

## 5.2 Análise descritiva da seção sísmica restaurada

Na presente dissertação foram interpretadas três seções sísmicas regionais, na porção Centro-Sul da bacia do Espírito Santo, a fim de compreender da melhor forma possível a influência do CVA na evolução tectonossedimentar da bacia. Destas três seções foi selecionado um segmento presente no domínio compressional, onde seus estilos estruturais melhor representam o efeito tectônico do CVA. Então esta seção foi submetida ao processo de restauração de seções, que teve o objetivo de reconstruir no tempo geológico as principais etapas de deformação e sedimentação na área.

A seção que será restaurada está localizada na porção centro sul da bacia do Espírito Santo (Figura 31a), com 30 km de comprimento ao longo da direção W-E (Figura 34). A seção geológica apresenta estilos estruturais representativos do domínio compressional e do padrão do empilhamento estratigráfico, tornando-a uma excelente seção para análise de restauração palinspática, uma vez que, o domínio compressional foi o mais afetado pela tectônica provocada pelo CVA.

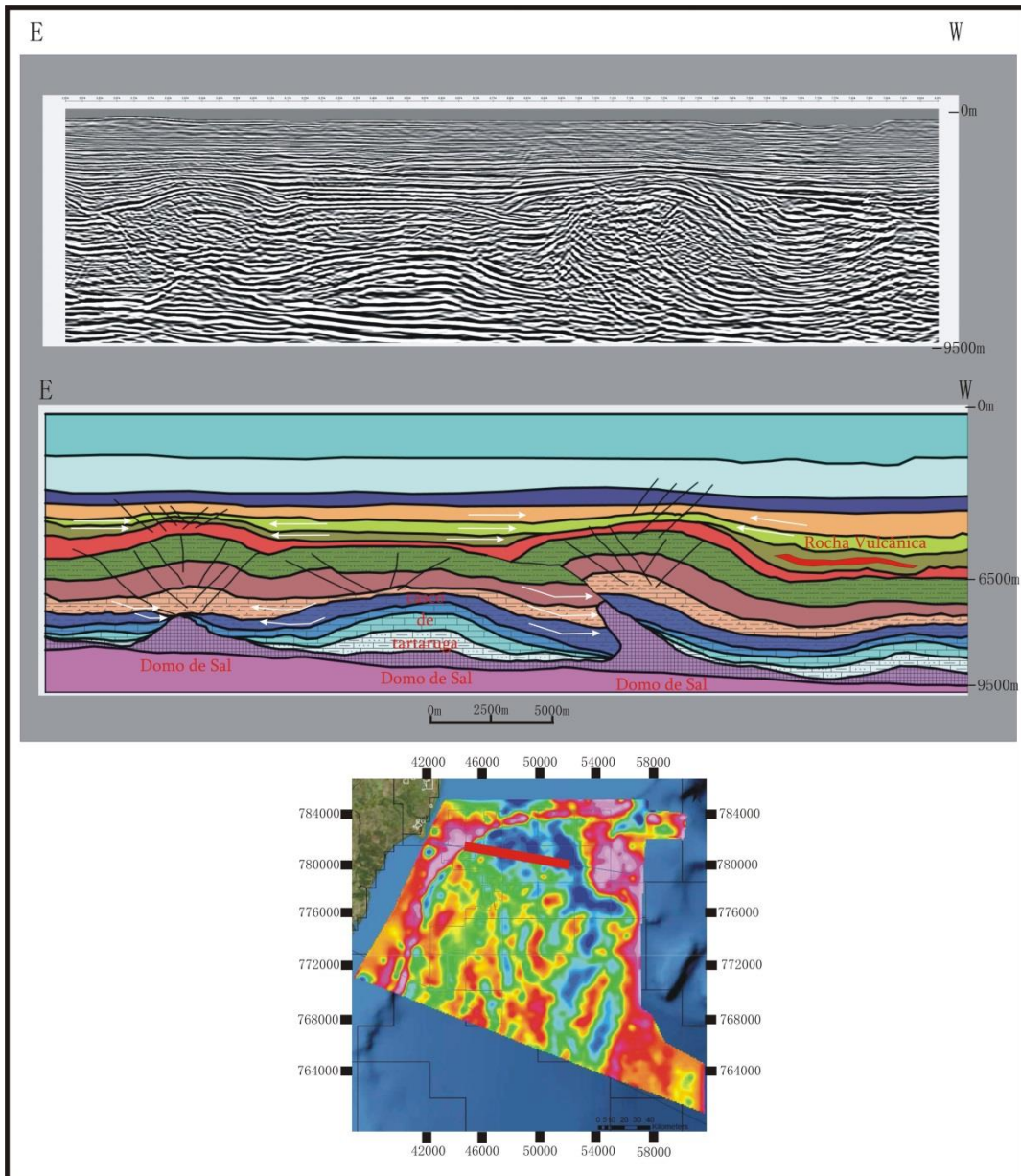


Figura 34 - Seção sísmica interpretada com os principais estilos estruturais. Os *onlaps* e os *Downlaps* representados pelas setas brancas.

Estruturalmente, a seção apresenta uma zona dobrada, definida por uma anticlinal aberta (Figura 35a), formada possivelmente por um processo de dobramento a partir de uma distribuição homogênea, ou seja, a deformação ocorreu ao nível intergranular e não através de superfície, definindo assim um dobramento por fluxo flexural (Ramsay & Huber, 1987). Com base no índice de afinamento (Figura 36), calculado de acordo com o modelo de Johnson & Bredeson, (1971) este processo de dobramento ocorreu a partir de um processo de inversão tectônica durante o Paleoceno até o Eoceno Médio.

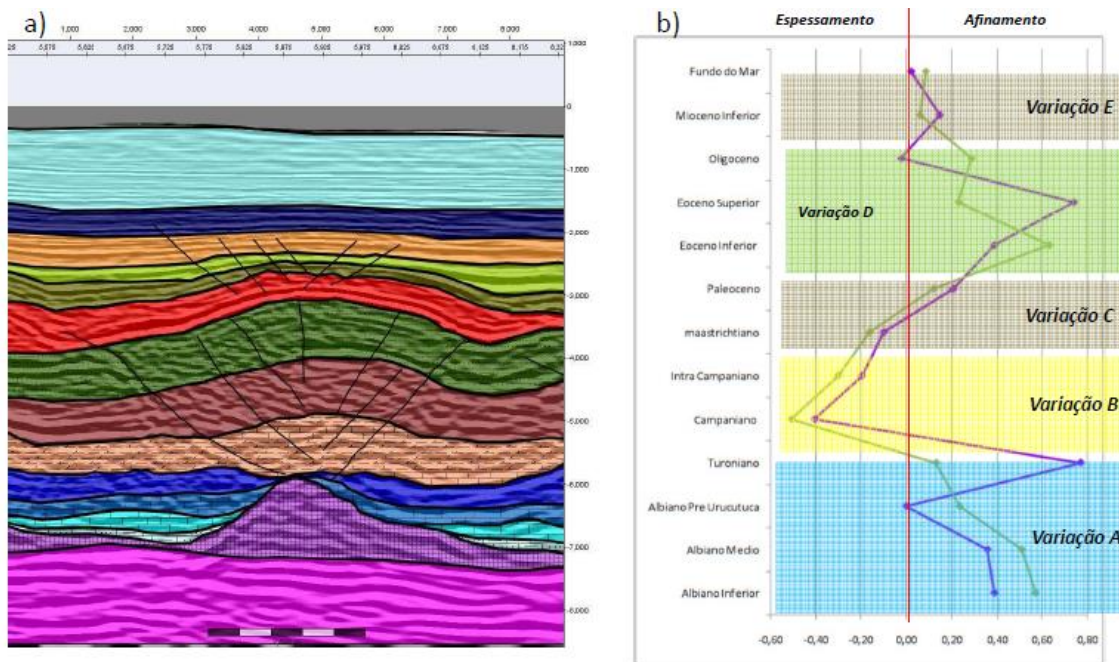


Figura 35 - a) Seção sísmica interpretada na zona dobrada; b) gráfico mostra a relação entre idade e o índice de afinamento.

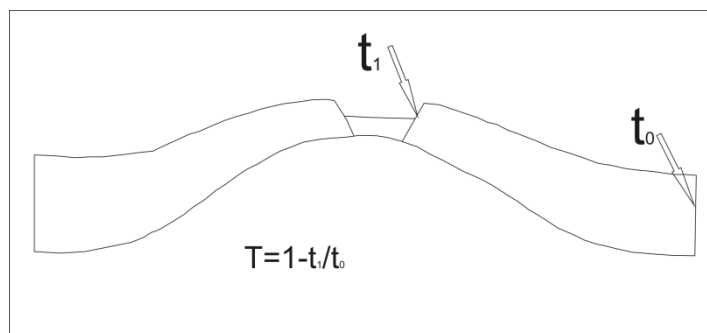


Figura 36 - O índice de afinamento sobre uma superfície.

$t_1$  = espessura na crista da estrutura mais próxima da intrusão;

$t_0$  = espessura da camada no acamamento original;

$T$  = índice de afinamento.

Aplicando a curva de índice de afinamento (Figura 35b), na zona dobrada é possível observar que a curva possui cinco níveis distintos de variação:

Variação (A) mostra uma variação sin-sedimentar de afinamento contra o domo de sal e pode estar associada ao alto estrutural, que estava sendo soerguido e controlando a deposição da unidade albiana; variação (B) o índice de afinamento negativo durante o Campaniano, indica uma inversão tectônica devido ao abatimento do diápiro e resultando na mudança do eixo de sedimentação para o ápice da estrutura, sendo que este novo espaço de acomodação foi gerado pela contínua subsidência do corpo de sal, onde se localiza as maiores espessuras da unidade campaniana; variação (C) o índice de afinamento está próximo de zero, o que sugere uma deposição homogênea nessa idade sem interferência tectônica, sugerindo um período de quiescência e sem grandes variações de espessura. Já durante a variação (D) o índice passa ficar positivo, indicando uma nova atividade tectônica, que mudou o eixo de sedimentação para os novos baixos estruturais, gerando uma cunha sin-sedimentar marcado por onlaps contra os flancos da estrutura. Esta nova fase tectônica teve início no Eoterciário e a variação no índice de afinamento em conjunto com a nova configuração estrutural, relacionam-se à tectônica compressiva gerada pela implantação do CVA.

Outro compartimento bem definido na seção é a zona de translação (Figura 37a), definido por uma estrutura do tipo casco de tartaruga, onde as unidades albiana inferior, média e superior foram depositadas numa situação de mini-bacias. Durante a deposição das unidades santoniana e neocampaniana, houve uma mudança no sentido de movimentação do sal, causado pelo colapso dos diápiros e uma migração lateral da massa evaporítica. Isto ocasionou uma inversão tectônica e uma mudança no eixo principal de deposição destas unidades, o que culminou na formação da estrutura do tipo casco de tartaruga. Durante a deposição da unidade neocretácica, já sob uma quiescência tectônica, seguiu uma deposição estável, com um leve crescimento de seção em direção aos domos colapsados, o que pode indicar o fim da tectônica de sal na área.

O gráfico de índice de afinamento mostrado na figura 34b mostra que, durante a deposição das unidades albianas, os valores são negativos, indicando uma deposição em direção aos baixos existentes entre os domos, caracterizando uma deposição inter dômica. A partir do final do Albiano segue-se, um padrão de valores de índice de afinamento próximos de zero, sugerindo um processo de inversão tectônica, gerado pelo abatimento do diápiro. Durante o terciário, notam-se alguns onlaps em direção aos flancos das estruturas provavelmente associado ao soerguimento da zona dobrada e da Zona de Cavalgamento com

falhas de empurrão indicado na figura 38, causada pela tectônica terciária gerada pela implantação do CVA.

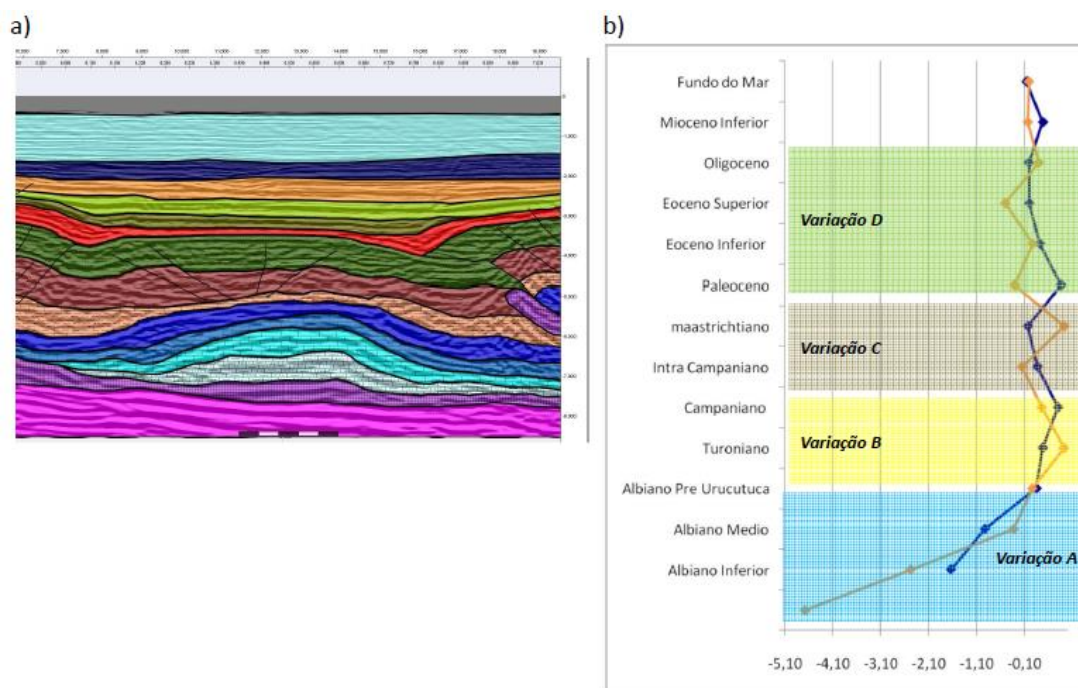


Figura 37 - a) seção sísmica interpretada na zona de translação; b) gráfico mostra a relação entre idade e o índice de afinamento desse compartimento.

A Zona de Cavalgamento com falhas de empurrão é um compartimento característico no domínio compressional da Bacia do Espírito Santo, este é definido por uma forte expressão orográfica, caracterizada por uma dobra em caixa, definida por um grande cavalgamento que foi lançado diretamente sobre o bloco convergente (*footwall*). Esta zona de massa rochosa encurtada no Terciário inferior, se deu por um deslocamento sobre o *footwall block*, através de uma superfície de deslizamento nucleada em um domo de sal pretérito, formado durante a idade cretácica inferior, sendo que o flanco dessa estrutura define o plano de falha da inversão (Figura 38).

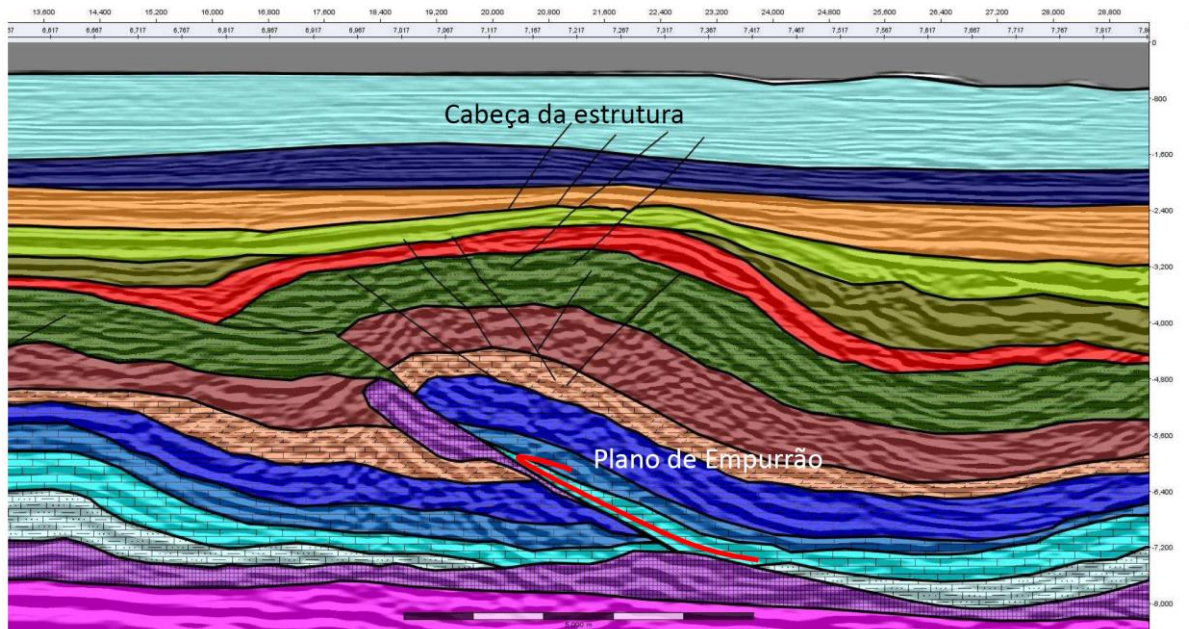


Figura 38 - Seção sísmica interpretada da Zona de cavalgamento com falhas de empurrão.

A interpretação da seção sísmica permite uma subdivisão em três compartimentos, os quais se distinguem em função da história de nucleação das estruturas. São eles os seguintes i) Zona dobrada; ii) Zona de translação; iii) Zona de cavalgamento com falhas de empurrão (figura 39). Estes três compartimentos estão inseridos dentro do domínio compressional da Bacia do Espírito Santo. Dentre estes compartimentos tectônicos discriminados o Zona de Cavalgamento com falhas de empurrão é, de longe, o que mais chama atenção, tanto do ponto de vista sedimentar, como tectônico, uma vez que, a mudança de vergência tectônica foi de singular importância para um rearranjo estrutural e estratigráfico, definindo um padrão de empilhamento sedimentar peculiar nesta porção da bacia, controlado pelos altos estruturais gerados.

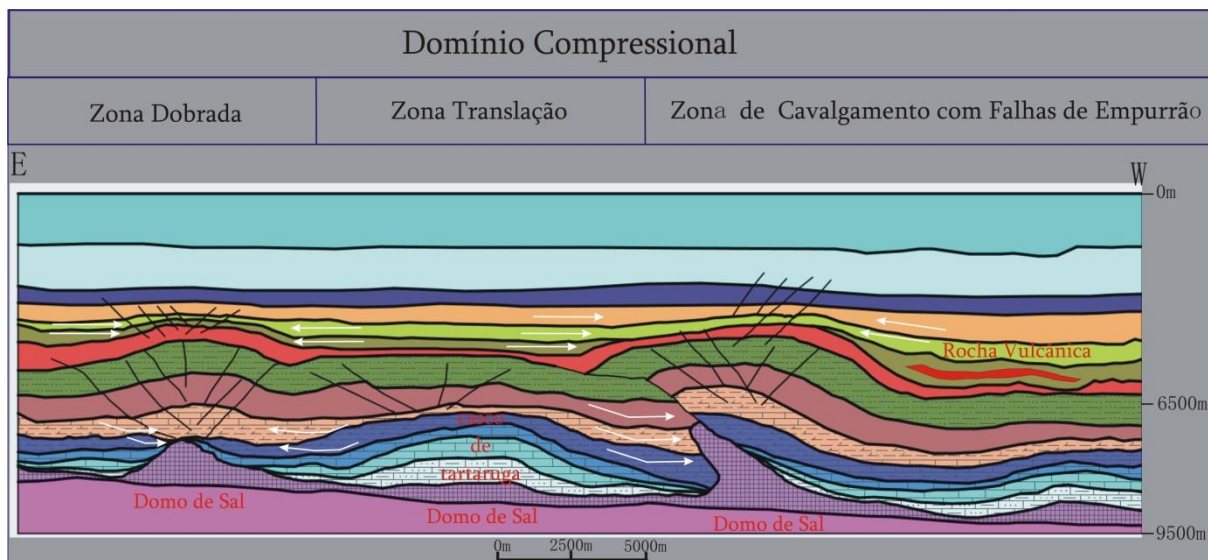


Figura 39 - Seção sísmica interpretada com os três compartimentos presentes no domínio compressional.

### 5.3 Restauração da seção sísmica e discussão dos resultados

Durante a restauração, fez-se necessário estabelecer uma linha de referência (ponto fixo) para a seção, o qual permaneceu fixa durante o processo, sendo que todos os outros blocos se movimentaram em relação a este ponto. Esta linha ou *pin-line* foi definida sobre um dos *horst* posicionado a oeste da linha.

Será descrito aqui o processo de restauração da seção geológica, com foco na evolução geológica em cada uma das fases de movimentação tectônica e acumulação sedimentar. Para cada horizonte interpretado na seção sísmica (Figura 39), tem-se um passo do processo de restauração, sendo utilizada a descompactação das unidades subjacentes a cada etapa.

O processo de restauração da seção geológica não gerou problemas sérios de compatibilidade geométrica entre os blocos de falhas do *hanging wall block*. Neste bloco a atividade tectônica mais intensa ocorreu entre o Paleoceno e eoceno médio, idade da implantação do CVA. Observou-se, que durante o Cretáceo inferior ocorreu uma incipiente fase de tectônica de sal, que gerou os principais domos de sal mapeados na seção. Já no Cretáceo superior essa tectônica cessou, uma vez que a camada mãe de sal havia sido exaurida. Outra constatação notada foi à baixa atividade tectônica entre o Oligoceno e Mioceno.

A restauração da seção demonstra que, durante o Albiano e Turoniano, ocorreu a principal fase de tectônica de sal na área, gerada por uma sobrecarga diferencial causada

pelo peso das rochas carbonáticas construídas acima da camada horizontal de sal. Este processo associado com o basculamento térmico da bacia pode ter causado a evacuação do sal para as porções mais distais da bacia. Esse processo halocinético ativo foi responsável pela formação de diápiros e o desenvolvimento das mini-bacias presentes na área, onde foram definidos os principais depocentros na área durante a atividade halocinética (Figura 40A e 40B).

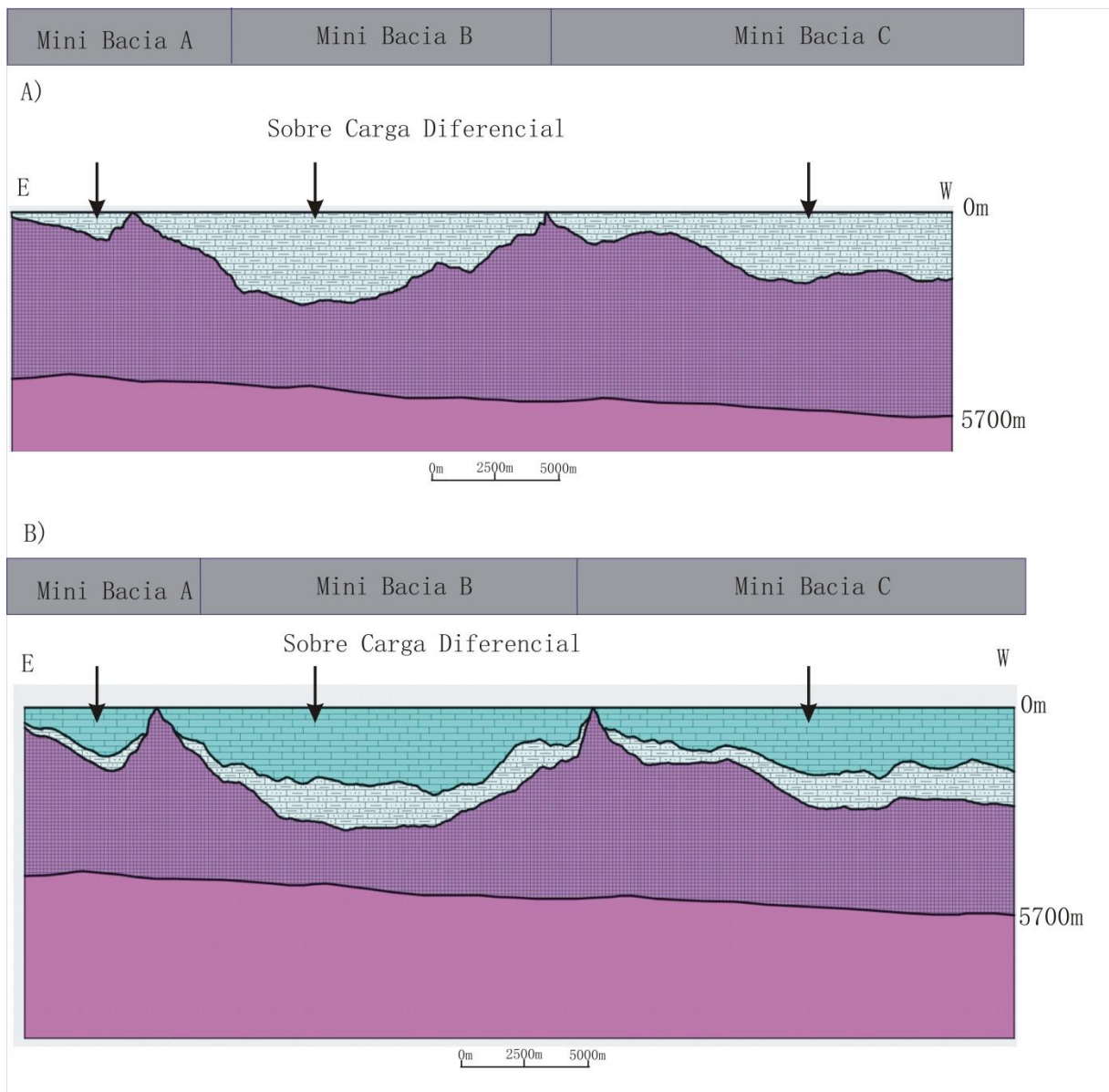


Figura 40 - *Cartoon* das seções geológicas evolutivas, mostrando o processo de evolução tectônica sedimentar na área durante o Albiano, notar a formação das mini-bacias de idade albiana.

A restauração da seção geológica durante o Albiano superior e Turoniano, ilustra bem o desenvolvimento das mini-bacias. A interpretação sugere que nesta idade houve uma



ampliação nos seus comprimentos, causado principalmente por uma diminuição no suprimento de sal vindo da camada mãe (Figura 41b). Com a evolução deste processo, iniciou-se uma migração do depocentro em direção as paredes do diápiros que limitam as mini-bacias e causaram um espessamento da cunha sedimentar contra estas paredes, o que culminou na formação de uma estrutura do tipo “casco de tartaruga” e estrangulamento dos diápiros de sal desta idade (Figura 41c).

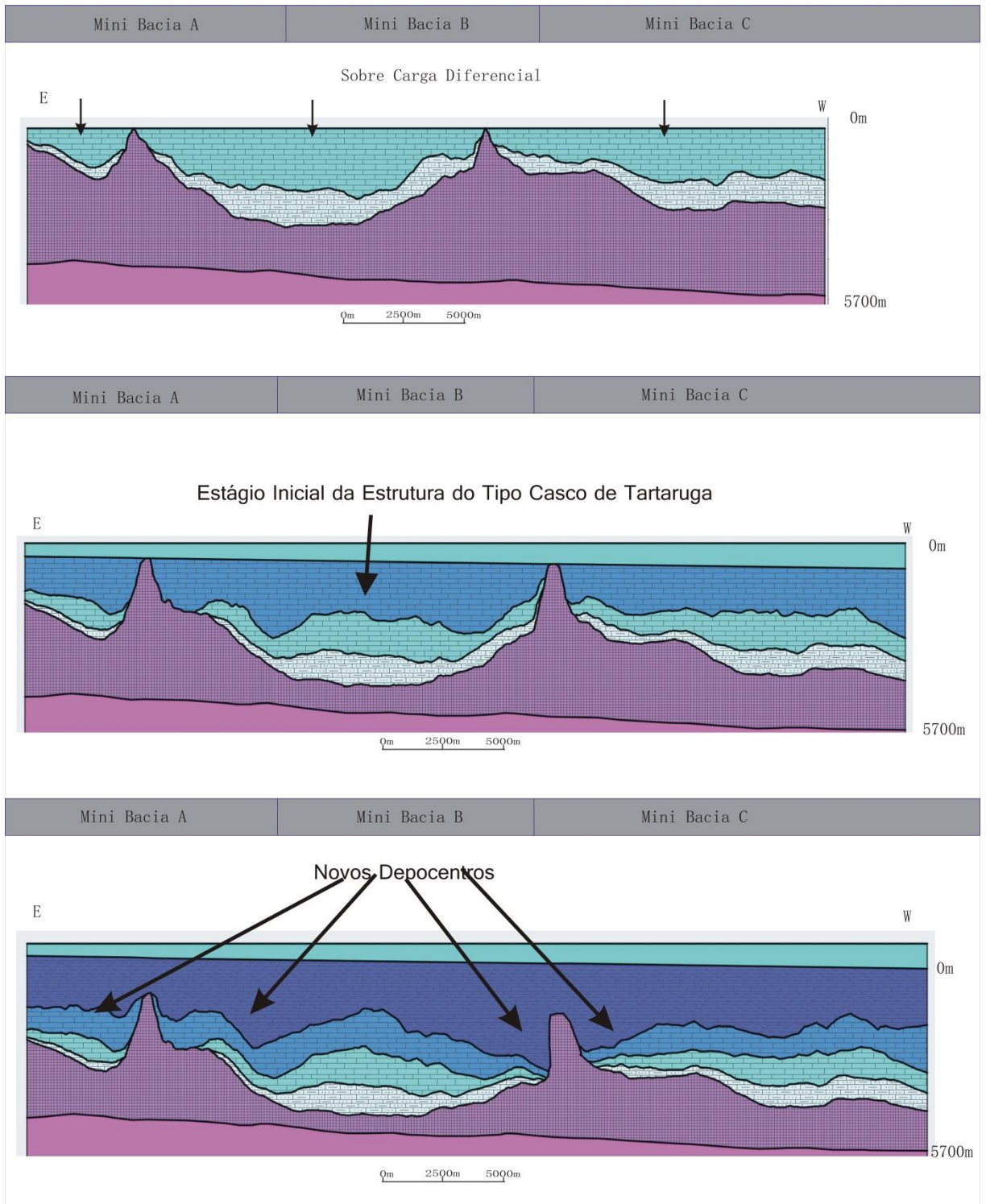


Figura 41 - Seções geológicas com a sequência evolutiva para o intervalo do Albiano superior (A) e Turoniano (B), notar a formação de um novo depocentro no Turoniano (C).

A sequência de restauração tornou evidente a atividade halocinética durante a deposição das unidades sedimentares do Cretáceo médio a superior, com uma mudança na evolução da halocinese na área, durante o Santoniano, que culminou o colapso do diápiro presente a oeste, gerando um novo depocentro e falhas de colapso crestal. A leste da seção os depocentros continuaram migrando contra o diápiro, ocasionado pelo suprimento de sal migrado da mini bacia C e o estrangulamento do diápiro. Este processo tectono-sedimentar controlou o crescimento deste diápiro, por diapirismo reativo, causado pela sobre carga diferencial (Figura 42A).

Durante a deposição da unidade campaniana, ocorreu o colapso dos dois diápiros de sal e o desenvolvimento dos grabens de colapso crestal formados por falhas convergentes que tiveram suas maiores atividades tectônicas nesta idade, tendo estas zonas atuado como as principais calhas e depocentros nesta idade (Figura 42B).

Durante a deposição da unidade cretácica superior, a camada mãe de sal estava quase toda exaurida, ocasionando uma quiescência tectônica e uma deposição sub-planar à planar desta unidade. Outro aspecto que chama atenção nesta idade é a presença de uma falha normal planar gerada em função da fina camada mãe de sal a leste da área (Figura 42C), ocasionando uma incipiente tectônica de sal na área, esta falha pode ter se desenvolvido, a partir da evolução de uma das possíveis falhas de colapso crestal, geradas pelo colapso do domo.

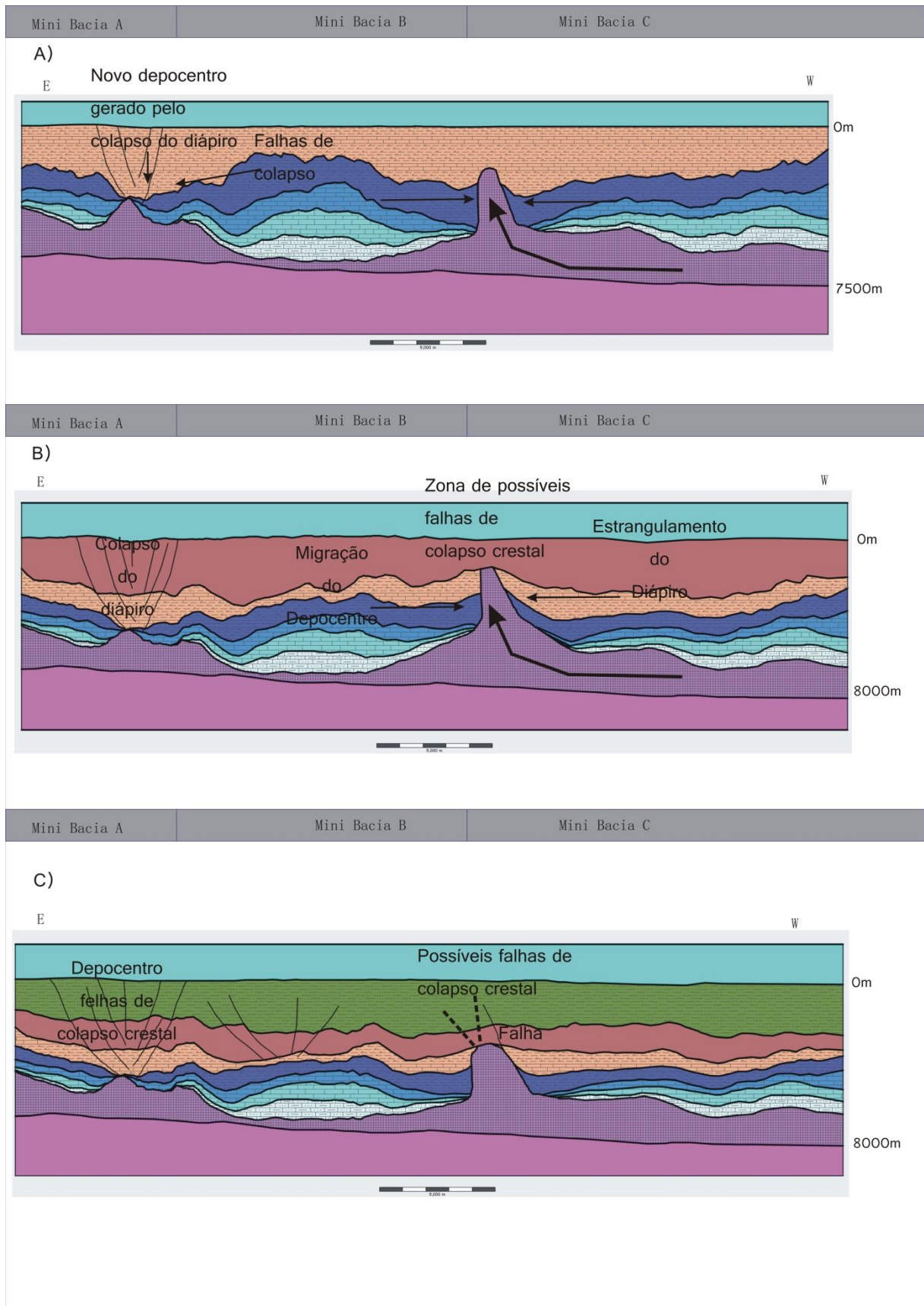


Figura 42 - Sequência da evolução tectônica sedimentar das unidades do cretáceo médio ao superior nota-se a deposição sub-paralela da seção cretácica superior definindo um período de quiescência tectônica nesta idade.

O processo de restauração das unidades de idade eocênica média e superior mostrou que a inversão tectônica que formou a Zona de Cavalgamento com falhas de empurrão, possivelmente decorreu de uma convergência frontal entre este segmento e a zona de translação. Trabalhos regionais na bacia sugerem que nesta área o esforço principal possui uma orientação segundo WSW-ENE, em traços gerais verifica-se que possíveis estruturas de pré-inversão definidas por falhas de colapso crestal de idade campaniana (Figura 43A), podem ter induzidos e/ou controlado a formação *high angle thrust block* e o encurtamento das camadas. Considera-se que também a formação desta estrutura se deu durante o Paleoceno e o Eoceno médio, podendo ser explicado admitindo-se a existência de uma falha, onde seu plano de deslocamento horizontal movimentou-se entre as rochas de idade albiana e a sequência evaporítica (Figura 43B). Esse processo de encurtamento ocorreu de modo diferencial ao longo da área, tendo sido verificadas as maiores taxas de encurtamento na zona dobrada e na Zona de Cavalgamento com falhas de empurrão, em relação à baixa taxa de encurtamento da zona de translação. Isto pode ser justificado por um possível *detachment* (Figura 43C) entre as rochas da unidade albiana e da sequência evaporítica nesta zona.

Na zona dobrada, a estruturação tectônica observada em sua extensão decorreu do colapso de um diápiro, que gerou uma morfologia sinformal, causada pelo abatimento das falhas de colapso crestal de idade campaniana. Em tais circunstâncias, a estrutura *pop up* (Figura 43C), pode ter tido sua formação controlada por um alto estrutural, caracterizado por um domo de sal, onde sua origem pode estar associada a altos estruturais do embasamento (Figura 33a e 33b) que junto podem ter atuado como um anteparo rígido durante o tectonismo de idade paleocênica/Eocênica e, em consequência a estrutura foi invertida originando a zona dobrada (Figura 43B) e define o limite entre os domínios distensional e compressional (Figura 33b).

Com os três compartimentos terciários definidos (Figura 43B), gerou-se uma morfologia peculiar paleofisiografia do fundo oceânico, gerando sub-bacias limitadas pelos altos estruturais causados pela tectônica compressiva. Isto provocou uma sedimentação sintectônica, que criou cargas locais de sedimentação entre altos topográficos. Entender as direções destas estruturas é de peculiar relevância, pois permite inferir os principais eixos de deposição das unidades paleocênica, eocênica media, e superior (Figura 43C e D). Estes eixos podem contribuir para definição dos principais *sand fair way* gerados nestas idades.

Analisando-se os deslocamentos das massas rochosas, como observado na figura 44, identificou-se três fases de atividades tectônica de sal, que afetam as sequencias pós-sal na

área estudada. Uma primeira fase de tectônica distensiva com idade albiana turoniana, provavelmente gerada por uma sobrecarga diferencial causada pelas rochas desta idade e o basculamento da bacia que pode ter expulsado a massa de sal para as poções distais da bacia. Uma segunda fase ocorreu durante o cretáceo médio ao superior, onde também ocorreu uma halocinese durante a extensão regional sob uma tectônica ligada ao abatimento dos diápiros. Por fim uma terceira definida por uma tectônica compressiva, que está intimamente ligada à implantação do CVA, e gerou as inversões tectônicas e uma nova fase de tectônica de sal, que esta relacionada com as descritas por (MOHRIAK, 2006), para outras regiões da bacia.

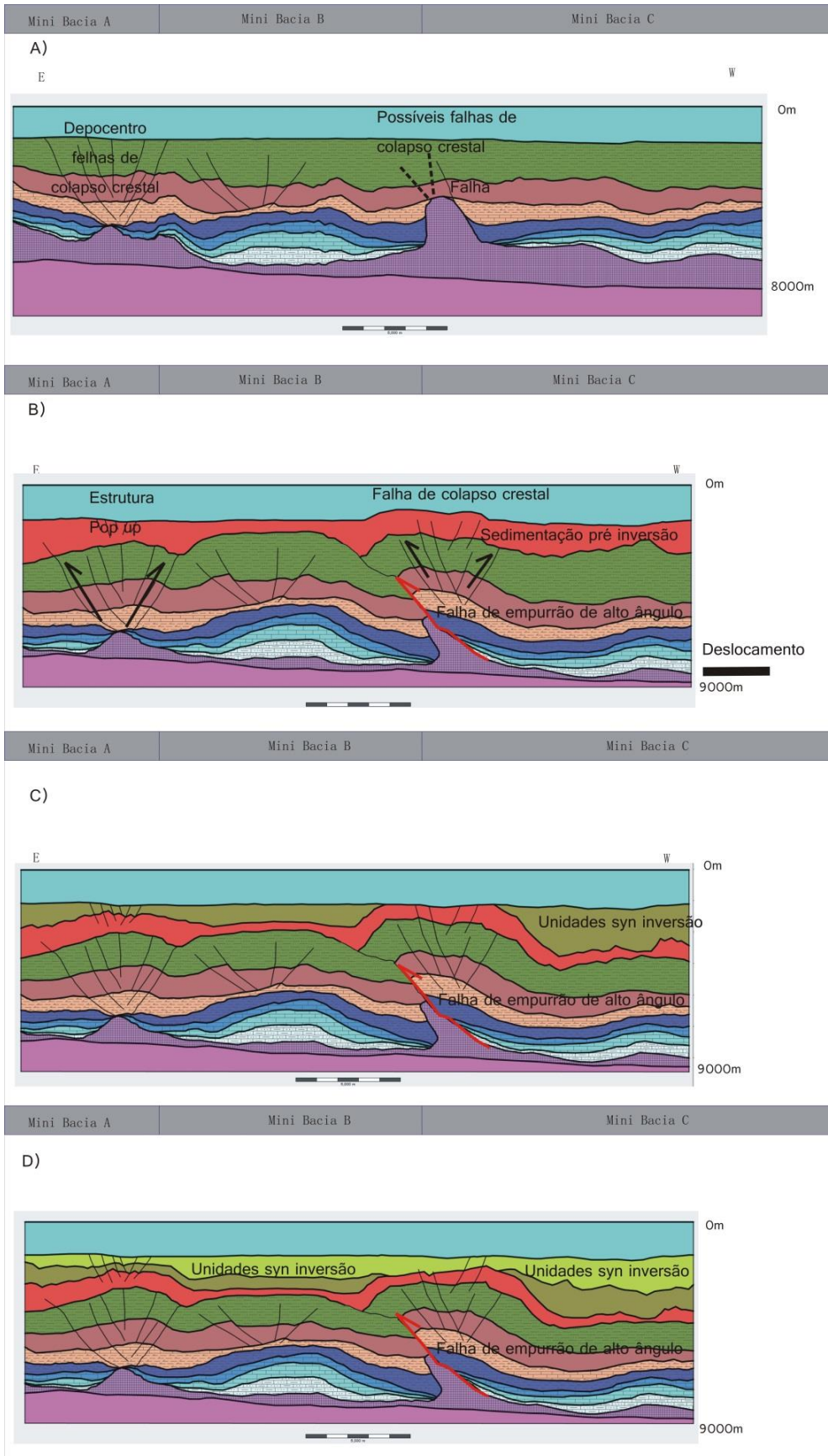


Figura 43 - Seções geológicas evolutivas, mostrando o processo de restauração aplicada às unidades de idade terciária inferior.

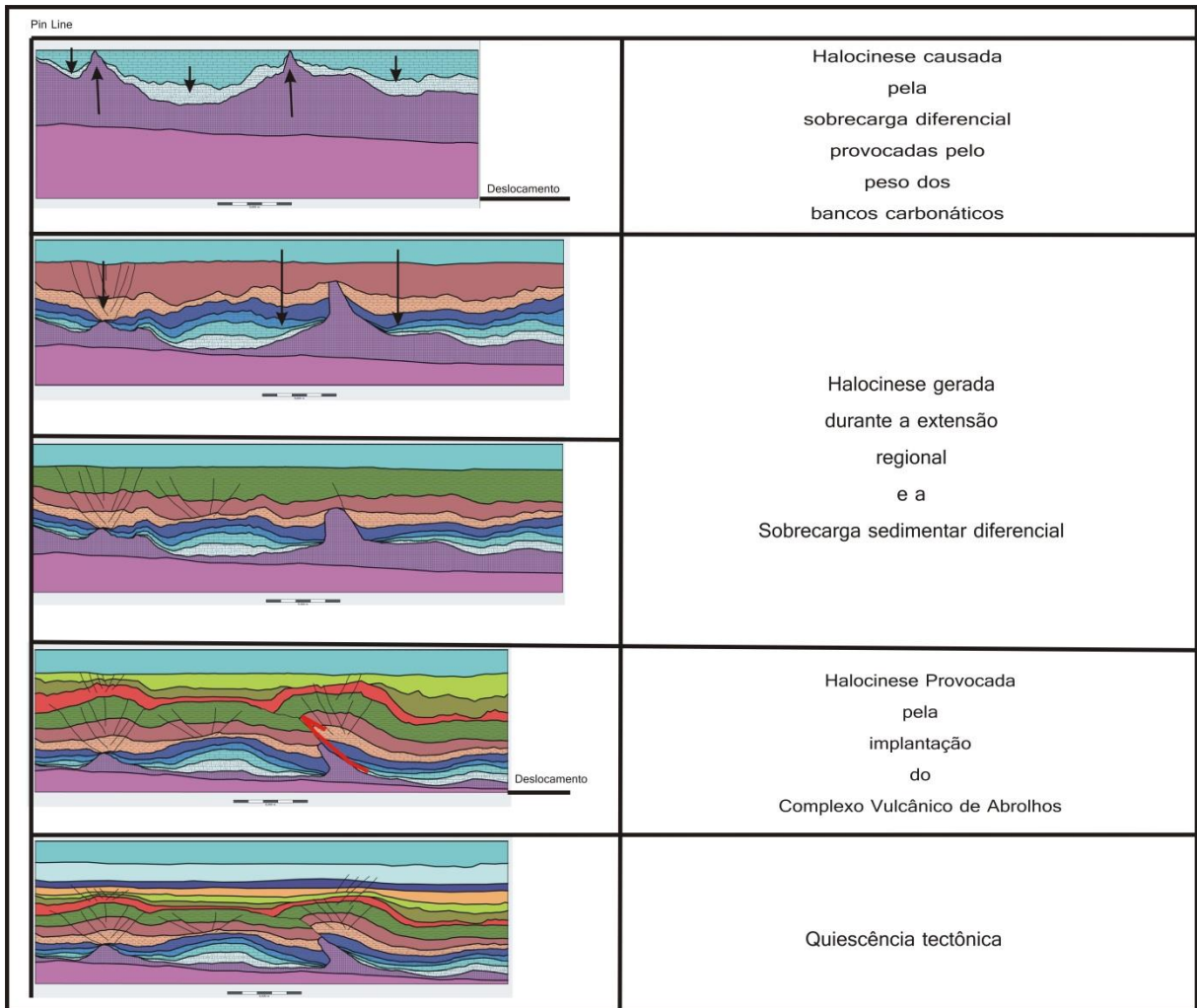


Figura 44 - Mostra a síntese do quadro evolutivo das atividades halocinéticas presente na área.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES:

- ✓ Com base no mapeamento sísmico identificaram-se as diferentes geometrias de corpos de sal e com isso definiu-se:
  - a) Domínios (Extensional e Compressional)
  - b) Províncias de pequenos domos, almofadas e cicatrizes de sal; Província diapírica, muralhas de sal e província de sal autóctone e alóctone;
  
- ✓ O mapeamento sísmico das principais unidades litoestratigráficas permite interpretar que estas foram fortemente afetadas pela halocinese provocada pelo:
  - a) Basculamento da Bacia por subsidência térmica;
  - b) Sobrecarga sedimentar diferencial;
  - c) Implantação do Complexo Vulcânico de Abrolhos;
  
- ✓ Os mapas gravimétricos apresentados permitem interpretar que há um forte controle da estruturação do embasamento na evolução tectonossedimentar da seção pós-sal na porção centro-sul da bacia do Espírito Santo;
  
- ✓ O Mapeamento de semi-detalle da seção permitiu definir dentro do domínio compressional:
  - a) Zona dobrada;
  - b) Zona de Cavalgamento com falhas de empurrão;
  - c) Zona de Translação.
  
- ✓ A restauração da seção geológica, permitiu ratificar a presença de uma fase de tectônica de sal associada a extensão regional, a sobrecarga diferencial e o basculamento térmico na bacia durante o Albiano e Turoniano.
  
- ✓ Durante o Santoniano e Campaniano houve o colapso e fuga de sal para outras regiões da bacia, o que pode ter ocasionado o colapso dos diápiros ocorrido nesta idade. Com a camada mãe de sal exaurida no Cretáceo Superior ocorre uma estabilidade halocinética e uma incipiente tectônica de sal.
  
- ✓ Durante o Paleoceno e Eoceno médio houve uma brutal mudança na configuração tectônica da bacia, que gerou um peculiar conjunto de estilos estruturais na área, estes estão fortemente relacionado com a implantação do



CVA. Já para o final do Terciário atribui-se aqui um período de quiescência tectônica.

Visando melhor caracterizar a evolução tectono-sedimentar dos domínios de tectônica de sal, recomenda-se:

- ✓ Há necessidade de uma correlação crono-estratigráfica mais concisa;
- ✓ Um trabalho de entendimento pleno do modelo de velocidade para a conversão tempo profundidade;
- ✓ Deve-se também trabalhar para conhecer as fácies sedimentares que constituem a seção para um efetivo cálculo do efeito da descompactação;
- ✓ O conhecimento adequado das idades dos horizontes para o cálculo da subsidência termal.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M., 1976. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. In: ALMEIDA, F.F.M. (Ed.). Continental margins of Atlantic type. Rio de Janeiro. p. 15 – 26. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 48. Suplemento.
- ASMUS, H.E.; GOMES, J.B.; PERREIRA, A.C.B.. Integração Geológica Regional da Bacia do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., 1971, São Paulo. *Anais...*, SBG. 1971. v.3, p 235-252.
- ASMUS, H.E., 1982. Significado geotectônico das feições estruturais das bacias marginais brasileiras e áreas adjacentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA,.. 1982, *Anais...*, SBG. 1982. V.4, p1547-1557.
- ASMUS, H.E., CAMPOS, G. R.; SCHOBENHAUS, D. A.; DERZE C.;. Geologia da margem continental brasileira. In: GEOLOGIA DO BRASIL, MME/DPNPM.. 1984, Brasília, p. 443-472.
- ATHY, L. F., Density, porosity and compaction of sedimentary basins. *AAPG Bulletin*, v. 14, p. 5-38, 1930.
- AZEVEDO, R. L. M. Paleogeografia e a Evolução do Atlântico sul no Albiano. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 12, maio/nov. 2004. p. 239-249.
- BACCOLI, G.; MORALES, R.G.; CAMPOS, O.A.J. The Namorado oil field: a major oil discovery in the Campos Basin, Brazil. In: HALBOUY, M.T. *Giant oil and gas fields of the decade 1968-1978*. Tulsa: AAPG, 1980. p. 329-338. (AAPG Memoir 30).
- BIASSUSI A. S, MACIEL A. A., e CARVALHO R. S. Bacia do Espírito Santo: O “Estado da Arte” da Exploração. *Boletim de Geociências da Petrobras*, V.4, Janeiro/março 1990, p. 13-19.

BUENO G. V. Diacronismo de Eventos No Rifte Sul-Atlântico. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 12, maio/novembro 2004, p. 203-229.

CAINELLI P, C. e MOHRIAK, W.U., 1999. Some remarks on the evolution of sedimentary basins along the Eastern Brazilian continental margin. *Episodes*, v. 22, n. 3, p. 206 – 216.

CANEROT P, J., HUDEC M. R., ROCKENBAUCH K. Mesozoic Diapirism in the Pyrenean orogen: salt Tectonics on a Transform Plate Bondary. *AAPG, Bulletin*, Vol. 89, pag. 211-229, 2005.

CARVALHO, K.W. B. Geologia da Bacia Sedimentar do Rio Almada. *Boletim Técnico da Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 5-55, 1965.

CICERO P. and PONTE F. C. Análise Comparativa da Paleogeologia dos Litorais Atlânticos Brasileiro e africano. *Boletim de Geociências Petrobras*, jan./dez. p. 1-17, 1997.

CHANG H. K., KOWSMANN R. O., FIGUEIREDO A. M. F. and BENDER A. A., Tectonics and Estratigraphy of the East Brazil Rift System: an Overview. *Tectonophysics* 1992, v.213, p. 97-138, 1992.

COBBOLD P. R., MEISLING K. E. and MOUNT V. S. Reactivation of an Obliquely Rifted Margin, Campos and Santos Basins, Southeastern Brazil. *AAPG Bulletin*, November 2001, v. 85, n. 11, p. 1925-1944, 2001.

COSTA, L.A.R. *Evolução Termomecânica da Bacia do Espírito Santo*. 1988. 144p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1988.

DEMERCIAN, L.S., SZATMARI, P. & COBBOLD, P.R. Style and pattern of salt diapirs due to thin-skinned gravitational gliding, Campos and Santos basins, offshore Brazil. *Tectonophysics*, v. 228, p. 393 - 433, 1993.

DIAS J. L. Tectônica, Estratigrafia e Sedimentação no Andar Aptiano da Margem Leste Brasileira. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, 7-25, nov. 2004/maio 2005, v. 13, n. 1, 7-25p..

DUARTE O. O. *Dicionário Enciclopédico Inglês-Português de Geofísica e geologia*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geofísica, 1997. 144 p.

DUVAL, B., CRAMEZ, C., and JACKSON, M.P.A. Raft tectonics in the Kwanza Basin, Angola. *Marine and Petroleum Geology*, vol. 9, p. 389 – 404, 1992.

EVANS R. 1978., Origin and Significance of Evaporites in Basins Around Atlantic Margin. *The American Association of petroleum geologists Bulletin*, February 1978, v. 62, P. 223-234.

FIGUEIREDO, A. M. F. & MOHRIAK, W.U., 1984. A tectônica salífera e as acumulações de petróleo na Bacia de Campos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...*, Rio de Janeiro, SBG, v. 3., p. 1380 - 1384.

FERNANDES, F.L.; ROSTIROLLA, S.P.; AZAMBUJA, N.C.A.; AGUIAR, L.A.M. A técnica de balanceamento de seções geológicas: Aplicação nos domos de sal na área do campo de Namorado, bacia de Campos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, *Boletim de Resumos...*, Salvador, 1996.

FERNANDES, F. L.. *Estudo da evolução tectono-sedimentar da região centro-oeste da Bacia de Campos, através da técnica de restauração de seções geológicas*. 2001.192p., (Doutorado em Geologia) - Departamento de Geologia Aplicada, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Rio Claro, 2001.

GIBBS, A. D. 1984. Structural evolution of extensional basin margins. *Journal of the Geological Society of London*, 141; p. 609-620.

GE H. JACKSON M. P. A. and VENDERVILLE B. C. Kinematics and Dynamics of Salt tectonics Driven By Progradation. *AAPG Bulletin*, , v. 81, n. 3, p. 398-423 March, 1997.

GRADSTEIN, F.M., OGG, J.G., and SMITH, A.G. (Ed.), 2005. *A Geologic Time Scale*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. 610 p.

GUARDADO, L.R., GAMBOA, L.A.P. and LUCHESI, C.F. Petroleum geology of the Campos Basin, a model for a producing Atlantic-type basin. In: EDWARDS, J. D.; SANTOGROSSI, P. A. (Ed.). *Divergent/Passive Margin Basins*. Tulsa: AAPG, 1989. p3 - 79. (AAPG Memoir 48).

GUERRA M. C. M. e SZATIMARI P. 1994., O banco de Abrolhos como Agente Modificador do Fluxo de Sal na Bacia do Espírito Santo, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38. 1994. *Anais...*, SBG. v.1, p. 566-568.

GROSHONG, R.H.Jr. Half-graben structures: Balanced modelo of extensional fault-bend folds. *GSA Bulletin*, v. 101, p. 96-105. 1989.

HONGWEI YIN, RICHARD H. and GROSHONG Jr. A Three-Dimensional Kinematic Model for the Deformation Above and Active diapir. *AAPG Bulletin*, v. 91, n. 3, march p. 343-363, 2007.

HUDEC, M.R. and JACKSON, M.P.A., Regional restoration across the Kwanza Basin, Angola: salt tectonics triggered by repeated uplift of a metastable passive margin. *AAPG Bulletin*, v.. 88, p. 971-990, 2004.

HUDEC, M.R.; JACKSON, M.P.A. Advance of allochthonous salt sheets in passive margins and orogens. *AAPG Bulletin*, v. 90, p. 1535-1564, 2006.

HUDEC, M.R. and JACKSON, M.P.A., Terra infirma: Understanding salt tectonics. *Earth-Science Reviews*, v. 82/1-2, p. 1-28, 2007.

INGERSOLL V. Tectonics of Sedimentary Basins. *Geologic Society of America Bulletin*, Nov., v. 100, p. 1704-1719, 1988

JACKSON, M.P.A., Retrospective salt tectonics. In: JACKSON, M.P.A., ROBERTS, D., and SNELSON, S. (Ed.), *Salt tectonics: a global perspective*. Tulsa: AAPG, 1995. p. 1-28. (AAPG Memoir 65).

JACKSON, M.P.A. & VENDEVILLE, B.C., Regional extension as a geologic trigger for diapirism. *Geological Society of America Bulletin*, v. 106, p. 57 – 73, 1994.

JOHNSON, H. A. and BREDESON, D. H. Structural Development of some shallow salt domes in Louisiana Miocene productive belt. *AAPG Bulletin*, v. 55, p. 204-226, 1971.

MANDL, G. Mechanics of tectonic faulting - models and basic concepts. *Developments in structural geology*, Amsterdam, v.1, p. 407, 1988.

MCKENZIE, D. Some remarks on the development of sedimentary basins. *Earth Planet. Sci. Lett.* v. 40: p. 25-32, 1978.

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

MELLO, M.R., GAGLIANONE, P.C., BRASSEL, S.C.; MAXWELL, J.R. Geochemical and biological marker assessment of depositional environment using Brazilian "offshore" oils. *Marine and Petroleum Geology*, v.5, p. 205-223, 1988.

MIZUSAKI A. M. P., ALVES D. B. e CONCEIÇÃO J. C. J., Eventos Magmáticos nas Bacias do Espírito Santo, Mucuri e Cumuruxatiba In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994. *Anais...*, SBG, 1994. v. 1, p. 566 – 568.

MOHRIAK W. U. Salt tectonics structural styles: contrasts and similarities between the South Atlantic and the Gulf of Mexico. In: TRAVIS, C.J.; HARRISON, H.; HUDEC, M.R.; VENDEVILLE, B.C.; PEEL, F.J.; PERKINS, B.E. (Ed.). *Salt, Sediment and Hydrocarbons: 16th Annual Research Conference*, Houston, Texas. Houston: SEPM Foundation, 1995. Gulf Coast Section, p. 177 - 191.

MOHRIAK W. U. Bacias Sedimentares da Margem Continental Brasileira. In: GEOLOGIA, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. Brasília, DF: CPRM, 2003. p. 87-108.

MOHRIAK W. U. Recursos Energéticos Associados à Ativação Tectônica Mesozóica-Cenozóica da América do Sul. In: MANTESSO-NETO, V., BARTORELLI, A., CARNEIRO, C.D.R., BRITO-NEVES, B.B. *Geologia e Evolução Do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, 2004. Cap. XVIII, p.294-318.

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

MOHRIAK, W. U.; LATGÉ, M. A. L. Deep Seismic Survey of Brazilian Passive Margin Basins: The Southeastern Region. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOFÍSICA, 2. 1991, Salvador. *Resumos Expandidos...*, SBGF. 1991. v. 2, p 621-626.

MOHRIAK, W.U.; NASCIMENTO, M.M. Deep-water salt tectonics in the South Atlantic sedimentary basins. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 3. Rio de Janeiro, *Abstract...*, 2000. Special Symposium – Salt Tectonics – CD-ROM.

MOHRIAK, W.U.; SZATMARI, P., Salt tectonics and sedimentation along Atlantic margins: insights from seismic interpretation and physical models. In: KOYI, H.A.; MANCKTELOW, N.S. (Ed). *Tectonic Modeling: A volume in Honor of Hans Ramberg*. Colorado: GSA, 2001. p. 131-151. (Geological Society of America Memoir 193).

MOREIRA, J. L. P.; ESTEVES, C. A.; RODRIGUES, J. J.; VASCONCELOS, C. S. Magmatismo, sedimentação e estratigrafia no norte da Bacia de Santos. In : SIMPÓSIO DE VULCANISMO E AMBIENTES ASSOCIADOS, 3., 2005, Cabo Frio, RJ. *Anais...* Rio de Janeiro :Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo RJ/ES, 2005, p. 33-38.

NELSON, T. H., FAIRCHID L. Emplacement and evolution of salt sills in the northern Gulf of Mexico (abs.). *Houston Geological Society Bulletin*, v.32, p. 6–7, 1989.

NILSEN, K.T., VENDEVILLE, B.C.; JOHANDEN, J.T. Influence of regional tectonics on halokinesis in the Nordkapp Basin, Barents Sea. In: JACKSON, M.P.A., ROBERTS D.G.; SNELSON, S. (Ed.). *Salt Tectonics: a global perspective*. Tulsa: AAPG, 1995. p. 413-436. (AAPG Memoir 65).

PEREIRA, M.J.; FEIJÓ, F.J. Bacia de Santos. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 8, n.1, p. 219 – 234, 1994.

PEREIRA, M.J., BARBOSA, C.M., AGRA J., GOMES J.B., ARANHA L.G.F., SAITO M., RAMOS M.A., CARVALHO M.D., STAMATO M.; BAGNI,O.. Estratigrafia da Bacia de Santos: análise das sequências, sistemas deposicionais e revisão lito-estratigráfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, 1986, Goiânia. *Anais...*, SBG. 1971. v. 1, p. 65 - 79.

PONTE, F.C., DAUZACKER, M.V.; PORTO,R. Origem e acumulação de petróleo nas bacias sedimentares brasileiras: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PETRÓLEO, 1, 1978, Rio de Janeiro. *Anais...*, Rio de Janeiro, 1978. v.1, p.121-147.

PRICE, N.J.; COSGROVE, J.W. *Analysis of geological structures*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 502p.

RICCI, J. A.; BECKER, M.R. Análise sísmo-estratigráfica no Terciário da Bacia de Campos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOFÍSICA, 2, 1991, Salvador. *Anais...*, SBGF. 1991. v. 2, p. 615 – 620

ROSTIROLLA, S.P.; GALVÃO, M.G.V.. Análise de margem passivas através do balanceamento de seções geológicas transversais: Discussão teórica e aplicação na bacia de Campos. *Boletim Geociência da Petrobras*, v. 9, 1995. p. 2-4.

ROWAN, M. G. A systematic technique for the sequential restoration of salt structures. *Tectonophysics*, v. 228, 1993. p. 331-348.



ROWAN, M. G., LAWTON, T. F., GILES, K. A., RATLIFF, R, A. Near-salt deformation in La Popa basin, Mexico, and the northern Gulf of Mexico: a general model for passive diapirism. *AAPG Bulletin*. v. 87, p.733–756, 2003.

ROWAN M.G., JACKSON M. P. A. and TRUDGILL B. D. Sal-Related Fault Families and Fault Welds in the Northern Gulf of Mexico. *AAPG Bulletin*, September 1999, v. 83, N0 9, p. 1454-1484, 1999.

SOBREIRA, J.F; SZATMARI, P. 2002. Datações Ar-Ar das rochas vulcânicas de Abrolhos e implicações para a evolução da Margem Continental Leste Brasileira no Terciário. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 41. 2002, João Pessoa. *Anais...*, SBG, 2002. p. 395.

SENGOR, A.M., BURKE, K.C.A.; DEWEY, J.F. Rifts at high angles to orogenic belts: tests for their origin and the upper Rhine graben as an example: *American Journal Science*, v. 278, p. 24-40, 1978

SZATMARI, P., CCONCEIÇÃO, J. C. J., DESTRO, N., EVERSEN, N. M., YORK, D., SMITH, P. E. Tectonic and sedimentary effects of a hotspot track of alkaline intrusions defined by Ar-Ar dating in SE Brazil. *In: IINTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS*, 31, 2000. *Abstracts...* Rio de Janeiro. CD-ROM.

SUPPE, J. *Principles of Structural Geology*. Englewood Cliffs, New Jersey:Prentice-Hall, 1985. p. 537.

TALBOT, C.J. Extrusions of Hormuz salt in Iran. *In: BLUNDELL, D.J.; SCOTT, A.C.* (Ed.). *Lyell: the Past is the Key to the Present*. London: Geological Society , 1998. Geological Society Special Publication, v. 143, p. 315–334.

THOMAZ A. F.; MIZUSAKI A. M. P., 2004. Magmatismo Pós-Paleozóico no Brasil. MANTESSO-NETO, V., BARTORELLI, A., CARNEIRO, C.D.R., BRITO-NEVES, B.B. *Geologia e Evolução Do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, 2004. p.282-291.

TRUSHEIM, F.. Mechanism of salt migration in northern Germany. *AAPG Bulletin*, v. 44, p. 1519-1540, 1960.

VAN DER VEN, P.H., CUNHA, C.G.R., BIASSUSI, A.S., Structural Styles in the Espírito Santo – Mucuri Basin, Southeastern Brazil. In: AAPG INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXHIBITION., *Extended Abstracts...* p. 374 – 375, 1998.

VIEIRA, R.A.B., MENDES, M.P., VIEIRA, P.E., COSTA, L.A.R., TAGLIARI, C.V., BACELAR, L.A.P., e FEIJÓ, F.J. Bacias do Espírito Santo e Mucuri. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 191 – 202, 1994.

VENDEVILLE, B.C.; JACKSON, M.P.A. Deposition, extension, and the shape of downbuilding diapirs. *AAPG Bulletin*, v. 75, n. 3, p. 687 – 688, 1991.

VENDEVILLE, B.C.; JACKSON. The Rise of Diapirs Thin-Skinned Extension. *Marine and Petroleum Geology*, v. 9, Aug., p. 331-352, 1992.

VENDEVILLE, B.C.; JACKSON. The Fall of Diapirs During Thin-skinned Extension. *Marine and Petroleum Geology*, v. 9, Aug., p. 352-371, 1992.

WERNICKE, B.; BURCHFIELD, C. Models of extensional tectonics. *Journal Structural Geology*, v. 4, p.105-115, 1982.

WARREN, J.K. *Evaporite Sedimentology*. New Jersey: Prentice Hall, Prentice Hall, 1989. , 285 p. (Advanced Reference Series).

ZALÁN, P. V., OLIVEIRA, J. A. B. Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v.13, n. 2, p. 269-300, 2005.