

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 22/10/2019.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

DENIS ANTONIO BATISTON

MODELO GEOLÓGICO CONCEITUAL DO PALEOCÂNION DE REGÊNCIA,
REGIÃO *ONSHORE* DA BACIA DO ESPÍRITO SANTO, CRETÁCEO AO EOCENO

Orientadora: Rosemarie Rohn Davies

Rio Claro – SP

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Júlio de Mesquita Filho”

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

DENIS ANTONIO BATISTON

MODELO GEOLÓGICO CONCEITUAL DO PALEOCÂNION DE REGÊNCIA,
REGIÃO *ONSHORE* DA BACIA DO ESPÍRITO SANTO, CRETÁCEO AO EOCENO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto
de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de
Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Mestre em
Geociências e Meio Ambiente

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Rosemarie Rohn Davies

Rio Claro – SP

2018

B333m Batiston, Denis Antonio
Modelo geológico conceitual do paleocânion de Regência,
região onshore da Bacia do Espírito Santo, Cretáceo ao
Eoceno / Denis Antonio Batiston. -- Rio Claro, 2018
90 f. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro
Orientadora: Rosemarie Rohn Davies

1. Bacia sedimentar. 2. Paleocânion. 3. Eoceno. 4.
Formação Urucutuca. 5. Grupo Barra Nova. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do
Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

DENIS ANTONIO BATISTON

MODELO GEOLÓGICO CONCEITUAL DO PALEOCÂNION DE REGÊNCIA,
REGIÃO *ONSHORE* DA BACIA DO ESPÍRITO SANTO, CRETÁCEO AO EOCENO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente

Comissão Examinadora

Prof.^a Dr.^a Rosemarie Rohn Davies

Prof. Dr. Norberto Morales

Dr.^a Maria Gabriela Castillo Vincentelli

Conceito: Aprovado

Rio Claro/SP, 22 de outubro de 2018

AGRADECIMENTOS

A Fundação para o Desenvolvimento da Unesp (FUNDUNESP) pelo financiamento do primeiro ano do mestrado, a Agência Nacional do Petróleo (ANP) pelo fornecimento dos dados, ao Laboratório de Interpretação Sísmica e Geológica (LISG) pela estrutura e profissionais e a *Landmark* pela licença do *software Decision Space*. A Unesp e ao corpo docente da Geologia pela minha formação ao longo desses mais de 8 anos.

Meu muito obrigado a Prof.^a Dr.^a Rose pelas sugestões, correções e conversas. Agradeço também a Dr.^a Maria Gabriela pelo tempo dedicado ao trabalho. Aos meus pais, Cecília e Pedro, pela crença. Ao meu irmão, Weliton, pelo exemplo de persistência e dedicação à vida acadêmica. Aos meus amigos, Edson (Didi), Mário, Eric (Cabelo), João (Paraguai), Daniel, (Leitoa), Eduardo (Americano), Fernando (Itaí), Matheus (Smurf), Glauber, Lucas, Luís, Thiago, Felipe, Fernando Félix e a todos outros que passaram pela minha vida. Também a minha namorada Amanda Molina pela dedicação e paciência ao longo dessa jornada.

RESUMO

O paleocânion de Regência é reconhecido em subsuperfície da bacia do Espírito Santo, localizado nas proximidades da foz do Rio Doce (ES), originado no Cretáceo e preenchido até meados do Eoceno. Dados de 31 seções sísmicas, 29 poços e marcadores bioestratigráficos (definidos por nanofósseis calcários) substanciaram a elaboração de modelos geológicos que aprimoram o conhecimento sobre a evolução do paleocânion. Os resultados incluem correlações estratigráficas, interpretações de feições estruturais e das principais superfícies estratigráficas no âmbito das formações Mariricu, São Mateus, Regência e Urucutuca, assim como seções esquemáticas transversais e longitudinais do paleocânion, mapas de contorno estrutural dos topos litoestratigráficos e de contorno morfológico do paleocânion. Estas informações foram integradas em detalhe para discutir sua origem, o preenchimento e os fatores de controle. Desde o início, o paleocânion foi estruturado por falhas no embasamento. Próximo ao topo da Formação Mariricu, de idade aptiana, já há indícios de uma extensa calha rasa. O paleocânion é dividido pela Zona de Charneira Cedro-Rio Doce (ZCCRD), que é um sistema de falhas normais de direção praticamente N-S. A morfologia e a largura do paleocânion também foram controladas por diversas falhas normais menores nos blocos proximal e distal à ZCCRD, originadas no embasamento, ainda ativas quase até o final do preenchimento do paleocânion, com direção principalmente SO-NE. Falhas normais também tiveram papel determinante na origem de um canal secundário de grande porte a sudoeste, assim como outros menores ao longo da margem norte do paleocânion. Na porção proximal, depósitos neocretácicos podem ter sido preservados devido a abatimento e rotação de blocos por falhas normais. Faltam sedimentos paleocênicos no depocentro do paleocânion em razão de processos erosivos provavelmente controlados por abaixamento relativo do nível do mar. Pode-se inferir que o preenchimento proximal eo-eocênico foi por sedimentos da mesma fonte que aqueles acumulados no depocentro do paleocânion em fase de nível relativo do mar baixo. Refletores sísmicos sugerem a presença de canais empilhados e gradação ascendente para canais dispersos. Na parte proximal basal há padrões de refletores sísmicos atribuíveis a fluxos gravitacionais subaquosos e, mais comumente, associados à borda do paleocânion. Notam-se também feições causadas por compactação diferencial. O conjunto de interpretações é sintetizado esquematicamente através de um modelo geológico evolutivo e deposicional.

Palavras-chave: Cretáceo, Eoceno, Grupo Barra Nova, Formação Urucutuca, bacia marginal, fase drifte

ABSTRACT

The Regência paleocanyon is recognized in the subsurface of the Espírito Santo Basin, located near to the mouth of the Doce River (State of Espírito Santo, Southeast Brazil), carved from the Cretaceous and filled up to the mid Eocene. Data of 31 seismic sections, 29 wells and biostratigraphic markers (of calcareous nannofossils) have substantiated the conception of geological models that improve the awareness concerning the paleocanyon evolution. The results include stratigraphic correlations, structural geology interpretations and stratigraphic surfaces determination within the Mariricu, São Mateus, Regência and Urucutuca formations, as well as schematic transversal and longitudinal sections of the paleocanyon, structural contour maps of the lithostratigraphic tops and morphologic contour map of the paleocanyon. These information were integrated in detail to promote discussion about the origin, the filling and the controls of the paleocanyon development. Since the beginning, the structure was related to faults in the basement. The first long shallow channel is evidenced near the top of the Aptian Mariricu Formation. The paleocanyon is divided into a proximal block and a distal one by an almost N-S system of normal faults designated as Cedro-Rio Doce Fault Zone (CRDFZ). In both blocks, the morphology and width of the paleocanyon were also controlled by several smaller normal faults with main SW-NE direction, originated in the basement, still moving until the almost complete fill of the paleocanyon, with main direction SW-NE. Normal faults were also determinant in the carving of an secondary large channel in the southwestern region, as well as other smaller channels along the northern margin of the canyon. In the proximal region, Late Cretaceous deposits may have been preserved because of a block sinking and rotation by normal faults. Paleocene sediments are missing in the paleocanyon depocenter due to erosive processes probably controlled by a fall of the relative sea level. It can be inferred that during relative low sea level in early Eocene, both the proximal and the distal depocenters of the paleocanyon were filled by sediments from the same source. Seismic reflectors evidence the occurrence of stacked channels and upward gradation to scattered channels. In the proximal basal part, the seismic patterns may be ascribed to aquatic gravitational flows, which most commonly were related to the paleocanyon borders. Differential compactation features are observed as well. The set of interpretations is schematically synthesized through an evolutionary and depositional geological model.

Keywords: Cretaceous, Eocene, Barra Nova Group, Urucutuca Formation, marginal basin, drift phase.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	10
1.2. OBJETIVO	11
2. BREVE CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL.....	12
2.1. MEGASSEQUÊNCIA CONTINENTAL (FASE RIFTE).....	12
2.2. MEGASSEQUÊNCIA TRANSICIONAL (FASE PÓS-RIFTE).....	15
2.3. MEGASSEQUÊNCIA MARINHA CARBONÁTICA RASA (FASE DRIFTE).....	15
2.4. MEGASSEQUÊNCIA MARINHA TRANSGRESSIVA (FASE DRIFTE).....	15
2.5. MEGASSEQUÊNCIA MARINHA REGRESSIVA (FASE DRIFTE)	16
3. CONTEXTO GEOLÓGICO LOCAL.....	17
3.1. MEGASSEQUÊNCIA CONTINENTAL (FASE RIFTE) – BERRIASIANO AO EO-APTIANO	20
3.2. MEGASSEQUÊNCIA TRANSICIONAL (FASE PÓS-RIFTE) – (APTIANO).....	21
3.3. MEGASSEQUÊNCIA MARINHA CARBONÁTICA RASA (FASE DRIFTE) – ALBIANO	22
3.4. MEGASSEQUENCIA MARINHA TRANSGRESSIVA (FASE DRIFTE) – NEO-CRETÁCEO	23
3.5. MEGASSEQUÊNCIA MARINHA TRANSGRESSIVA (FASE DRIFTE) – PALEÓGENO.....	27
4. GEOLOGIA ESTRUTURAL DA ÁREA DE ESTUDO	31
5. MATERIAIS	34
5.1. BANCO DE DADOS	34
6. MÉTODOS.....	36
6.1. CORRELAÇÃO DE POÇOS COM CONTROLE BIOESTRATIGRÁFICO	37
6.2. CÁLCULO DE VELOCIDADE INTERVALAR CONFORME O PERFIL SÔNICO	37
6.3. INTERPRETAÇÃO SÍSMICA	38
6.4. MODELO GEOLÓGICO (EVOLUTIVO E DEPOSICIONAL)	38
7. RESULTADOS	39
7.1. CORRELAÇÃO DE POÇOS E ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA.....	39
7.2. INTERPRETAÇÃO SÍSMICA	42

7.2.1.	INTERPRETAÇÃO DOS HORIZONTES, SISMOFÁCIES E MAPAS DAS SUPERFÍCIES	42
7.2.2.	MAPA ESTRUTURAL SÍSMICO DO TOPO DO “EMBASAMENTO”	43
7.2.3.	FORMAÇÃO MARIRICU.....	47
7.2.4.	GRUPO BARRA NOVA – FORMAÇÕES SÃO MATEUS E REGÊNCIA	49
7.2.5.	CRETÁCEO SUPERIOR.....	52
7.2.6.	CORPOS ARENÍTICOS DA PARTE MAIS BAIXA DO EOCENO INFERIOR.....	54
7.2.7.	FORMAÇÃO URUCUTUCA.....	55
7.3.	SEÇÃO GEOLÓGICA.....	57
7.4.	MORFOLOGIA DO PALEOCÂNION DE REGÊNCIA.....	59
8.	DISCUSSÃO.....	60
8.1.	ORIGEM E PREENCHIMENTO DO PALEOCÂNION DE REGÊNCIA	60
8.2.	DETAHAMENTO DOS FATORES DE CONTROLE NO DESENVOLVIMENTO DO PALEOCÂNION DE REGÊNCIA	68
8.2.1.	<i>Variações relativas do nível do mar</i>	<i>68</i>
8.2.2.	<i>Tectonismo, vulcanismo e halocinese.....</i>	<i>69</i>
8.2.3.	<i>Fonte e suprimento de sedimentos.....</i>	<i>75</i>
8.3.	MODELO GEOLÓGICO (EVOLUTIVO E DEPOSICIONAL)	76
9.	CONCLUSÕES.....	82
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

1. INTRODUÇÃO

Estudos sobre antigos cânions ganharam importância desde o início da década de 1970 devido ao elevado número de ocorrências de hidrocarbonetos reconhecidos em diferentes partes do mundo (WEIMER; LINK, 1991). Significantes reservatórios de petróleo estão associados a antigos cânions por estes apresentarem sistema petrolífero completo (STOW; MAYALL, 2000).

Os paleocânions submarinos estão entre as feições tectonoestratigráficas mais relevantes encontradas junto às bacias da margem passiva brasileira. Campos produtores de petróleo nas bacias de Campos (Carapeba, Enchova, Pargo) e do Espírito Santo (Lagoa Parda, Fazenda Cedro, Fazenda Queimadas), além de outras bacias da margem passiva brasileira, estão associados a estes tipos de paleogeomorfos (MILANI, et al., 2000).

O paleocânion de Regência, assim denominado por Gueiros (1977), é um dos vários antigos cânions escavados após o meso-Albiano e localizados na porção litorânea entre o centro-norte do Espírito Santo e centro-sul na Bahia (Figura 1) (BRUHN; MORAES, 1989). Sua descoberta advém do esforço exploratório da Bacia do Espírito Santo iniciado no final da década de 1950. No ano de 1969, na porção emersa, foi descoberta a primeira acumulação de importância comercial, denominada como Campo de São Mateus, em reservatórios siliclásticos do Aptiano. Na década de 1970 foram intensificados os esforços exploratórios impulsionados pelas descobertas dos campos de Fazenda Cedro (1972) e Lagoa Parda (1979), este último descoberto quando foi perfurado o poço pioneiro 1-LP-2-ES localizado na porção interna do paleocânion de Regência (BRUHN; MORAES, 1989).

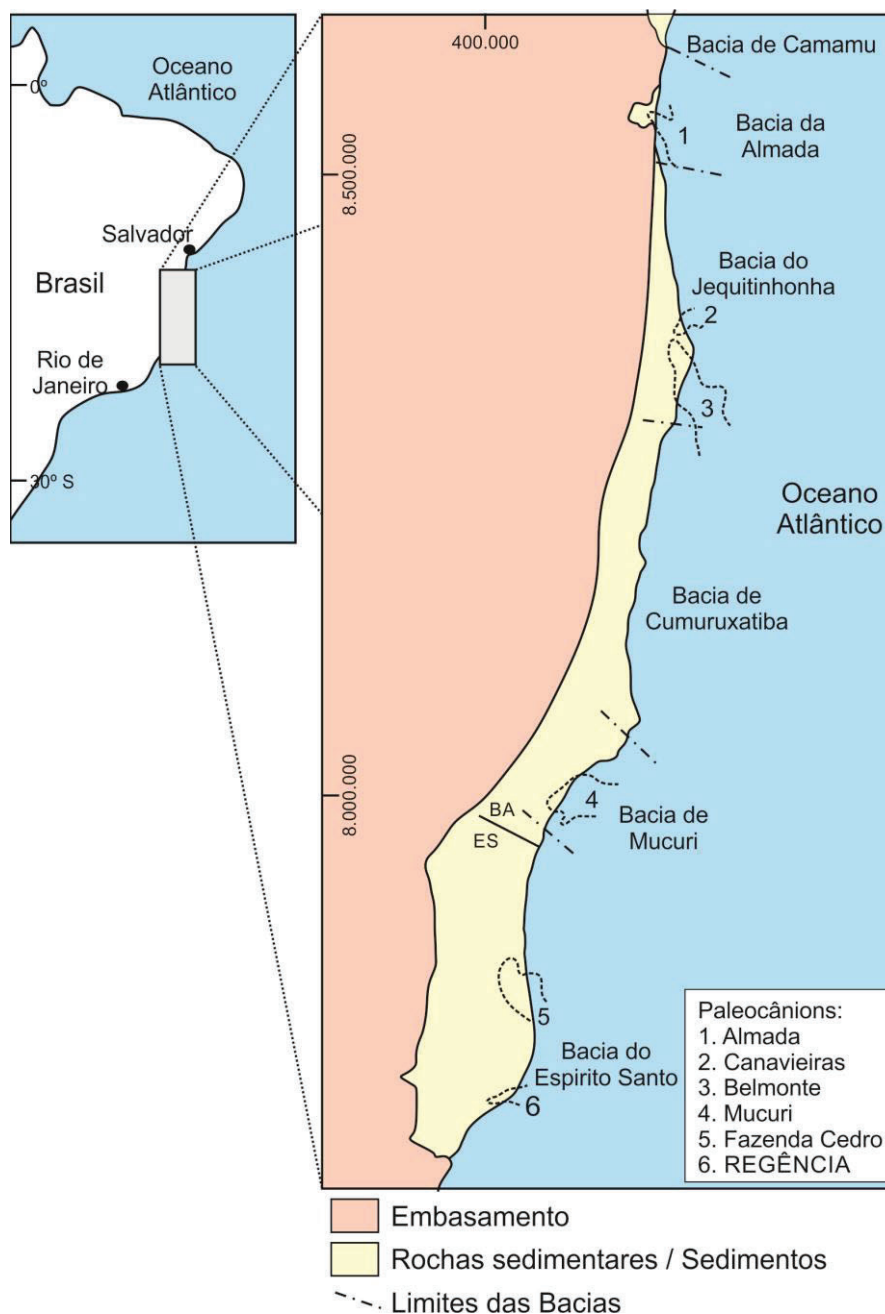


Figura 1: Localização dos principais paleocânions entre as bacias do Espírito Santo e Camamu (modificado de Bruhn e Moraes, 1989).

Na área de estudo estão presentes quatro campos produtores de hidrocarbonetos – Lagoa Parda, Lagoa Parda Norte, Lagoa Parda Sul e Piabanha. No final da década de 1980, no Campo de Lagoa Parda, o volume de óleo *in-place* era de 49,3 milhões de barris, que correspondia a 42 % da produção acumulada de óleo em relação às bacias do Espírito Santo e Mucuri (COSMO et al., 1991). Na década 2000 houve diminuição considerável ou até mesmo suspensão na produção de óleo e de gás natural associado (Figura 2) (ANP, 2016).

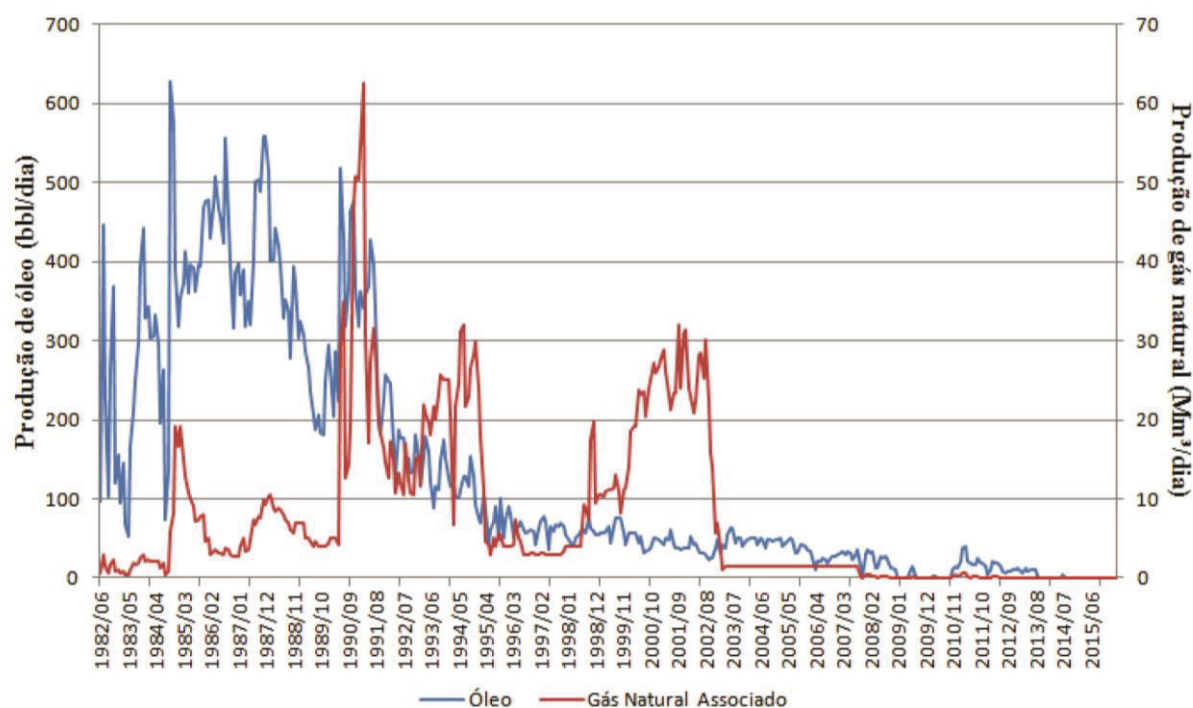


Figura 2: Histórico de produção do campo de Lagoa Parda Norte (ANP, 2016).

Embora a porção emersa da Bacia do Espírito Santo seja conhecida por conter principalmente campos maduros, o estudo do paleocânion de Regência permite uma melhor compreensão da variedade dos processos tectonoestratigráficos associados aos cânions. No paleocânion de Regência, os reservatórios incluem rochas siliciclásticas e carbonáticas externas à sua ocorrência, além de canais ricos em areia internos, todos associados a trapas estruturais, estratigráficas e paleogeomórficas (FRANÇA et al., 2007).

O modelo geológico inclui o entendimento do desenvolvimento inicial, da geometria, do preenchimento, e dos mecanismos de controle na formação do paleocânion de Regência. A construção de um modelo tridimensional pode facilitar a visualização das características geológicas com possível aplicação na exploração de hidrocarbonetos.

1.1. Localização da área de estudo

A bacia do Espírito Santo localiza-se a sudeste da margem continental brasileira e é delimitada a Sul com a bacia de Campos, por meio do Alto de Vitória, e a Norte com a bacia de Mucuri (limite geográfico), que por sua vez faz fronteira com

a bacia de Cumuruxatiba pelo Complexo Vulcânico de Abrolhos. A bacia cobre uma área de aproximadamente 125.000 km², dos quais 18.000 km² são terrestres (FIDUK et al., 2004). Na porção terrestre estão presentes quatro províncias geológicas, de sul para norte: paleocânion de Regência, plataforma de Regência, plataforma de São Mateus e paleocânion de Fazenda Cedro. O paleocânion de Regência situa-se em grande parte na porção atualmente emersa da bacia do Espírito Santo (Figura 3), se estendendo para as águas rasas da porção *offshore*. A área de estudo está localizada na subsuperfície das adjacências da foz do Rio Doce e ocupa uma área de aproximadamente 200 km² da porção terrestre.

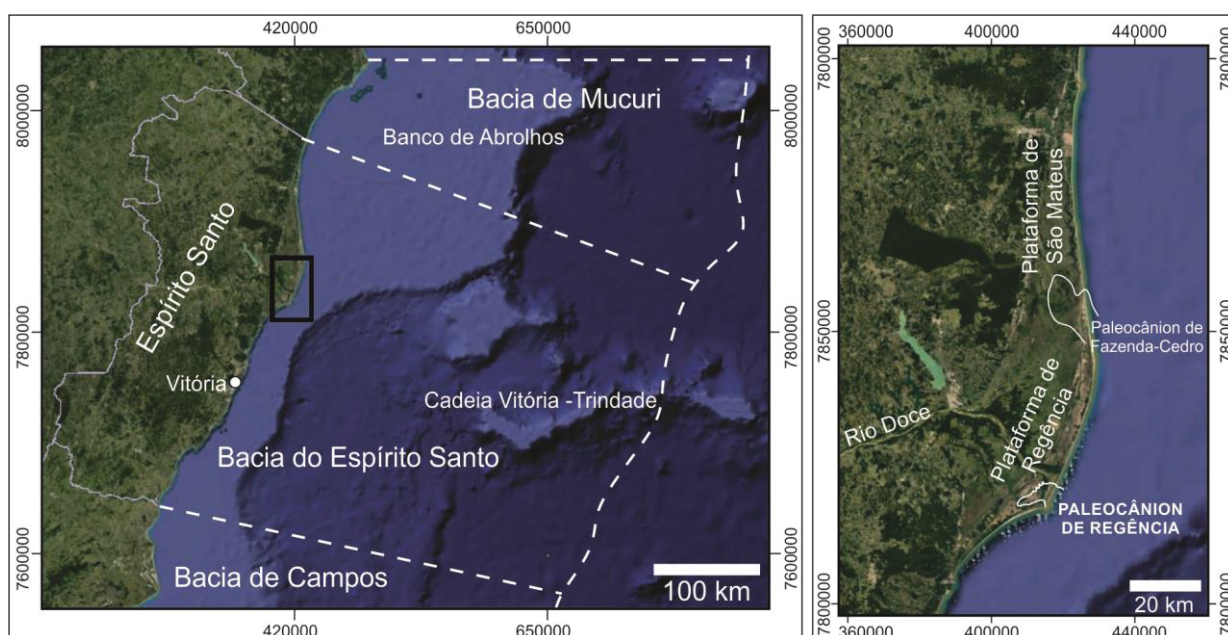


Figura 3: A esquerda, localização da bacia do Espírito Santo. Mapa compilado a partir de França et al. (2007). À direita, localização das províncias geológicas com destaque ao Paleocânion de Regência (dados compilados a partir de Biassusi; Maciel e Carvalho, 1990). Sistema de coordenadas em WGS84, Google Earth)

1.2. Objetivo

O objetivo do trabalho é a elaboração do modelo geológico evolutivo e deposicional, ambos conceituais da região do paleocânion de Regência na bacia do Espírito Santo, o que pode contribuir no detalhamento das características dos potenciais reservatórios de hidrocarbonetos e interpretações sobre a origem tectonoestratigráfica dos depósitos associados.

9. CONCLUSÕES

As interpretações realizadas neste trabalho corroboram as conclusões de Tagliari et al. (1993, 2013a) que as margens do paleocânion de Regência, na bacia do Espírito Santo, foram controladas pelas falhas normais do embasamento de direção SO-NE e que a origem do paleocânion data do Aptiano. Por outro lado, a integração de grande número de dados de seções sísmicas, de poços e bioestratigráficos forneceu subsídios para detalhar o conhecimento tectonoestratigráfico da bacia na região do paleocânion.

A Zona de Charneira Cedro-Rio Doce (ZCCRD) é um sistema de falhas normais de direção praticamente N-S, a qual divide o paleocânion em duas porções. Os mapas de contorno estrutural mostram que a porção mais proximal foi controlada também por falhas normais de direção praticamente N-S, que junto com as falhas de direção SO-NE, fizeram com que o paleocânion tivesse largura praticamente constante da cabeceira até a ZCCRD. Na porção distal, a partir da ZCCRD, ocorre o aumento da largura do paleocânion.

Atribui-se ao abatimento e rotação de blocos por falhas normais a origem de canais secundários tanto na porção proximal quanto na margem norte da porção distal. Também foram responsáveis pela preservação de depósitos cretácicos proximais.

Quatro fases principais de preenchimento do paleocânion de Regência puderam ser reconhecidas: (1) fase inicial, (2) fase de by-pass, (3) fase dos complexos de canais e (4) fase transgressiva / mar alto. Na fase inicial, durante o Cretáceo, ocorreram fluxos gravitacionais subaquosos que foram erodidos parcialmente pela fase de by-pass ainda no Cretáceo e que continuou no Paleoceno, enquanto ocorria abaixamento do nível relativo do mar. A terceira fase consistiu na deposição dos complexos de canais que preencheram grande parte do paleocânion e correspondeu a um Trato de Sistema de Mar Baixo. Nesta fase também se formaram depósitos de deslizamentos, principalmente na porção marginal e basal da parte proximal do paleocânion e depósitos conglomeráticos na porção basal. A quarta fase foi caracterizada pela deposição de pelitos do Trato de Sistema Transgressivo e de Mar Alto.

Os canais apresentam preferencialmente a mesma orientação do eixo do paleocânion, são pouco sinuosos e têm continuidade lateral variável devido a erosões sucessivas. Aqueles localizados na parte mais confinada do paleocânion empilharam-se preferencialmente em sucessão vertical. Na parte superior, menos confinada, apresentaram um componente lateral no empilhamento e ficaram cada vez mais dispersos no sentido do topo da Formação Urucutuca.

A maior abundância dos complexos de canais na parte inferior do paleocânion pode estar relacionada a períodos sucessivos de erosão junto às áreas mais altas devido a variações eustáticas induzidas pelos sucessivos processos de inclinação tectônica do substrato.

Como principal resultado do presente trabalho, é proposto um modelo de evolução que mostra os principais elementos envolvidos na história geológica do paleocânion de Regência até o término da deposição dos corpos arenosos no início do eo-Eoceno.

A combinação dos diferentes depósitos (canais ricos em areia, sedimentos rudáceos e de fluxos gravitacionais subaquosos de massa e sedimentos) aumentou a complexidade da configuração sedimentar interna e a continuidade lateral litológica do paleocânion de Regência. No bloco alto, a maior quantidade de fluxos gravitacionais subaquosos e a proximidade com a área fonte, e, portanto, menor maturidade e seleção dos sedimentos, implicaram na formação de litologias que constituem reservatórios de hidrocarbonetos pouco favoráveis. Além disso, a reativação das falhas do embasamento até meados do Eoceno compartimentalizou os possíveis reservatórios. Tais observações explicariam o baixo número de poços na porção proximal. Ao contrário, na porção distal basal do paleocânion, os inúmeros depósitos de canais arenosos apresentam maior maturidade textural e mineralógica, e, desta forma, possuem maior o potencial como rochas-reservatório.

Concluindo, uma série de padrões sísmicos e estratigráficos recorrentes, analisados em conjunto, forneceram subsídios eficientes para entender as principais características tectonoestratigráficas do paleocânion de Regência.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. D.; LITWISNKI, N. Província Mantiqueira: setor setentrional. In: de ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y. **O pré-cambriano do Brasil**. Editora Edgard Blücher, p.282-307, 1984.

ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Boletim mensal**. Disponível em:

http://www.anp.gov.br/wwwanp/images/publicacoes/boletins-anp/boletim_de_setembro-2016.pdf. Acesso em: 06 mar. 2017.

ANTUNES, R. L. **Contribuição ao conhecimento geológico do Paleocânion de Regência (Bacia do Espírito Santo, Brasil): um estudo com base na bioestratigrafia dos nanofósseis de calcários**. 2 v. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990.

ASMUS, H.E.; PONTE, F.C. The Brazilian Marginal Basins in the Ocean Basins and Margins. In: NAIRN, E.M.; STEHILI, F.G. (Eds.). **The South Atlantic**. New York, Plenum Press, p. 87-133. 1973.

BAUDON, C.; CARTWRIGHT, J. The kinematics of reactivation of normal faults using high resolution throw mapping. **Journal of Structural Geology**, v. 30, n. 8, p. 1072-1084, 2008.

BELÉM, J.; DUSSIN, I. A.; PEDROSA-SOARES, A. C.; ALKMIM, F. F.; RONCATO, J. A. Idade Cambriana do Feixe de Fraturas Colatina (ES) e suas Implicações na Tectônica de Bacias Brasileiras. In: **Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos (SNET)**, VIII International Symposium on Tectonics, Chapada dos Guimarães, MT, 2013.

BIASSUSI, A. S.; MACIEL, A. A.; CARVALHO, S. C. Bacia do Espírito Santo: O Estado da Arte da Exploração. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 4, n.1, p.13-19, 12-19.

BRUHN, C. H. L.; MORAES, M. A. S. Turbiditos da Formação Urucutuca na Bacia de Almada, Bahia: um laboratório de campo para estudos de reservatórios canalizados. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 3, n. 3, p. 235-267, 1989.

BRUHN, C. H. L.; WALKER, R. G. Internal architecture and sedimentary evolution of coarse-grained, turbidite channel-levee complexes, early eocene regência canyon, Espírito Santo Basin, Brazil. **Sedimentology**, v. 44, n. 1, p. 17–46, 1997.

BRUSH, E. et al. The Rio Doce canyon system in the northern Espírito Santo basin, offshore Brazil: a model for interpreting ancient deep-water sand transportation fairways. **American Association of Petroleum Geologists Search and Discovery Article**, 2004.

CHANG, H. K. et al. Tectonics and stratigraphy of the East Brazil Rift system: an overview. **Tectonophysics**, v. 213, n. 1–2, p. 97–138, 1992.

CHEMALE JR., F.; HADLER NETO, J. C. (Coord.). Termocronologia por traços de fissão em apatita: margem SE do Brasil e Uruguai. In: **Projeto Evolte**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, v. 4, 131 p. 2005.

COSMO, C. A.; PALHARES Jr, C. A. C. A.; RANGEL, H. D.; WOLFF, B. R. E. N. O.; DE FIGUEIREDO, A. M. F. Lagoa Parda Field - Brazil. Espírito Santo Basin, Southeastern Brazil. In: BEAUMONT, E. A.; FOSTER, N. H. (Eds). **AAPG Treatise of Petroleum Geology - Atlas of Oil and Gas Fields - Stratigraphic Traps**, v. 2, p. 349-360, 1991.

DEL REY, A. C.; ZEMBRUSCKI, S. G. Hydrothermic study of the Espírito Santo and Mucuri basins. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 5, n.1-4, p. 25-38, 1991.

DIAS, J. L. Tectônica, estratigrafia e sedimentação no Andar Aptiano da margem leste brasileira. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 13, n. 1, p. 7–25, 2005.

EVENICK, J. **Introduction to well logs and subsurface maps**. Oklahoma: Pennwell, 2008

FIDUK, J. C. et al. "Salt deformation, magmatism, and hydrocarbon prospectivity in the Espírito Santo Basin, offshore Brazil." In: **Salt-Sediment Interactions and**

Hydrocarbon Prospectivity: Concepts, Applications, and Case Studies for the 21st Century. Houston, Gulf Coast Section Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, p.370-392, 2004.

FOSSSEN, H. **Geologia estrutural.** São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

FRANÇA, R. L.; TOKUTAKE, L. R. Bacias sedimentares brasileiras: Bacia do Espírito Santo. **Phoenix**, v.69, p. 1-6, 2004.

FRANÇA, R. L. et al. Bacia do Espírito Santo. **Boletim de Geociencias da Petrobras**, v. 15, n. 2, p. 501–509, 2007.

FUNK, E.; SLATT, R.M.; PYLES, D. R. Quantification of static connectivity between deep-water channels and stratigraphically adjacent architectural elements using outcrop analogs, **AAPG Bulletin**, v. 96, n. 2, p. 277–300, 2012.

GIBBS, P. B., BRUSH, E. R., & FIDUK, J. C. The evolution of the syn rift and transition phases of the central/southern Brazilian and W. African conjugate margins: the implications for source rock distribution in time and space, and their recognition on seismic data. In: **8th International Congress of the Brazilian Geophysical Society.** Rio de Janeiro, p.1-7, 2003.

GOMES, J.B.; CARVALHO, R.S.; LIMA, F.R.T.; ABDALLA, E.T.C. Revisão geológica regional da Bacia do Espírito Santo. In: PETROBRS/DEPEX/DIRNEM. Relatório interno. Rio de Janeiro, RJ. 34 p, 1988.

GRANOT, R.; DYMENT, J. The Cretaceous opening of the South Atlantic Ocean The Cretaceous opening of the South Atlantic Ocean. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 414, p. 156-163, 2015.

GREENE, H.; CLARKE, S.; KENNEDY, M. Tectonic evolution of submarine canyons along the California continental margin. In: OSBORNE, R.H. (Ed.). **From Shoreline to Abyss**, SEPM Special Publication, v. 46, p. 231–248, 1991.

GUEIROS, E.A.C. **Geologia de um "paleocanyon" submarino da Bacia do Espírito Santo.** Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1977.

HAQ, B. U.; HARDENBOL, J.; VAIL, P. R. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. In: **Sea-Level Changes - An Integrated Approach**, SEPM Special Publication, n. 2, The Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Houston, Texas, 1988.

HEINE, C.; ZOETHOUT, J.; MÜLLER, R. D. Kinematics of the South Atlantic rift. **Solid Earth**, v. 4, p. 1-46, 2013.

HERNGREEN, G.F.W. An Upper Senonian Pollen Assemblage of Borehole 3-PIA-10-AL State of Alagoas, Brazil. **Pollen et Spores**, v. 17, n. 1, p. 93 - 140, 1975.

JANSSEN, M. E.; STEPHENSON, R. A.; CLOETINGH, S. Temporal and spatial correlations between changes in plate motions and the evolution of rifted basins in Africa. **Geological Society of America Bulletin**, v. 107. p. 1317-1332, 1995.

MAIZATTO, J. R.; LANA, C. C.; RIBEIRO, A. W. S.; FERREIRA, E. P. Evidências de terras altas no Campaniano da Bacia do Espírito Santo. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 31-43, 2009.

MAYALL, M.; JONES, E.; CASEY, M. Turbidite channel reservoirs-Key elements in facies prediction and effective development. **Marine and Petroleum Geology**, v. 23, n. 8, p. 821–841, 2006.

MENDES, M. P. **Paleocânion de Regência (ES) e Almada (BA): evolução, análise estratigráfica e associação das fácies turbidíticas**. 229 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Grando do Sul, Porto Alegre, 1996.

MILANI, E. J. et al. Petróleo na margem continental brasileira: geologia, exploração, resultados e perspectivas. **Brazilian Journal of Geophysics**, v. 18, n. 3, p. 351-396, 2000.

MITCHUM, R. M.; Jr.; VAIL, P. R.; SANGREE, J. B. Seismic stratigraphy and global changes of sea level: Part 6. Stratigraphic interpretation of seismic reflection patterns in depositional sequences: Section 2. Application of seismic reflection configuration

to stratigraphic. In: PAYTON, C.E. (Ed.), **Seismic Stratigraphy Applications to Hydrocarbon Exploration**, Tulsa, OK, v. 26. AAPG Memoir, p. 117-133, 1977.

MIZUSAKI, A. M.; ALVES, D. B.; CONCEIÇÃO, J. C. J. Eventos magmáticos nas bacias do Espírito Santo, Mucuri e Cumuruxatiba. In: **Congresso Brasileiro de Geologia**, v.37, p. 566-569, 1994.

MOHRIAK, W. U. Interpretação geológica e geofísica da bacia do Espírito Santo e da região de Abrolhos: petrografia, datações radiométricas e visualização sísmica das rochas vulcânicas. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 14, p. 133-142, 2006.

MUTTI, E. **Turbidite sandstones**. Milan, Italy: Agip, Insituto di geologia, Univsersità di Parma, 275p., 1992.

NOVAIS, L. C. C. et al. Novas ocorrências de diques de diabásio na faixa Colatina - ES: estruturas rúpteis associadas e implicações tectônicas para as bacias de Campos e do Espírito Santo **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 12, n. 1, p. 191-194, 2004.

OLIVEIRA, F. R. B.; BERALDO, V. L.; HEINERICI, J. Análise exploratória do Paleocânion de Regência. PETROBRAS/DESUS/DINTER/SEBAT, Relatório Interno, reg. 5487, não publicado, 1985.

OLIVEIRA, et al. Morfologia do Paleocânion de Regência, Bacia do Espírito Santo. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 49, 2018, Rio de Janeiro. Resumos... Rio de Janeiro: SBG, 2018. Disponível em: <http://cbg2018anais.siteoficial.ws/resumos/7868.pdf>

PEDROSA-SOARES, A. C.; WIEDEMANN-LEONARDOS, C. M. Evolution of the Araçuaí Belt and its connection to the Ribeira Belt, Eastern Brazil. **Tectonic Evolution of South America**, v. 31, p. 265-310 2000.

PEREIRA, M. J. **Seqüências deposicionais de 2ª e 3ª ordens (50 a 2,0 Ma) e tectono-estratigrafia no Cretáceo de cinco bacias marginais do Brasil. Comparação com outras áreas do globo e implicações geodinâmicas**. 430 p.

Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

PONTES, F.C.; ASMUS, H.E. Clássicos da Geologia e do Petróleo do Brasil – As bacias marginais brasileiras: estágio atual de conhecimento. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v.12, n.2, p. 385-420. 2004.

POSAMENTIER, H. W. Deep-water turbidites and submarine fans. In: POSAMENTIER, H. W.; WALKER, R. G. (Eds.), **Facies Models Revisited**, Special Publication, Society for Sedimentary Geology (SEPM), v. 84, p. 397-520, 2006.

SCHWAB, A. M.; CRONIN, B. T.; FERREIRA, H. Seismic expression of channel outcrops: Offset stacked versus amalgamated channel systems. **Marine and Petroleum Geology**, v. 24, n. 6-9, p. 504-514, 2007.

SHEPARD, F.P. Submarine canyons: multiple causes and long-time persistence. **AAPG Bulletin**, v. 65, n. 6, p. 1062-1077, 1981.

STOW, D.A.V.; MAYALL, M. Deep-water sedimentary systems: new models for the 21st century. **Marine and Petroleum Geology**, v. 17, n. 2, p. 125–135, 2000.

TAGLIARI, C.V. **Evolução das seqüências mistas (siliciclásticas carbonáticas) sob a influência da halocinese durante o Albo-aptiano da Plataforma de Regência, Bacia do Espírito Santo**. Dissertação (mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

TAGLIARI, C. V. et al. Evolução geológica das sequências mistas (siliciclásticas e carbonáticas) sob influências da tectônica que envolve o embasamento e da halocinese durante o Albiano – Plataforma de Regência – Bacia do Espírito Santo. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 21, n.1, p. 149–174, 2013a.

TAGLIARI, C. V. et al. Controle alocíclico (escala de Milankovitch) na sedimentação siliciclástica, mista e carbonática albiana no centro-leste da Plataforma de Regência (Bacia do Espírito Santo, Brasil). **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 21, n. 2, p. 417–452, 2013b.

TORSVIK, T. H. et al. A new scheme for the opening of the South Atlantic Ocean and the dissection of an Aptian salt basin. **Geophysical Journal International**, v. 177, n.3, p. 1315-1333, 2009.

VAIL, P.R., MITCHUM, R.M. Jr., THOMPSON III, S. Seismic stratigraphy and global changes of sea level: Part 2 – The depositional sequences as a basic unit for stratigraphic analysis. In: PAYTON, C.E. (Ed.), **Seismic Stratigraphy Applications to Hydrocarbon Exploration**. Tulsa, OK, v. 26, AAPG Memoir, p. 63–81, 1977.

VAIL, P. R. Seismic stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy: Part 1: Seismic stratigraphy interpretation procedure. In: BALLY, A.W. (Ed.), **Atlas of seismic stratigraphy**. Houston, TX, AAPG Studies in Geology 27, p 1-10, 1987.

VINCENTELLI, M. G. C.; NEVES, M.; MORALES, N. Controle Estrutural do Neógeno e Quaternário nas Bacias de Campos e Do Espírito Santo. **Geociências**, v. 35, n. 1, 47-62, 2006.

WEIMER, P.; LINK, M.H. Global petroleum occurrences in submarine fans and turbidite systems. In: WEIMER, P.; LINK M. H., (Eds.). **Seismic Facies and Sedimentary Processes of Submarine Fans and Turbidite Systems**. New York: Springer-Verlag, p. 9-67, 1991.