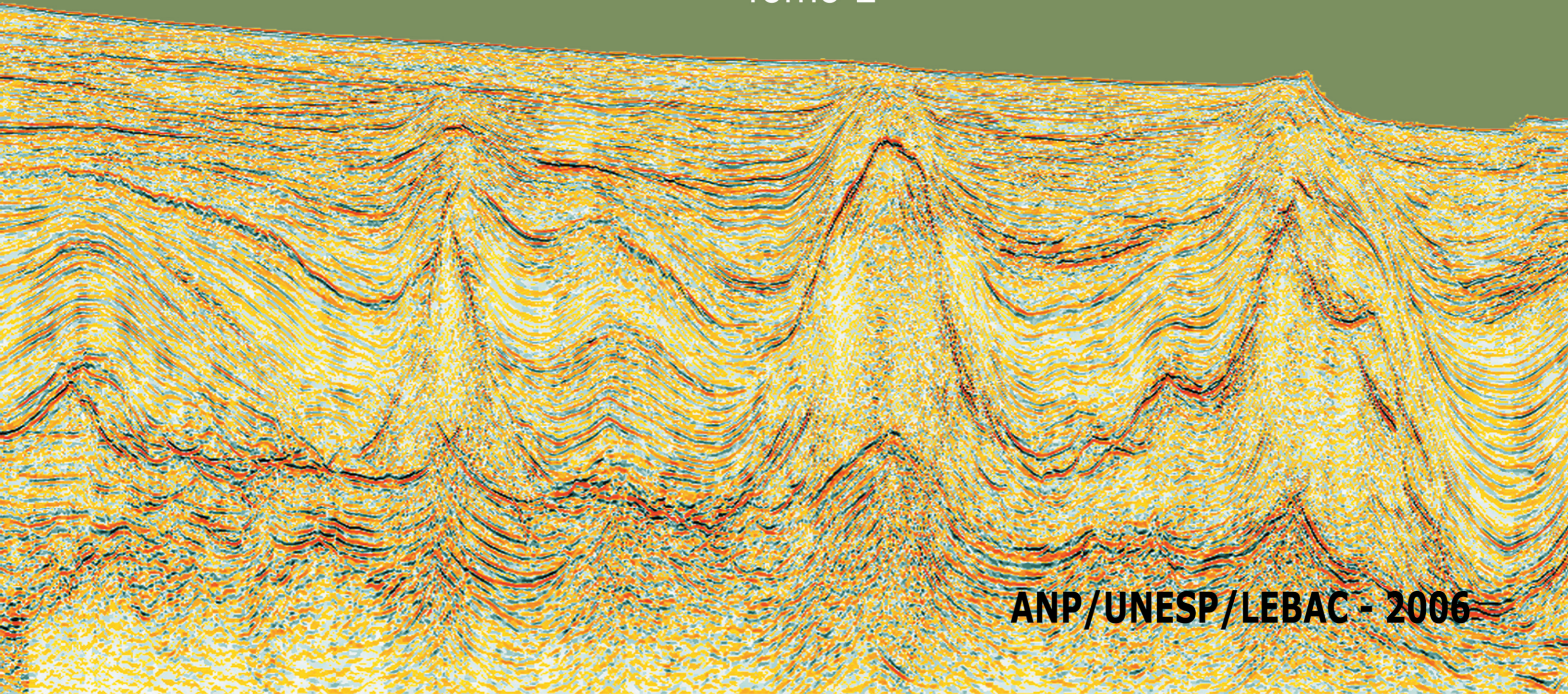


Interpretação e Mapeamento dos Sistemas Petrolíferos da

Bacia de Campos

Tomo 2



ANP/UNESP/LEBAC - 2006

Apresentação



Apresentação

Em 16 de setembro de 2004, foi celebrado contrato entre a Agência Nacional do Petróleo - ANP e a Universidade Estadual Paulista - UNESP (Contrato n° 4033/04 – ANP – 009.644) para executar projeto intitulado “Interpretação e Mapeamento dos Sistemas Petrolíferos da Bacia de Campos”, por meio do estudo das rochas – geradora, reservatório e selante – e das trapas, que constituem os elementos essenciais do sistema petrolífero, bem como da análise dos mecanismos que inter-relacionam estes elementos, visando entender a origem e a evolução das acumulações de óleo e gás e o potencial exploratório da bacia. O estudo foi efetuado no Laboratório de Estudos de Bacia - LEBAC, pertencente ao Departamento de Geologia Aplicada - DGA, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE, cujo início efetivo de atividades deu-se em março de 2005 com o recebimento dos dados sísmicos.

A base de dados utilizada no estudo consistiu em: a) 56 mil km de linhas sísmicas 2D e cinco projetos sísmicos 3D; b) dados gravimétricos e magnetométricos associados aos levantamentos sísmicos; c) dados aero-magnetométricos cobrindo toda Bacia de Campos; d) dados do satélite Landsat TM7; e) dados de 1948 poços.

A plataforma de interpretação sísmica e de tratamento de perfis geofísicos utilizada foi o pacote Geoframe (IESX, WellEdit, GeoViz, InDepth, Synthetics) da Geoquest-Schlumberger. O processamento e a interpretação de dados gravimétricos e magnetométricos foram efetuados com o uso do *software* Oasis Montaj da Geosoft, com integração de imagens de satélite e de mapas geológicos pela utilização do *software* ER-Mapper. Para a modelagem geoquímica, foi utilizado o pacote BasinMod 1D e 2D da Platte River.

Para o tratamento, a visualização e o mapeamento de atributos geofísicos, geológicos e geoquímicos foram utilizados, além dos pacotes mencionados, os *softwares* Delphi, Surfer 8, Analito e Gocad.

A apresentação dos resultados foi dividida em 3 tomos: o Tomo 1, sintetiza os principais resultados alcançados ao longo de 18 meses de atividades; este segundo, o Tomo 2 apresenta, de forma mais detalhada, as etapas intermediárias e os métodos aplicados e o Tomo 3 constitui essencialmente o volume de anexos, onde são apresentados mapas e seções em escalas reduzidas.

Autores

PhD. Chang, Hung Kiang
(Geólogo/Coordenador – UNESP/IGCE/DGA/LEBAC)

M.Sc. Eduardo de Mio
(Geólogo - FUNDUNESP/LEBAC)

M.Sc. Fernando Santos Corrêa
(Geólogo – UNESP/IGCE/PPG-GMA)

D.Sc. Joel Carneiro de Castro
(Geólogo – UNESP/IGCE/DGA)

M.Sc. Júlio Setsuo Tinen
(Geofísico – FUNDUNESP/LEBAC)

D.Sc. Mario Luis Assine
(Geólogo – UNESP/IGCE/DGA)

Revisão

D.Sc. Maria Rita Caetano Chang
(Geóloga – UNESP/IGCE/DGA)

D.Sc. José Alexandre J. Perinotto
(Geólogo -UNESP/IGCE/DGA)

Sumário

Capítulo 1: Mapeamento Sísmico

Introdução	2
Plataforma de Trabalho	2
Base Cartográfica	2
Dados Sísmicos	2
Dados de poços para a sísmica	5
Definição dos Horizontes	5
Conversão de Dados Tempo <i>Versus</i> Profundidade	8
Metodologia utilizada	8
Mapas Gerados	9
Anexo 1-1: Dados Sísmicos 2D	11
Anexo 1-2: Mapas em Tempo	23
Anexo 1-3: Mapas em Profundidade	34
Anexo 1-4: Mapas de Isópacas	45

Capítulo 2: Tratamento e Análise de Dados de Poços

Base de Dados de Poços	60
Anexo 2-1: Total de Poços pesquisados na Bacia de Campos	61
Anexo 2-2: Total de Poços carregados no Projeto	69
Anexo 2-3: Total de Poços utilizados no Projeto	76
Anexo 2-4: Total de Poços com dados de <i>Check Shot</i>	87
Anexo 2-5: Total de Poços com dados de Perfil Composto	89
Anexo 2-6: Total de Poços com dados de Pasta de Poço	92
Anexo 2-7: Total de Poços com dados de Perfil Elétrico	95
Anexo 2-8: Total de Poços com dados Lito Estratigráficos	98
Anexo 2-9: Total de Poços com dados Crono Estratigráficos	101
Anexo 2-10 : Total de Poços com dados Bio Estratigráficos	104
Anexo 2-11 : Total de Poços com dados de Vitrineta	107

Capítulo 3: Geoquímica

Base de Dados	111
Carregamento dos dados	111
Calibração dos dados	113
Mapas de Fluxo Térmico	116
Mapa de Gradiente Geotérmico	117
Geração de curvas de geohistória	118
Modelo Cinético	118
Geração de Diagramas Van Krevelen	119
Geração dos perfis geoquímicos	119
Análise de Potencial da Rocha Geradora	120
Ambiente Depositional	120
Teor de carbono orgânico total (COT) e potencial gerador	120
Maturidade da rocha geradora	122
<i>Timing</i> da Maturação	122
Condições atuais de maturação	123
Maturação da seqüência Cenomaniano – Turoniano	125
Geração e Expulsão	126
Migração e Acumulação	131
Estimativa de Carga de HC	131
Anexo 3-1: Poços em TFP	131
Anexo 3-2: Perfis e Maturidade Calibrados por BHP, Tmax e Ro (Petrobras)	144
Anexo 3-3: Perfis e Maturidade Calibrados por BHP, Tmax e Ro (Projeto)	165
Anexo 3-4: Diagramas de Geohistória e Janelas de Maturação (Petrobras)	177
Anexo 3-5: Diagramas de Geohistória e Janelas de Maturação (Projeto)	198
Anexo 3-6: Diagramas de Van Krevelen (Petrobras)	210
Anexo 3-7: Diagramas de Van Krevelen (Projeto)	230
Anexo 3-8: Perfis Geoquímicos com Dados de Pirólise e de TOC (Petrobras)	242
Anexo 3-9: Perfis Geoquímicos com Dados de Pirólise e de TOC (Projeto)	263

Bibliografia

Bibliografia	275
--------------------	-----

Índice de Figuras

Capítulo 1: Mapeamento Sísmico

Figura 1.1 - Mapa com a localização das linhas sísmicas 2D públicas, disponibilizadas para o projeto.	3
Figura 1.2 - Seções 2D (lado esquerdo) <i>versus</i> 3D (lado direito) espelhadas, mostrando as diferenças de qualidade sísmica, principalmente na porção pré-rifte.	4
Figura 1.3 - Mapa base com a localização integrada das linhas 2D públicas e as <i>surveys</i> 3D.	4
Figura 1.4 - Mapa com a localização dos poços com <i>check shot</i>	5
Figura 1.5 - Seção sísmica com pico preto correspondente ao coeficiente de reflexão positivo na base do mar.	6
Figura 1.6 - Seção sísmica mostrando os horizontes Mioceno médio(verde claro) e o Oligoceno.	6
Figura 1.7 - Seção sísmica mostrando o eoceno médio (verde) e o KT (Cretáceo sísmico)	7
Figura 1.8 - Seção sísmica mostrando o albiano – fácies de água rasa e base do sal (verde) associada.	7
Figura 1.9 - Ilustração do topo do sal, destacando os diápiros na porção mais profunda da bacia.	7
Figura 1.10 - Seção sísmica mostrando os diápiros de sal.	7
Figura 1.11 - Seção sísmica típica da seção rifte, ilustrando, de cima para baixo, a base do sal D3 (verde), topo do Jiquiá D2, base do Jiquiá D1.1 (azul) e embasamento D1 (lilás).	8
Figura 1.12 - Modelo de conversão Tempo x Profundidade simplificado, utilizando dados de poços e interpretação sísmica.	8
Figura 1.13 - Seção sísmica <i>dip</i> na porção norte da bacia mostrando a influência da movimentação do sal no relevo atual da base do mar.	9

Capítulo 2: Tratamento e Análise de Dados de Poços

Figura 2.1 - Mapa de localização dos poços carregados no projeto Bacia de Campos.	60
--	----

Capítulo 3: Geoquímica

Figura 3.1 - Mapa de distribuição dos 381 poços com amostras de COT e pirólise.	111
Figura 3.2 - Mapa de estiramento crustal estimado da Bacia de Campos.	113
Figura 3.3 - Evolução do fluxo térmico ao longo do tempo no modelo de <i>Rifting Heat Flow</i> do BasinMod	113
Figura 3.4 - Relação temperatura x profundidade da água do mar nas bacias de Campos e Santos.	116
Figura 3.5 - Exemplo de ajuste da temperatura atual (BHT's) e da maturidade VR LLNL (& Ro).	116
Figura 3.6 - Curva de fluxo térmico construída a partir da análise 1D, utilizada para a construção dos mapas de fluxo térmico ao longo do tempo para a Bacia de Campos.	116

Figura 3.7 - Mapa de fluxo térmico da Bacia de Campos para a idade de 134Ma.	117
Figura 3.8 - Mapa de fluxo térmico da Bacia de Campos para a idade de 120Ma.	117
Figura 3.9 - Mapa de fluxo térmico da Bacia de Campos para a idade de 98Ma.	117
Figura 3.10 - Mapa de fluxo térmico da Bacia de Campos para a idade de 0Ma.	117
Figura 3.11 - Mapa gradiente geotérmico da Bacia de Campos.	117
Figura 3.12 - Curva de geohistória do poço 1RJS0016RJ. A linha vermelha mais espessa representa a subsidência tectônica e as linhas finas representam as isotermas a cada 50 ^o C.	118
Figura 3.13 - Diagrama de Van Krevelen para seção rifte, com dados de pirólise de todos os poços que alcançaram a seqüência rifte.	118
Figura 3.14 - Regras REESA aplicadas aos dados de pirólise para geração dos perfis geoquímicos.	119
Figura 3.15 - Exemplo de perfil geoquímico do poço 1RJS0151RJ com a filtragem REESA.	120
Figura 3.16 - Histograma de frequência e percentual cumulativo das amostras de COT da Bacia de Campos.	120
Figura 3.17 - Histograma de frequência e percentual cumulativo das amostras de COT com valores entre 0,01 e 6%.	120
Figura 3.18 - Histograma das amostras de COT da seção rifte da Bacia de Campos.	121
Figura 3.19 - Histograma das amostras de COT da seção superior da Formação Lagoa Feia.	121
Figura 3.20 - Perfil geoquímico da seção rifte da Bacia de Campos.	121
Figura 3.21 - Perfil geoquímico da seção superior da Formação Lagoa Feia.	121
Figura 3.22 - Seção geoquímica 01 (<i>strike</i>).	122
Figura 3.23 - Seção geoquímica 02 (<i>Dip</i>).	122
Figura 3.24 - Seção geoquímica 03 (<i>Dip</i>).	122
Figura 3.25 - Histograma de maturidade da seção rifte. <i>Early Mature</i>	122
Figura 3.26 - Histograma de maturidade da seção rifte. <i>Mid Mature</i>	122
Figura 3.27 - Curva de geohistória do poço 1RJS0126BRJ.	123
Figura 3.28 - Curva de geohistória do poço 1RJS0117BRJ.	123
Figura 3.29 - Curva de geohistória do poço 1RJS0365RJ evidenciando o aumento da taxa de subsidência durante o final do Oligoceno, e conseqüente entrada da seção rifte na janela inicial de maturação.	123
Figura 3.30 - Curva de geohistória do poço 1RJS0178RJ.	124
Figura 3.31 - Curva de geohistória do poço 1RJS0138RJ, com a seqüência rifte dentro da janela intermediária de maturação.	124
Figura 3.32 - Curva de geohistória do poço 1RJS0386ARJ, com a seqüência rifte dentro da janela intermediária de maturação.	124

Figura 3.33 - Curva de geohistória do poço 1RJS0097CRJ	125
Figura 3.34 - Curva de geohistória do poço 1RJS0117CRJ	125
Figura 3.35 - Curva de geohistória do poço 1RJS0350CRJ, apresentando progressivo aprofundamento a partir de 80 Ma, com aumento na taxa de subsidência na passagem Paleógeno – Neógeno.....	125
Figura 3.36 - Curva de geohistória do poço 1RJS0187RJ.	126
Figura 3.37- Mapas de maturidade do topo da Formação Lagoa Feia em tempos geológicos selecionados.	127
Figura 3.38- Mapas de maturidade do Turiano em tempos geológicos selecionados.	129
Figura 3.39- Curvas de probabilidade cumulativa para o volume de óleo e gás gerados e expelidos.....	132

Índice de Tabelas

Capítulo 1: Mapeamento Sísmico

Tabela 1.1 - Classificação das linhas sísmicas 2D em 34 <i>surveys</i>	3
Tabela 1.2 - Área abrangida por cada <i>survey</i> 3D.....	4
Tabela 1.3 - Definição dos horizontes sísmicos para o mapeamento da Bacia de Campos.....	5

Capítulo 2: Tratamento e Análise de Dados de Poços

Tabela 2.1 - Poços classificados segundo o tipo carregados na base de dados.	60
---	----

Capítulo 3: Geoquímica

Tabela 3.1 - Poços com amostras geoquímicas.....	112
Tabela 3.2 - Nomes e idades homogeneizadas. Dados provenientes da divisão cronoestratigráfica proposta pela Petrobras.	113
Tabela 3.3 - Litologias BMOD	114
Tabela 3.4 - Poços com fator de estiramento crustal (Beta) calculado.	115
Tabela 3.5 - Parâmetros LLNL para Querogênios Tipo I.....	119
Tabela 3.6 - Parâmetros LLNL para Querogênios Tipo II.	119
Tabela 3.7 - Parâmetros utilizados para simulação.	131
Tabela 3.8 - Volumes de óleo e gás gerado e migrado pela simulação.	131

Índice de Anexos

Capítulo 1: Mapeamento Sísmico

Anexo 1-2.1 - Mapa sísmico do fundo do mar - Recente (tempo)	24
Anexo 1-2.2 - Mapa sísmico do Mioceno médio - Meso-Mioceno (tempo) D13	25
Anexo 1-2.3 - Mapa sísmico do Oligoceno - Eo-Oligoceno (tempo) D11	26
Anexo 1-2.4 - Mapa sísmico do Eoceno médio - Meso-Eoceno (tempo) D10.....	27
Anexo 1-2.5 - Mapa sísmico do KT - Eo-Paleoceno (tempo) D9	28
Anexo 1-2.6 - Mapa sísmico do Albiano - Eo Albiano (tempo) D5	29
Anexo 1-2.7 - Mapa sísmico da base do sal - Alagoas Médio (tempo) D3	30
Anexo 1-2.8 - Mapa sísmico do topo do Jiquiá - Topo do Jiquiá (tempo) D2.....	31
Anexo 1-2.9 - Mapa sísmico da base do Jiquiá - Barremiano (tempo) D1.1.....	32
Anexo 1-2.10 - Mapa sísmico do embasamento - Neocomiano (tempo) D1.....	33
Anexo 1-3.1 - Mapa sísmico do fundo do mar - Recente (profundidade).....	35
Anexo 1-3.2 - Mapa sísmico do Mioceno médio - Meso-Mioceno (profundidade) D13	36
Anexo 1-3.3 - Mapa sísmico do Oligoceno - Eo-Oligoceno (profundidade) D11.....	37
Anexo 1-3.4 - Mapa sísmico do Eoceno médio - Meso-Eoceno (profundidade) D10	38
Anexo 1-3.5 - Mapa sísmico do KT - Eo-Paleoceno (profundidade) D9	39
Anexo 1-3.6 - Mapa sísmico do Albiano - Eo-Albiano (profundidade) D5	40
Anexo 1-3.7 - Mapa sísmico da base do sal - Alagoas Médio (profundidade) D3	41
Anexo 1-3.8 - Mapa sísmico do topo do Jiquiá - Topo do Jiquiá (profundidade) D2	42
Anexo 1-3.9 - Mapa sísmico da base do Jiquiá - Barremiano (profundidade) D1.1	43
Anexo 1-3.10 - Mapa sísmico do embasamento - Neocomiano (profundidade) D1	44
Anexo 1-4.1 - Mapa de isópacas do KT menos base do mar (D9 menos Recente).....	46
Anexo 1-4.2 - Mapa de isópacas Mioceno médio menos base do mar (D13 menos Recente).....	47
Anexo 1-4.3 - Mapa de isópacas do Oligoceno menos base do mar (D11 menos Recente).....	48
Anexo 1-4.4 - Mapa de isópacas Oligoceno menos Mioceno médio (D11 menos D13).....	49
Anexo 1-4.5 - Mapa de isópacas Eoceno médio menos Oligoceno (D10 menos D11).....	50
Anexo 1-4.6 - Mapa de isópacas KT menos Oligoceno (D9 menos D11).....	51
Anexo 1-4.7 - Mapa de isópacas topo do sal menos KT (D4 - D9).....	52
Anexo 1-4.8 - Mapa de isópacas base do sal menos topo do sal (D3 - D4)	53
Anexo 1-4.9 - Mapa de isópacas base do sal menos KT (D3 - D9).....	54
Anexo 1-4.10 - Mapa de isópacas embasamento menos base do sal (D1 - D3).....	55
Anexo 1.4-11 - Mapa de isópacas base do Jiquiá menos base do sal (D1.1 - D3)	56

1.4.12 - Mapa de isópacas topo do Jiquiá menos base do sal (D2 menos D3)	57
1.4.13 - Mapa de isópacas base do Jiquiá menos topo do Jiquiá (D1.1 menos D2).....	58

Capítulo 2: Tratamento e Análise de Dados de Poços

Anexo 2-1: Total de Poços pesquisados na Bacia de Campos	61
Anexo 2-2: Total de Poços carregados no Projeto	69
Anexo 2-3: Total de Poços utilizados no Projeto	76
Anexo 2-4: Total de Poços com dados de <i>Check Shot</i>	87
Anexo 2-5: Total de Poços com dados de Perfil Composto	89
Anexo 2-6: Total de Poços com dados de Pasta de Poço.....	92
Anexo 2-7: Total de Poços com dados de Perfil Elétrico.....	95
Anexo 2-8: Total de Poços com dados Lito Estratigráficos	98
Anexo 2-9: Total de Poços com dados Crono Estratigráficos.....	101
Anexo 2-10 : Total de Poços com dados Bio Estratigráficos	104
Anexo 2-11 : Total de Poços com dados de Vitrineta.....	107

Capítulo 3: Geoquímica

Anexo 3-1: Poços em TFP	131
Anexo 3-2: Perfis e Maturidade Calibrados por BHP, Tmax e Ro (Petrobras).....	144
Anexo 3-3: Perfis e Maturidade Calibrados por BHP, Tmax e Ro (Projeto)	165
Anexo 3-4: Diagramas de Geohistória e Janelas de Maturação (Petrobras).....	177
Anexo 3-5: Diagramas de Geohistória e Janelas de Maturação (Projeto)	198
Anexo 3-6: Diagramas de Van Krevelen (Petrobras).....	210
Anexo 3-7: Diagramas de Van Krevelen (Projeto)	230
Anexo 3-8: Perfis Geoquímicos com Dados de Pirólise e de TOC (Petrobras).....	242
Anexo 3-9: Perfis Geoquímicos com Dados de Pirólise e de TOC (Projeto)	263