



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Geologia

Andrés César Gordon

**Estudo comparado da arquitetura crustal de dois segmentos de rifte de tipo “rico em magmatismo” (Bacia de Pelotas) e “pobre em magmatismo” (Bacia de Almada) na margem leste do Brasil**

Rio de Janeiro

2016

Andrés César Gordon

**Estudo comparado da arquitetura crustal de dois segmentos de rifte de tipo  
“rico em magmatismo” (Bacia de Pelotas) e “pobre em magmatismo” (Bacia de  
Almada) na margem leste do Brasil**

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Tectônica.

Orientador: Prof. Dr. Webster Ueipass Mohriak

Rio de Janeiro

2016

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/C

G662 Gordon, Andrés César.  
Estudo comparado da arquitetura crustal de dois segmentos de rifte de tipo “rico em magmatismo” (Bacia de Pelotas) e “pobre em magmatismo” (Bacia de Almada) na margem leste do Brasil / Andrés César Gordon. – 2016.  
168 f.: il.

Orientador: Webster Ueipass Mohriak.  
Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia.  
Bibliografia.

1. Geologia estrutural – Pelotas, Bacia de (RS e SC)– Teses. 2. Geologia estrutural – Almada, Rio, Bacia (BA) – Teses. 3. Magmatismo – Pelotas, Bacia de (RS e SC) – Teses. 4. Magmatismo – Almada, Rio, Bacia (BA) – Teses. 5. Tectônica de placas – Pelotas, Bacia de (RS e SC) – Teses. 6. Tectônica de placas – Almada, Rio, Bacia (BA) – Teses. I. Mohriak, Webster Ueipass. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Geologia. III. Título.

CDU 551.234(816.4/.5+813.8)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

Data

Andrés César Gordon

**Estudo comparado da arquitetura crustal de dois segmentos de rifte de tipo  
“rico em magmatismo” (Bacia de Pelotas) e “pobre em magmatismo” (Bacia de  
Almada) na margem leste do Brasil**

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Tectônica.

Aprovada em 30 de Março de 2016.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Webster Ueipass Mohriak (Orientador)  
Faculdade de Geologia – UERJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Monica da Costa Pereira Lavalle Heilbron  
Faculdade de Geologia – UERJ

---

Prof. Dr. Julio Almeida  
Faculdade de Geologia – UERJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Eliane Da Costa Alves  
Universidade Federal Fluminense

---

Prof. Dr. André Luiz Ferrari  
Universidade Federal Fluminense

Rio de Janeiro

2016

## DEDICATÓRIA

*A Adólfo y Guillermina (in memoriam) e a meus primeiros "compañeros de ruta" nesta fascinante jornada no mundo da Geologia, meus queridos:  
Eugenia Mazzocato, Pablo Triana, Silvia Rodriguez e Juliana Cabrerros.*

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria agradecer a meu Diretor Dr Webster Mohriak pelo constante apoio e estímulo ao longo destes anos. Também agradeço as Instituições: Agência Nacional de Petróleo (ANP) e a Marinha do Brasil pela informações fornecidas que permitiram a elaboração desta contribuição. A professora Dra. Monica Heilbron, pela leitura crítica e pelo seu importante estímulo na elaboração deste projeto. Também gostaria de estender meu agradecimento as Empresas Karoon Brasil e El Paso Brasil, pelo apoio incondicional neste projeto.

## RESUMO

GORDON, Andrés César. **Estudo comparado da arquitetura crustal de dois segmentos de rifte de tipo “rico em magmatismo” (Bacia de Pelotas) e “pobre em magmatismo” (Bacia de Almada) na margem leste do Brasil.** 2016. 168f. Tese (Doutorado em Geologia) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

O Sistema de riftes continentais que se iniciou no Jurássico tardio no sul de Argentina e evoluiu durante o início do Cretáceo na margem leste do Brasil anunciou a quebra do Gondwana e a formação da margem passiva divergente do Atlântico Sul. O rifteamento ao longo dos 7400 km da costa do Atlântico Sul foi muito complexo e mostra importantes variações de estilos tectônicos ao longo do seu curso. A Bacia de Pelotas e a bacia de Almada são exemplos extremos destes processos complexos. A seção rifte da Bacia de Pelotas é caracterizada por :1) sistema de riftes largos (~280 Km), 2) escassos depósitos silicilásticos (< de 1,8 Km), 3) ausência de evaporitos, 4) abundante magmatismo de tipo pré, sin e pós tectônico, e 5) desenvolvimento de um estilo tectônico aproximadamente simétrico e distribuição bastante regular de falhas normais. Utilizando sísmica de reflexão, dados magnéticos, gravimétricos, informações de poço e dados públicos de sísmica de refração, se fez uma análise vulcano-estratigráfica para compreender os processos geológicos que aconteceram durante os períodos de formação da bacia. Reconheceram-se dez episódios vulcânicos de um ciclo magmático que se iniciou com basaltos alcalinos de alto TiO<sub>2</sub> (~125 Ma). Posteriormente, durante a fase principal do rifteamento, foram extrudidos grandes volumes de basaltos toleíticos de alto TiO<sub>2</sub> na forma de cunhas de tipo SDR. O processo finalizou com a extrusão de camadas sub-horizontais de basaltos toleíticos de baixo TiO<sub>2</sub> aos 118 Ma. A Bacia de Pelotas constitui um claro exemplo de uma margem de tipo rica em magmatismo mostrando uma evolução espacial e temporal da atividade magmática desde o rifteamento inicial, no continente, até a formação de crosta oceânica. No extremo oposto, a Bacia de Almada está caracterizada por: 1) rifte estreito (<100 Km), 2) importante espessura de sedimentos pré, sin e pós rifte (de até 3.5 Km), 3) presença de evaporitos, 4) completa ausência de magmatismo pré e sin rifte, e 5) estilo tectônico assimétrico com desenvolvimento de grandes falhas lístricas que cortam completamente a crosta. Na latitude da Bacia de Almada a quebra da margem foi muito assimétrica. Na Bacia de Almada, sísmica 3D de boa qualidade permitiu interpretar a reflexão da Moho e facies sísmicas distintas interpretadas como manto superior, crosta continental superior e inferior, e crosta oceânica. Esta análise sísmica integrada também com modelado gravimétrico 2d permitiu reconhecer um importante distensão crustal durante a fase de rifte. O segmento de Almada pode ser classificado como pobre em magmatismo com uma considerável distensão crustal, mas sem evidências de exumação de manto. A formação de riftes continentais e margens de riftes é um processo tectônico fundamental controlado principalmente pela reologia e estado térmico da litosfera em distensão. Para complementar este estudo foram compilados resultados de modelos numéricos de elementos finitos que permitem explicar os processos geotectônicos que operaram na margem durante a formação dos segmentos de Pelotas e Almada.

Palavras-chave: Bacia de Pelotas. Bacia de Almada. Arquitetura crustal. Margens rica e pobre em magmatismo.



## ABSTRACT

GORDON, Andrés César. **Comparative study of the crustal architecture of a magma-rich segment (Pelotas Basin) and a magma-poor segment (Almada Basin) in the Brazilian eastern margin.** 2016. 168f. Tese (Doutorado em Geologia) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

The continental rifted system that initiated in the Late Jurassic in southern Argentina and evolved during the Early Cretaceous in the Brazilian eastern margin heralded the Gondwana break up and the formation of the South Atlantic divergent passive margin. The rifting along the 7,500 Km of the South Atlantic coast was very complex and exhibits important variations in the tectonic styles along the strike. The Pelotas Basin (southern Brazil) and the Almada Basin (northeast Brazil) are endmember examples of the complex processes that formed the south Atlantic continental rift and rifted margins. The Pelotas rift basin is characterized by 1) a wide rift system (~280 Km wide), 2) scarce siliclastic deposits (<1.8 Km thickness), 3) an almost complete absence of evaporates, 4) widespread pre, syn and post-rift volcanisms, and 5) a more symmetric tectonic style of distributed high angle normal faults. A volcano-stratigraphic analysis using high-quality seismic reflection integrated with gravity, magnetics, exploratory boreholes, and published refraction profiles has been done to understand the geological processes that occurred during the rifting and breakup stages. Ten volcanic episodes have been identified and mapped in the extended continental crust of the Pelotas Basin. The magmatic cycle began during the early syn-rift with alkaline/high  $\text{TiO}_2$  basalts produced at 125 Ma. During the late syn-rift, a series of voluminous tholeiitic/high  $\text{TiO}_2$  basalts were extruded in the form of SDR wedges. The end of the breakup process was marked by flat-lying tholeiitic/low  $\text{TiO}_2$  basalts at 118 Ma. The Pelotas Basin constitutes a clear example of a magma rich margin with a magmatic activity displaying temporal and geographical evolution from the continental rifting to the oceanic crust formation. On the contrary, the Almada rift basin is characterized by 1) a narrow rift system (<100 Km wide), 2) an important sedimentary record of pre-rift and syn-rift (up to 3.5 Km thick) deposits, 3) the presence of evaporates, 4) a complete absence of pre and syn-rift volcanism, and 5) an asymmetric tectonic style with the development of major listric fault systems that cross cut the entire crust. At the Almada latitude the breakup of the margin was very asymmetric. The conjugated South Gabon Basin in West Africa is three times larger than the Almada Basin. In the Almada Basin a large and good quality 3D seismic survey allowed the interpretation of the reflection Moho, and distinctive seismic facies interpreted as upper mantle, upper and lower continental crust, and oceanic crust. The integration of deep seismic profiles and 2D gravity forward modeling indicates an important crustal stretching during the rifting phase. The Almada segment can be classified as a magma poor margin with a considerable thinning but without a clear evidence of mantle exhumation. The formation of continental rifts and rifted margins are a fundamental tectonic process mainly governed by the rheological and thermal stage of the lithosphere in extension. To support this study, key published numerical modeling experiments were compiled to explain the different geotectonic processes that operated during the rifting of Pelotas and Almada segments.

Keywords: Almada basins. Pelotas basins. Crustal architecture. Magma-rich and magma-poor margins.

.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Diagrama esquemático dos membros extremos de tipo de margem pobre e rica em magmatismo .....	24
Figura 2 -	Mapa de localização regional .....	31
Figura 3 -	ODP 81 (sites 553-555). Rockall Plateau .....	32
Figura 4 -	ODP (104- site 642) - Voring Plateau .....	33
Figura 5 -	ODP (152- sites 915 a 918) – Groenlândia .....	34
Figura 6 -	Modelos de geração dos SDR .....	35
Figura 7 -	Modelo de Quirk <i>et al.</i> , (2014). .....	35
Figura 8 -	Modelo de Quirk <i>et al.</i> , (2014) proposto para a geração de SDR na margem leste da Groenlândia .....	36
Figura 9 -	$\beta$ crustal nas margens ricas e pobres em magma .....	36
Figura 10-	Margem de tipo MPM do oeste da Ibéria. Localização das perfurações do ODP e do DSDP nas regiões da margem da Galícia e na planície abissal da Ibéria.....	43
Figura 11 -	ODP (Leg 103, sites -637A e 639), margem da Galícia.....	44
Figura 12 -	ODP (Leg 149-sites 901 e 900) e ODP (Leg 173-Sites 1065, 1067, 1069 e 1070) .....	45
Figura 13 -	ODP (149-site 897) .....	46
Figura 14 -	Exemplos de largura da crosta transicional de margens de tipo pobre em magma .....	47
Figura 15 -	Perfis esquemáticos das margens da planície abissal da Ibéria e da Galícia. Comparação dos tipos litológicos amostrados .....	48
Figura 16 -	Perfis de resistência litosferica continental em distensão .....	57
Figura 17 -	Variação do perfil de resistência litosferica em litosfera continental e oceânica.....	57
Figura 18 -	Variação do perfil de resistência litosferica continental em distensão com a velocidade de deformação.....	58
Figura 19 -	Variações do perfil de resistência litosferica continental em distensão com a temperatura.....	58
Figura 20 -	Efeito do magmatismo na reologia da litosfera .....	59

Figura 21 -	Efeito do falhamento na reologia da litosfera .....	59
Figura 22 -	Modelos mais frequentes de perfis de resistência litosférica continental em distensão .....	71
Figura 23 -	Correlação da velocidade média da onda P e composição petrológica a ~20 Km de profundidade, 600 MPa e 300°C .....	71
Figura 24 -	Efeito do aumento da temperatura e geração de magmas em litosferas reologicamente heterogêneas.....	72
Figura 25-	Comparação entre o volume estimado de crosta ígnea em Namíbia, Pelotas, e predições dos modelos numéricos.....	72
Figura 26-	Modelo gravimétrico direto da linha sísmica A e perfis magnético e Bouguer .....	73
Figura 27 -	Diagrama Th/Yb – Ta/Yb .....	80
Figura 28 -	Diagrama La/Yb* – La/Nb* (normalizado ) .....	81
Figura 29 -	Modelos de rifteamento ativo e passivo .....	161
Figura 30 -	Modelo de distensão uniforme (Cisalha pura).....	161
Figura 31 -	Modelo de distensão não uniforme.....	161
Figura 32 -	Modelo de cisalhamento simples.....	162
Figura 33 -	Modelo de cisalhamento simples e puro combinados.....	162
Figura 34 -	Modelo de cantilever flexural.....	162
Figura 35 -	Simetria e largura de riftes.....	163
Figura 36 -	Controles na assimetria dorifte.....	163

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Características comparada das bacias de Almada e Pelotas.....	73
Quadro 2 –	Resultados de experimentos de modelos numéricos com a reologia.....	79
Quadro 3 –	Resultados dos experimentos numéricos de convecção de pequena escala .....	80

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Sísmica bidimensional
3D	Sísmica tridimensional
ANP	Agencia nacional de petróleo do Brasil
Ar	Argônio
Ar/Ar	Método de datação de Argônio
Ba	Bário
CaO	Oxido de Cálcio
CI	Crosta inferior
Cm	Centímetro
CO	Crosta oceânica
COB	Limite crosta oceânica – continental
COT	Transição crosta continental - oceânica
D	Falhas lítricas ( <i>Detachments</i> )
DSDP	<i>Deep sea drilling project</i>
DT	Perfil sônico de poço
E	Leste
EC	Embasamento Cristalino
EMAG2	Projeto de magnetometria de satélite ( <i>Earth magnetic anomaly</i> ; ( <a href="http://geomag.org/models/emag2.html">http://geomag.org/models/emag2.html</a> )).
FeO	Oxido Ferroso
Fm.	Formação
G.a.	Giga anos (1000000000 anos)
g/cm <sup>3</sup>	Densidade (grama por centímetro cúbico)
GR	Perfil de raio gama natural de poço
Gr.	Grupo
HVZ	<i>High velocity zone</i> (ou <i>underplate</i> )
IGRF	<i>International geomagnetic reference field</i>
IGSN71	Rede internacional de standardização do dado gravimétrico
K	Potássio
K/Ar	Método de datação de Potássio / Argônio.

K <sub>2</sub> O	Oxido de Potássio
Km	Quilômetro
Km <sup>2</sup>	Quilômetro quadrado
Km <sup>3</sup>	Quilômetro cúbico
Km/s	Velocidade em quilômetros por segundos
La	Lantânio
Lat.	Latitude
LEPLAC	Projeto de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira. (Marinha do Brasil)
LIPs	<i>Large igneous provinces</i>
Long	Longitude
m	Metros
Ma	Milhões de anos
m/s	Velocidade (metro por segundo)
Mb.	Membro
Mg	Magnésio
MgO	Oxido de Magnésio
mm/ano	Milímetros ao ano
Moho	Descontinuidade de Mohorovicic
MPa	Pressão em Mega Pascal
MPM	Margem pobre em magmatismo
MRM	Margem rica em magmatismo
N	Norte
Nb	Nióbio
Nd	Neodímio
NE	Rumo nordeste
NE-SO	Rumo nordeste-sudoeste
N-MORB	<i>Normal mid ocean ridge basalts</i>
NNE-SSO	Rumo nor nordeste-sul sudoeste
NO	Rumo noroeste.
NO-SE	Rumo noroeste-sudeste
N-S	Rumo norte-sul
O	Oeste

ODP	<i>Ocean drilling project</i>
ONO-ESSE	Rumo oeste noroeste-leste sudeste
P	Onda compressiva primaria
Pb	Chumbo
PSDM	Processamento sísmico pré <i>stack depth migration</i>
PSTM	Processamento sísmico pré <i>stack time migration</i>
r2	Coeficiente de correlação
Rb	Rubídio
Rb/Sr	Método de datação de Rubídio / Estrôncio
RHOB	Perfil de densidade de poço
RHOZ	Perfil de densidade de poço
RMS	Velocidade do processamento sísmico ( <i>root mean squared</i> )
S	Sul
SD	Superseqüência drifte
SD-A	Seqüência carbonática do Albiano.
SDR	Seaward dipping reflectors
SDRs_NORTE	Seaward dipping reflector no litoral nordeste
SDRs_SUL	Seaward dipping reflector no litoral sudeste
SD-U	Superseqüência marinha do drifte (Fm. Urucutuca)
SE	Rumo sudeste
Seg.	Segundos
SEQ.	Seqüência
Si	Silício
SiO2	Oxido de silício
SO	Rumo sudoeste
SPAN (ION - GXT)	Programa de levantamento sísmico crustal especulativo da empresa ION-GXT.
SposR	Superseqüência pós-rifte
SpreR	Superseqüência pré-rifte
SR	Superseqüência rifte ou sin-rifte
Sr	Estrôncio
SR-A	Seqüência clástica do rifte Aptiano
TFL	Traços de fissão



THD	<i>Total horizontal derivative</i> (Atributo da gravimetria).
TiO <sub>2</sub>	Oxido de Titânio
T-MORB	Toleitas do centro do espalhamento oceânico
TWT	Tempo duplo sísmico
UERJ	Universidade Estadual do Rio de Janeiro
UIFF	Universidade federal Fluminense
USA	Estados Unidos de América
USGS	Serviço Geológico dos Estados Unido de America
UTM 24 S	Projeção Universal Transversal Mercator, Meridiano Central 24 Sul
VEL-DTC	Velocidade intervalar do perfil sônico compressivo
MRM	Margem vulcânica
Yb	Itérbio

## LISTA DE SÍMBOLOS

#	Número
%	Porcentagem
±	Mais o menos
$\beta$	Fator de estiramento crustal
$\gamma$	Fator de estiramento sub-crustal
~	Aproximadamente
<	Menor que
>	Maior que
°C	Temperatura em graus centígrados
&	E
$\sigma_d$	Esforço diferencial
$\sigma_1$	Esforço máximo
$\sigma_3$	Esforço mínimo

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>1</b>	<b>OBJETIVOS E METODOLOGIA .....</b>	<b>22</b>
1.1	<b>Objetivos .....</b>	<b>22</b>
1.2	<b>Metodologia .....</b>	<b>22</b>
1.3	<b>Estrutura e Organização da Tese.....</b>	<b>23</b>
<b>2</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO DE MARGENS PASSIVAS: MARGENS RICAS E POBRES EM MAGMATISMO (MRM e MPM).....</b>	<b>25</b>
2.1	<b>Margens de rifte de tipo ricas em magma (MRM).....</b>	<b>25</b>
2.1.1	<u>Formas de apresentação do magmatismo.....</u>	<b>25</b>
2.1.2	<u>Seções tipo de margens MRM do Atlântico Norte.....</u>	<b>27</b>
2.1.3	<u>Outras características de margens MRM.....</u>	<b>29</b>
2.2	<b>Margens de rifte de tipo pobres em magmatismo (MPM).....</b>	<b>37</b>
2.2.1	<u>Seção tipo de margem de tipo pobre em magmatismo da Ibéria.....</u>	<b>37</b>
2.2.2	<u>Outras características das margens MPM.....</u>	<b>40</b>
<b>3</b>	<b>ARQUITETURA CRUSTAL DA BACIA DE PELOTAS (MRM).....</b>	<b>49</b>
3.1	<b>Introdução.....</b>	<b>49</b>
3.2	<b>Resultados.....</b>	<b>49</b>
<b>4</b>	<b>ARQUITETURA CRUSTAL DA BACIA DE ALMADA (MPM).....</b>	<b>50</b>
4.1	<b>Introdução.....</b>	<b>50</b>
4.2	<b>Resultados.....</b>	<b>50</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO SOBRE MECANISMOS DE FORMAÇÃO E ESTILOS ESTRUCTURAIS DE RIFTES E MARGENS DE RIFTES CONTINENTAIS DE TIPO MRM E MPM.....</b>	<b>51</b>
5.1	<b>Introdução.....</b>	<b>51</b>
5.2	<b>Reologia da litosfera.....</b>	<b>52</b>
5.3	<b>Propriedades físicas e mecanismos geológicos que enfraquecem ou fortificam a reologia da litosfera.....</b>	<b>53</b>
5.4	<b>Modelos mais frequentes de perfis de resistência litosferica continental em distensão.....</b>	<b>60</b>
5.5	<b>Arquitetura crustal das Bacias de Pelotas e Almada e influencia da</b>	

	<b>estratificação reológica da litosfera na arquitetura dos riftes e das margens de riftes continentais.....</b>	<b>62</b>
5.5.1	<u>Arquitetura crustal das bacias de Pelotas e Almada.....</u>	62
5.5.2	<u>Estilos tectônicos de riftes e das margens de riftes continentais observados a partir de modelos numéricos de elementos finitos.....</u>	65
5.5.3	<u>O efeito térmico na arquitetura dos riftes e das margens de riftes continentais de tipo MRM .....</u>	67
	<b>CONCLUSÕES FINAIS.....</b>	<b>74</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>82</b>
	<b>APÊNDICE A – Seismic volcano-stratigraphy in the basaltic complexes on the rifted margin of Pelotas basin, southeast Brazil (Artigo Científico).....</b>	<b>91</b>
	<b>APÊNDICE B – Crustal architecture of the Almada basin, NE Brazil: an example of a non-volcanic rift segment of the South Atlantic passive margin (Artigo Científico).....</b>	<b>131</b>
	<b>ANEXO A - Classificações geométricas e estilos estruturais de riftes e margens de riftes continentais.....</b>	<b>152</b>
	<b>ANEXO B – Modelos numéricos de elementos finitos: arquitetura de riftes e das margens de riftes continentais como respostas as diferentes estratigrafias reológicas da litosfera.....</b>	<b>164</b>

## INTRODUÇÃO

As margens divergentes (ou passivas) e os riftes continentais têm sido muito estudados, especialmente depois da segunda metade do século XX, devido aos grandes volumes de recursos de hidrocarbonetos encontrados. Estima-se que as margens divergentes sejam responsáveis por cerca de 36 % e os riftes interiores por 30% das reservas de hidrocarbonato achadas, o que justifica a importância do seu conhecimento (Mann *et al.*,2002).

O estudo das margens passivas tem sido encarado através de diferentes perspectivas, como por exemplo:

- a) A análise dos regimes de esforços dominantes durante a formação das margens, como por exemplo, margens de tipo divergente (rifte), convergente e transformante.
- b) A natureza e espessura dos eventos sedimentares que ocorrem na bacia. Por exemplo, os sedimentos nas margens podem ser de natureza carbonática, siliciclástica ou mista. Também podem ser classificadas como margens famintas em sedimentos (com espessura sedimentar entre 2 e 4 km), ou margens com importantes depósitos sedimentares (com espessura sedimentar de 5 a 12 km).
- c) A extensão crustal durante os processos do rifteamento está geralmente acompanhada de episódios de atividade magmática. Em função da presença e abundância deste magmatismo, as margens passivas têm sido classificadas como ricas em magmatismo (MRM ou também conhecidas como margens vulcânicas) e pobres em magmatismo (MPM ou também conhecidas como margens não-vulcânicas), Figura 1.

Nas margens de riftes do tipo MRM, o manto litosférico quebra antes ou no mesmo momento que a crosta continental, resultando na intrusão de enormes volumes de magma sin-rifte na margem. Por outro lado, nas margens de rifte de tipo MPM, a quebra completa da crosta continental precede a quebra do manto litosférico (Franke, 2012).

O caso extremo de margem de tipo MPM esta representada pelas margens onde há exumação de manto. Nestes casos, a crosta continental transicional apresenta desenvolvimento de uma série de dorsais de peridotito (Boillot *et al.*,1980).

As margens de tipo MRM são geralmente mais frequentes que as MPM. Além da presença ou ausência do magmatismo (ou elementos composicionais), estes membros finais apresentam também outras diferenças estruturais, como por exemplo, a espessura da crosta oceânica mais antiga, a presença de anomalias magnéticas próximas do limite de transição da crosta continental-oceânica (COB), o regime de soerguimento das bordas durante o rifteamento, diferentes padrões de falhamento, e diferentes fatores de estiramento crustal (e litosférico).

Os mecanismos tectônicos formadores de margens de tipo MRM e MPM são significativamente diferentes. Durante a formação de riftes continentais e a sua posterior evolução em margens passivas, é essencial a compreensão de fatores que controlam a capacidade potencial de gerar hidrocarbonetos numa bacia. Estes fatores, tais como exemplo:

- a) o fluxo térmico (relacionado a capacidade de maturação de rochas ricas em matéria orgânica),
- b) a geração de espaço de acomodação na bacia sin-rifte (que se traduz em maiores espessuras de rochas gerados e rochas reservatórios),
- c) a quantidade e qualidade do aporte sedimentar (vinculado ao soerguimento das bordas do rifte e ao nível de erosão que sofreram ),
- d) a distribuição da deformação na bacia sin-rifte (que controla a abundancia e estilo de trapas estruturais);
- e) a atividade magmática (que impacta diretamente a qualidade dos reservatórios, a maturação térmica, etc.).

Permitem avaliar a produtividade econômica, orientar as atividades exploratórias, entender os possíveis mecanismos tectônicos atuantes e a reologia da litosfera em extensão durante a formação e evolução de uma bacia.

Alem da análise da arquitetura crustal de dois segmentos de comportamentos de tipo MRM e MPM na margem leste do Brasil (Bacias de Pelotas

e Almada), se discutem possíveis modelos geodinâmicos que permitam explicar comportamentos diametralmente opostos como os que apresentam as Bacias de Pelotas e Almada.

## 1 OBJETIVOS E METODOLOGIA

### 1.1 Objetivos

O objetivo principal da presente dissertação é a análise da arquitetura crustal de duas localidades tipo com comportamento de margem do tipo MRM (Bacia de Pelotas) e do tipo MPM (Bacia de Almada) na margem leste do Brasil.

Também faz parte do escopo da tese a correlação dos principais elementos estruturais destas bacias com seus pares conjugados da África Ocidental e o vínculo com terrenos de embasamentos e magmatismos vizinhos

Alem da análise da arquitetura crustal dos segmentos de Pelotas e Almada, se discutem possíveis modelos geodinâmicos que permitam explicar comportamentos diametralmente opostos como os que apresentam estas bacias.

### 1.2 Metodología

O estudo da arquitetura crustal de margens de riftes continentais foi abordado mediante a interpretação de linhas sísmicas profundas (2D e 3D), a análise e modelagem direta 2D de dados gravimétricos, a análise de dados magnéticos, correlações geológicas com dados de poços, além da integração com dados públicos de geologia de afloramentos de áreas emersas próximas as bacias e dados de sísmica de refração.

O estudo da arquitetura crustal de margens de riftes continentais foi abordado mediante a interpretação de linhas sísmica profundas (2D e 3D) , analise e modelado direto 2D de dado gravimétrico, analise de dado magnético, correlações geológicas com dados de poços,e integração com dados públicos de geologia de afloramentos de áreas emersas próximas as bacias e dados de sísmica de refração.

Os fundamentos físicos e o tratamento dado nos dados gravimétrico, sísmico, e dado de poço estão detalhados, nos Apêndices A, B, e C. na Dissertação de Mestrado em Gordon (2011).