TD-14b. Isto explica porque não foi possível obter-se valores de  $f$  aplicáveis a um número razoável de elementos traços utilizados na modelagem. Por exemplo, uma mistura de 95% de D-MORB com 5% de lamproíte explicaria as concentrações de Nb e Zr (e, menos satisfatoriamente, também o Hf) na amostra CF-TD-14b, mas a diferença de valores medido (8,9ppm) e modelo (15,8ppm) para La seria superior a 75% para esta quantidade de  $f$  (isto é, 0,95). Logo, a composição do lamproíte utilizada na modelagem parece não representar o manto litosférico subcontinental local.

Composições de lamprófiros de alto-TiO<sub>2</sub> e baixo-TiO<sub>2</sub> da série alcalina do Enxame de Diques da Serra do Mar de idade Cretáceo Superior (**Valente, 1997**), tidas como representantes potenciais da composição do manto litosférico subcontinental local, foram utilizadas na modelagem binária. Os resultados mostraram que as quantidades relativas dos componentes envolvidos na mistura (isto é, D-MORB e MLSC) não variaram substancialmente utilizando-se composições médias seja dos lamprófiros de alto-TiO<sub>2</sub> ou dos lamprófiros de baixo-TiO<sub>2</sub> como membros finais representativos do manto litosférico subcontinental local. Exceção deve ser feita para o Ti, que resultou em envolvimentos de 43% e 67% do componente D-MORB no caso de membros finais representados por lamprófiros de baixo-TiO<sub>2</sub> e alto-TiO<sub>2</sub>, respectivamente. Em todo caso, os modelos indicaram uma ampla contribuição do componente empobrecido na mistura binária, embora variável. Por exemplo, as concentrações de Th, Nb, La, Ce, Nd e P da amostra CF-TD-14b poderiam ser explicadas por mistura binária envolvendo cerca de 88% (mínimo de 84%; máximo de 93%) do componente D-MORB. Já as concentrações de Sm, Zr, Hf

e Ti poderiam ser explicadas por um mínimo de 67% e um máximo de 78% de envolvimento do mesmo componente, com uma média em torno de 72%. Estes últimos valores desconsideram o resultado de 43% obtido pelo modelo com o membro final representado pelo lamprófiro de baixo-TiO<sub>2</sub>. Finalmente, o maior obstáculo à utilização das composições lampróficas selecionadas no modelo de mistura binária foi o resultado obtido para Tb, Y, Tm e Yb. Para estes três primeiros elementos, os resultados foram muito incoerentes e apontaram um envolvimento do componente D-MORB entre 20% a 60% e, no caso de Yb, o modelo não conseguiu nem mesmo gerar um resultado.

Um terceiro teste foi efetuado utilizando-se a composição do lamprófiro de alto-TiO<sub>2</sub> CF-TD-03e coletado na área de estudo e tido, também, como representante potencial do manto litosférico subcontinental local. No entanto, a composição deste lamprófiro não melhorou substancialmente os resultados obtidos anteriormente com a modelagem.

Os resultados mostraram que, a considerar-se as composições do membro final litosférico utilizadas, há a necessidade de uma maior contribuição do componente empobrecido (84-93%; média 88%) para o conjunto de elementos traços mais incompatíveis (Th, Nb, La, Ce, Nd e P). Em contrapartida, o envolvimento deste componente diminui (78-67%; média 72%) para elementos traços menos incompatíveis (Sm, Zr, Hf e Ti), passando a muito variável (60-20%) para Tb, Y e Tm até o caso do Yb para o qual as composições litosféricas não se aplicam.

Pelo exposto, fica claro que nem a composição clássica do lamprófiro (Rock, 1991) nem as composições dos lamprófios (Valente, 1997; esta dissertação) selecionadas parecem representar o manto litosférico subcontinental local se a composição da amostra parental, tida como representativa da fonte geradora, tiver que ser explicada por uma mistura envolvendo componente D-MORB e litosférico. Os lamprófios selecionados só



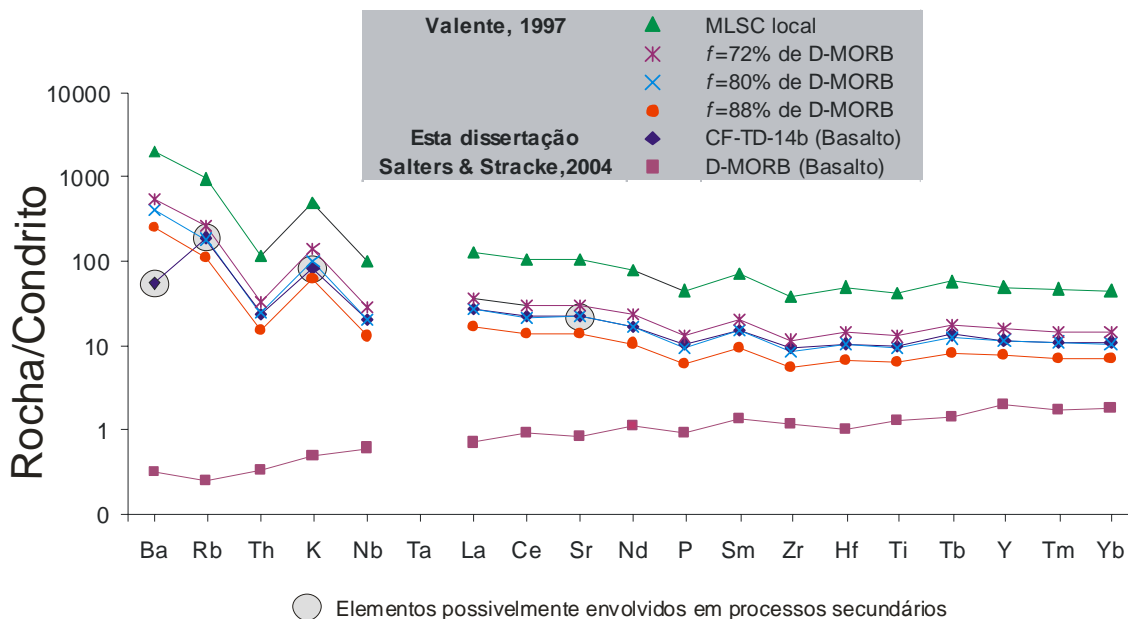
poderiam representar o manto litosférico subcontinental local se todos os elementos traços incompatíveis da amostra CF-TD-14b pudessem ser explicados por intervalos menos amplos de envolvimento do componente D-MORB. De um modo geral, um membro litosférico mais adequado ao modelo deveria ser menos enriquecido nos elementos traços mais incompatíveis, no caso de se optar por modelos com menor envolvimento do componente D-MORB, ou mais enriquecido nos elementos traços menos incompatíveis, no caso de modelos com maior envolvimento do componente D-MORB.

Possivelmente, a composição do manto litosférico subcontinental local deve ser um balanço entre os dois casos porque os lamprófiros devem representar pequenas quantidades de fusão parcial deste componente e, assim, ser relativamente mais enriquecidos nos elementos traços mais incompatíveis do que nos menos incompatíveis. A **Tabela 5.3** apresenta uma composição do manto litosférico subcontinental local resultante de um modelo de mistura binária.

A considerar-se a composição do componente litosférico apresentada na **Tabela 5.3**, o envolvimento do componente D-MORB deve ter sido algo entre as médias superior (88%) e inferior (72%) obtidas pelos modelos gerados com os lamprófiros, ou seja, algo em torno de 80% (**Figura 5.4**). Um componente litosférico adequado teria, assim,  $La/Yb_{(N)}=2,9$  e  $La/Nb_{(N)}=1,3$  (**Tabela 5.3**). Para este modelo binário, as diferenças entre as concentrações de elementos traços mais e menos incompatíveis (à exceção de elementos móveis, pelo exposto anteriormente) na fonte modelada e na fonte medida (representada pela amostra CF-TD-14b) são inferiores a 10% (0-9%; média de 3%). Vale ressaltar que o componente litosférico modelado apresenta a anomalia negativa de Nb característica do manto litosférico subcontinental.

**Tabela 5.3:** Composição do manto litosférico subcontinental local modelo normalizada para o padrão de **Thompson *et al.*, 1982**. Valores normalizados das razões La/Yb e La/Nb também são indicados na tabela.

<b>Elemento</b>	<b>MSCL local modelo</b>
<b>Ba<sub>N</sub></b>	2000
<b>Rb<sub>N</sub></b>	928,57
<b>Th<sub>N</sub></b>	119,05
<b>K<sub>N</sub></b>	505
<b>Nb<sub>N</sub></b>	100
<b>Ta<sub>N</sub></b>	
<b>La<sub>N</sub></b>	130,70
<b>Ce<sub>N</sub></b>	104,05
<b>Sr<sub>N</sub></b>	105,93
<b>Nd<sub>N</sub></b>	79,37
<b>P<sub>N</sub></b>	44,13
<b>Sm<sub>N</sub></b>	68,97
<b>Zr<sub>N</sub></b>	38,01
<b>Hf<sub>N</sub></b>	49
<b>Ti<sub>N</sub></b>	42,42
<b>Tb<sub>N</sub></b>	56,73
<b>Y<sub>N</sub></b>	49,50
<b>Tm<sub>N</sub></b>	47,06
<b>Yb<sub>N</sub></b>	45,45
<b>La/Yb(N)</b>	2,9
<b>La/Nb(N)</b>	1,3



**Figura 5.4:** Diagrama normalizado mostrando os testes de modelos binários para mistura de fontes do tipo empobrecida (D-MORB) e enriquecida (MLSC modelo) onde é plotada a amostra parental da suíte de baixo-TiO<sub>2</sub> da área de estudo (CF-TD-14b), bem como, os valores de  $f=88\%$ ,  $80\%$  e  $72\%$  do componente do tipo D-MORB na mistura.

### 5.3: Proposição de um modelo geodinâmico

Rochas basálticas podem ocorrer em diferentes ambientes tectônicos. Os ambientes tectônicos têm influência sobre os processos de fusão parcial das fontes que podem gerar rochas basálticas. Logo, os modelos petrogenéticos apresentados na **Seção 5.2** constituem, potencialmente, uma ferramenta importante para a geração de modelos geodinâmicos.

A formação dos diabásios toleíticos da suíte de baixo-TiO<sub>2</sub> do Enxame de Diques da Serra do Mar está associada ao rifteamento do Gondwana no Cretáceo Inferior (c.a. 130 Ma). O modelo de fusão parcial em equilíbrio modal construído para estudar as fontes prováveis das diferentes suítes de baixo-TiO<sub>2</sub> do enxame na área revelou que os basaltos toleíticos devem ter sido gerados partir de uma mesma fonte, com quantidades de fusão parcial distintas (**Capítulo 4; Seção 4.4**). Assim, a tectônica de rifteamento do Gondwana e consequente afinamento litosférico, deve ter controlado o regime de fusão

parcial de fontes, gerando as variáveis razões La/Yb de amostras representativas de prováveis suítes de baixo-TiO<sub>2</sub> na área de estudo.

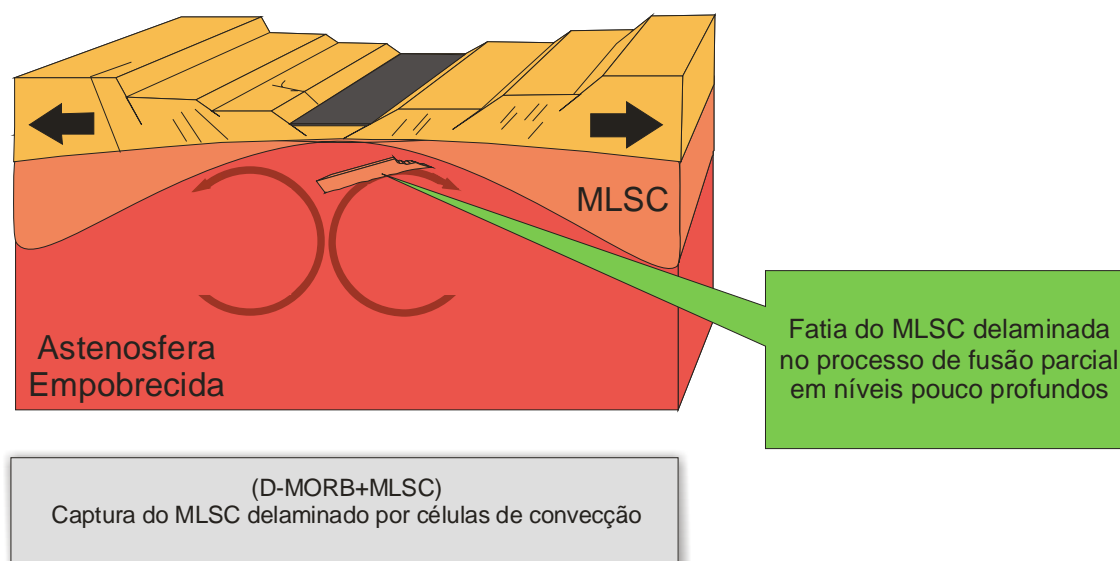
O modelo de mistura binária elaborado anteriormente (**Seção 5.2**) indica que houve uma forte participação (cerca de 80%) de um componente empobrecido na gênese dos diabásios estudados. Associadamente ao controle do processo de afinamento litosférico sobre a fusão parcial citado no parágrafo anterior, o resultado do modelo binário (isto é, ampla participação de componente D-MORB) remete a um cenário de estágio avançado de rifteamento continental e, possivelmente, até mesmo de formação de litosfera oceânica.

O modelo binário indicou a presença de um componente litosférico, ainda que minoritário (20%; **Seção 5.2**), na petrogênese dos diabásios estudados. O modelo apresentado em capítulo precedente (**Capítulo 4; Seção 4.4**), por sua vez, indicou que uma fonte enriquecida harzburgítica contendo necessariamente uma fase aluminosa de alta pressão (isto é, granada) esteve envolvida no processo de fusão parcial da suíte estudada. Vale ressaltar que fontes harzburgíticas sem granada não conseguem explicar a geração das distintas razões La/Yb dos basaltos de baixo-TiO<sub>2</sub> a partir de uma mesma fonte. A alternativa seria uma explicação a partir da geração destes basaltos por fontes distintas. Trabalhos recentes têm explicado a provincialidade geoquímica de suítes basálticas continentais como decorrência de heterogeneidades mantélicas em escala local resultantes do envolvimento de distintas litosferas amalgamadas durante a construção de orógenos Proterozóicos (*p.ex.*: **Valente et al., 2005**). No entanto, isto seria difícil de ser sustentado a partir de dados de campo, uma vez que os diabásios utilizados na modelagem estão localizados a pouca distância (cerca de 15Km) um do outro e ambos situam-se num mesmo terreno tectônico Proterozóico (isto é, o Terreno Cabo Frio; **Heilbron et al., 2004**). Logo, os resultados dos dois modelos apontam para a contribuição de uma litosfera espessa, isto é, com granada e, portanto, caracteristicamente continental, na petrogênese dos basaltos de baixo-TiO<sub>2</sub> na área de estudo. Isto parece ser contraditório a um cenário geodinâmico de avançado rifteamento, conforme exposto anteriormente. No entanto, trabalhos recentes sustentam que

processos de delaminação litosférica e *slab entrainment* devem ter ocorrido durante a formação de províncias basálticas (*p.ex.*: **Gibson et al., 2005**).

Com base no exposto, o seguinte modelo geodinâmico é proposto para explicar os processos petrogenéticos relacionados à Suíte Costa Azul estudada nesta dissertação (**Figura 5.4**). O modelo implica em delaminação do componente mantélico litosférico durante o processo de rifteamento. A participação do componente litosférico continental é necessária para explicar o controle da granada sobre o processo de fusão parcial (**Capítulo 4; Seção 4.4**). Este componente é preferível a litosfera envolvida em processos precedentes de subducção porque esta última tenderia a ser predominantemente oceânica e, assim, menos espessa e sem granada modal, mas sim com uma fase aluminosa de mais baixa pressão possivelmente representada por espinélio. O componente delaminado deve ter sido rapidamente capturado por células convectivas ascendentes do componente astenosférico empobrecido (D-MORB) e participado do processo de fusão parcial em níveis sublitosféricos rasos. Quanto maior o rifteamento, maior deve ter sido a descompressão adiabática tanto do componente sublitosférico quanto do componente litosférico delaminado e englobado nas células convectivas. Isto estaria de acordo tanto com o controle do afinamento litosférico quanto com o controle da fase aluminosa de alta pressão sobre o processo de fusão parcial.

O modelo geodinâmico proposto implica que as suítes basálticas de baixo-TiO<sub>2</sub> que ocorrem na porção mais oriental do Enxame de Diques da Serra do Mar devem ter sido geradas num estágio muito avançado de rifteamento do Gondwana. A ausência de participação de componentes empobrecidos na petrogênese das suítes basálticas de alto-TiO<sub>2</sub> que ocorrem mais a oeste (*p.ex.*: **Corval, 2005**) no mesmo enxame deve denotar que as duas grandes suítes do enxame (isto é, as de alto-TiO<sub>2</sub> na porção central e ocidental e as de baixo-TiO<sub>2</sub> na porção oriental do enxame) podem não ser contemporâneas. No entanto, o modelo geodinâmico proposto deve ser considerado preliminar e seu refinamento depende principalmente de dados geoquímicos isotópicos, incluindo geocronológicos.



**Figura 5.5:** Bloco diagrama mostrando o modelo geodinâmico de geração dos diabásios de baixo-TiO<sub>2</sub> que ocorrem na área de estudo.

#### 5.4: Conclusões

Os modelos binários apresentados mostraram que o envolvimento de um componente do tipo pluma na petrogênese dos basaltos de baixo-TiO<sub>2</sub> que ocorrem na área de estudo é improvável uma vez que concentrações de Nb utilizadas nos modelos de mistura binária implicam uma razão  $La/Nb_{(N)}=1,4$  na pluma modelo, o que não é corroborado pelos dados geoquímicos disponíveis para composições representativas de Tristão da Cunha e Gough ou mesmo de OIB's típicos, que têm  $La/Nb_{(N)} < 1$ .

O modelo petrogenético mais apropriado parece ser aquele que envolve componentes D-MORB e o manto litosférico subcontinental. Este modelo binário indica uma contribuição predominante (no mínimo 72%) do componente empobrecido. Composições lampróiticas disponíveis na literatura (**Rock, 1991**) bem como de lamprófiros de alto-TiO<sub>2</sub> e baixo-TiO<sub>2</sub> que ocorrem na área de estudo (**Valente, 1997; esta dissertação**) não representam o manto litosférico subcontinental local, que deve ser menos enriquecido nos elementos traços mais incompatíveis e mais enriquecido nos elementos traços menos

incompatíveis comparativamente à médias das composições lamprofíricas citadas. As composições lamprofíricas devem representar, assim, líquidos gerados a partir de pequenas quantidades de fusão parcial do manto litosférico subcontinental local, resultando num enriquecimento de elementos mais incompatíveis relativamente aos menos incompatíveis.

O modelo de mistura binária elaborado neste capítulo e modelos de fusão parcial elaborados em capítulo precedente indica que o processo geodinâmico controlador da geração da suíte de baixo-TiO<sub>2</sub> envolveu delaminação do manto litosférico subcontinental que deve ter sido englobado por células convectivas ascendentes do manto sublitosférico subjacente em níveis astenosféricos pouco profundos durante um estágio avançado de rifteamento do supercontinente Gondwana.