

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

ANÁLISE SISMOESTRATIGRÁFICA DE RESERVATÓRIOS TURBIDÍTICOS DOS CAMPOS ALBACORA E ALBACORA LESTE, BACIA DE CAMPOS

AUTORES:

Vieira, PM.¹, Kuchle, J.²

INSTITUIÇÃO:

¹PRH 14.1 – Programa de Geologia do Petróleo, Instituto de Geociências, UFRGS; ² Instituto de Geociências, UFRGS.

ANÁLISE SISMOESTRATIGRÁFICA DE RESERVATÓRIOS TURBIDÍTICOS DOS CAMPOS ALBACORA E ALBACORA LESTE, BACIA DE CAMPOS

Resumo

A Bacia de Campos, desde 1970, é uma das principais produtoras offshore de óleo e gás do Brasil. A área de estudo foca no reservatório siliciclástico dos campos de Albacora e Albacora Leste, situados ao norte da bacia, ambos em produção desde 1978 e 1998, respectivamente. Mesmo com uma produção média mensal de 33 mil barris de petróleo (ANP, 2022), faltam estudos detalhados que relacionem a análise sismoestratigráfica com a interpretação das características dos reservatórios turbidíticos. Como os processos de sedimentação dos turbiditos influenciam as características estratigráficas dos reservatórios, a interpretação sismoestratigráfica é crucial para entender sua evolução temporal e espacial, impactando diretamente a produção de óleo e gás. O objetivo deste trabalho é desenvolver um arcabouço sismoestratigráfico, baseado na análise de terminação de refletores, delimitação de unidades sismoestratigráficas e elaboração de uma carta cronoestratigráfica, para caracterizar e interpretar a estratigrafia de sequências no intervalo do reservatório produtor em ambos os campos. Foram utilizados dados sísmicos migrados em profundidade do levantamento 2D R0258_2D_SPEC_PSDM_BM_C, fornecido pela ANP. Após a seleção da linha sísmica, delimitou-se o topo e a base do intervalo de estudo. A interpretação dos refletores sísmicos identificou terminações do tipo onlap, downlap, toplap e truncamento erosivo. A análise dessas terminações permitiu a identificação de 13 unidades sismoestratigráficas, utilizadas na criação de uma carta cronoestratigráfica, que delimitou ciclos regressivos-transgressivos no intervalo, usando critérios da estratigrafia de sequências. Foram identificadas duas sequências deposicionais, cada uma com dois ciclos, limitados a tratos de sistema de nível baixo (TSNB) e tratos de sistema transgressivo (TST). Devido à localização profunda da área de estudo, não foram identificadas unidades relacionadas a tratos de nível alto nem estágio de queda. A carta cronoestratigráfica sugere duas quedas do nível do mar no intervalo estudado, influenciando as deposições temporais e espaciais. Esta análise pode melhorar o entendimento sobre reservatórios turbidíticos e aumentar a eficiência dos campos produtores.

Palavras-chave: Reservatório turbidítico, Carta Cronoestratigráfica, Sismoestratigrafia.

Abstract

Since the 1970s, the Campos Basin has been one of Brazil's main offshore oil and gas producers. The study area focuses on the siliciclastic reservoir of the Albacora and Albacora Leste fields, located in the northern basin, both in production since 1978 and 1998, respectively. Despite an average monthly production of 33,000 barrels of oil (ANP, 2022), there is a lack of detailed studies that relate seismic stratigraphic analysis to the interpretation of turbidite reservoir characteristics. Since turbidite sedimentation processes influence the stratigraphic characteristics of reservoirs, seismic stratigraphic interpretation is crucial for understanding their temporal and spatial evolution, directly impacting oil and gas production. This study aims to develop a seismic stratigraphic framework based on reflector termination analysis, delimitation of seismic stratigraphic units, and the creation of a chronostratigraphic chart to characterize and interpret sequence stratigraphy within the producing reservoir interval in both fields. Depth-migrated seismic data from the 2D survey R0258_2D_SPEC_PSDM_BM_C, provided by ANP, were used. After selecting the seismic line, the top and base of the study interval were delineated. The interpretation of seismic reflectors identified

terminations such as onlap, downlap, top lap, and erosive truncation. The analysis of these terminations allowed the identification of 13 seismic stratigraphic units, which were used to create a chronostratigraphic chart that delineated regressive-transgressive cycles within the interval, using sequence stratigraphy criteria. Two depositional sequences were identified, each with two cycles, limited to lowstand system tracts (LST) and transgressive system tracts (TST). Due to the deep location of the study area, no highstand system tracts or falling stage units were identified. The chronostratigraphic chart suggests two sea-level falls in the studied interval, influencing temporal and spatial depositions. This analysis can enhance the understanding of turbidite reservoirs and increase the efficiency of producing fields.

Keywords: Turbidite reservoir, Chronostratigraphic Chart, Seismic Stratigraphic

Introdução

A Bacia de Campos, com aproximadamente 100 mil km², está localizada na região sudeste do Brasil, ao longo do litoral dos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, e é atualmente a segunda maior produtora do país, responsável por cerca de 28% da produção nacional de óleo e 13% da produção nacional de gás, abrangendo 28 campos produtores (ANP, 2021). Este estudo foca nos campos de Albacora, um dos primeiros campos gigantes em plays turbidíticos descobertos na década de 1980 (De Jesus e Vilela, 2023), e Albacora Leste, ambos em produção desde 1987 e 1998, respectivamente (Fig 1). Esses campos apresentam um Volume de Óleo in Place de 4.136,56 milhões de barris em Albacora Leste e 4.835,09 milhões de barris em Albacora (ANP 2016; ANP 2018).

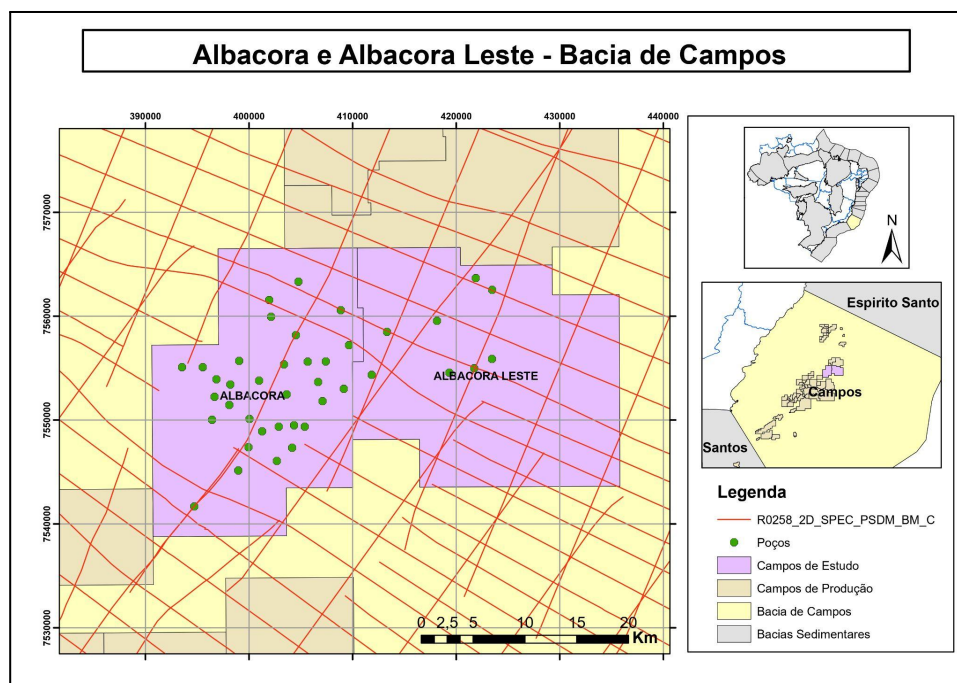


Figura 1 - Mapa de localização dos campos produtores estudados com ênfase para as linhas sísmicas. Fonte: produzido pela autora com dados disponibilizados pela ANP.

O intervalo de estudo concentra-se na seção pós-sal dos campos, com ênfase nos turbiditos da Formação Carapebus, datados do Oligoceno e Mioceno (Fig. 1). A Formação Carapebus se encontra em águas profundas, formada por um sistema turbidítico que se distribui ao longo de toda a Bacia de Campos. A formação é datada do Cretáceo Superior ao Mioceno Superior, classificado como leques turbidíticos, podendo ser separado em fácies de canhão, leque proximal, intermediário e distal, com uma distribuição em forma de canais distributários e lóbulos turbidíticos, organizados em ciclos progradacionais (Grou, 2015).

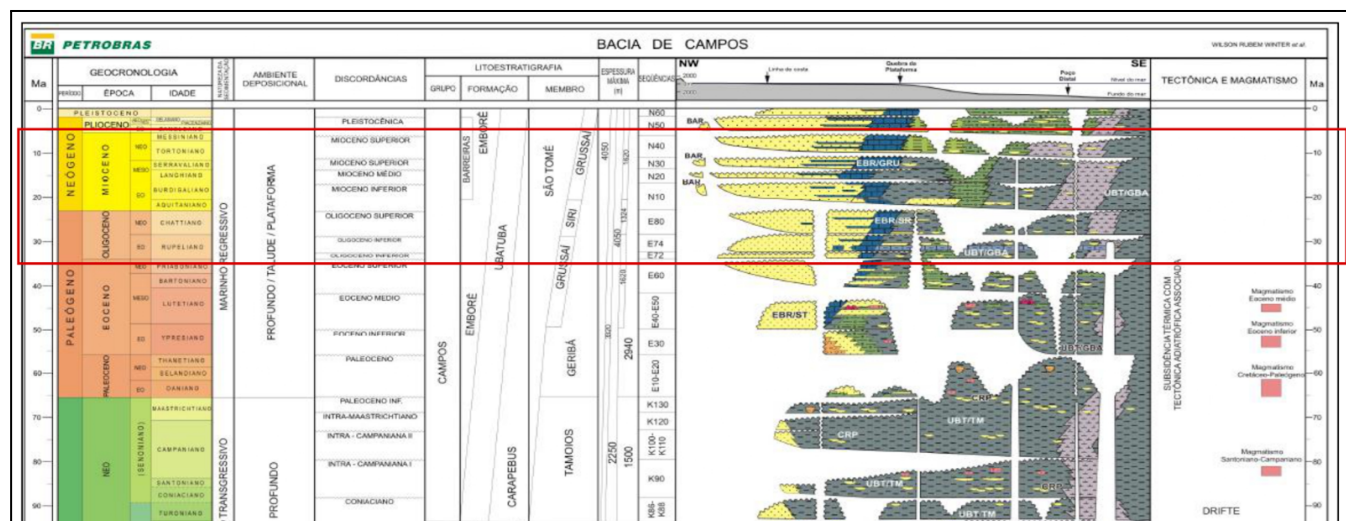


Figura 2 - Carta Estratigráfica da Bacia de Campos com destaque para o intervalo de estudo, modificado de Winter *et al*, 2007.

Os sistemas turbidíticos são considerados reservatórios de alta qualidade devido à sua heterogeneidade e à maturidade composicional e textural elevadas, com uma proporção aproximada de 1:1 entre quartzo e feldspato (Fetter *et al.*, 2009). Apesar da relevância da área para a produção de óleo e gás e da disponibilidade de dados sísmicos e geológicos, a região ainda não possui uma caracterização deposicional que utilize a análise sísmica como base para a interpretação da estratigrafia de sequências.

Assim, é crucial desenvolver uma caracterização detalhada utilizando conceitos e metodologias de sismoestratigrafia, visando à determinação do arcabouço estratigráfico do intervalo turbidítico (Fm. Carapebus), juntamente com a elaboração de uma carta cronoestratigráfica da região, que abrange importantes reservatórios siliciclásticos, incluindo os campos gigantes de Albacora e Marlim, além de Albacora Leste, Barracuda e Roncador.

Metodologia

O principal método utilizado neste estudo foi a análise sismoestratigráfica, juntamente com a marcação e interpretação dos refletores sísmicos e suas terminações. A linha sísmica utilizada para a interpretação foi a *dip* 0258-3245.PSDM.206, do levantamento sísmico R0258_2D_SPEC_PSDM_BM_C migrado em profundidade, fornecido pela ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). Após o carregamento, foi aplicada a correção de ganho *Automatic Gain Control* (AGC) para realçar as reflexões que enfraquecem com a profundidade (Fig.

3), a fim de facilitar a demarcação de cada refletor e sua terminação. Também foram delimitados o topo e a base do intervalo analisado.

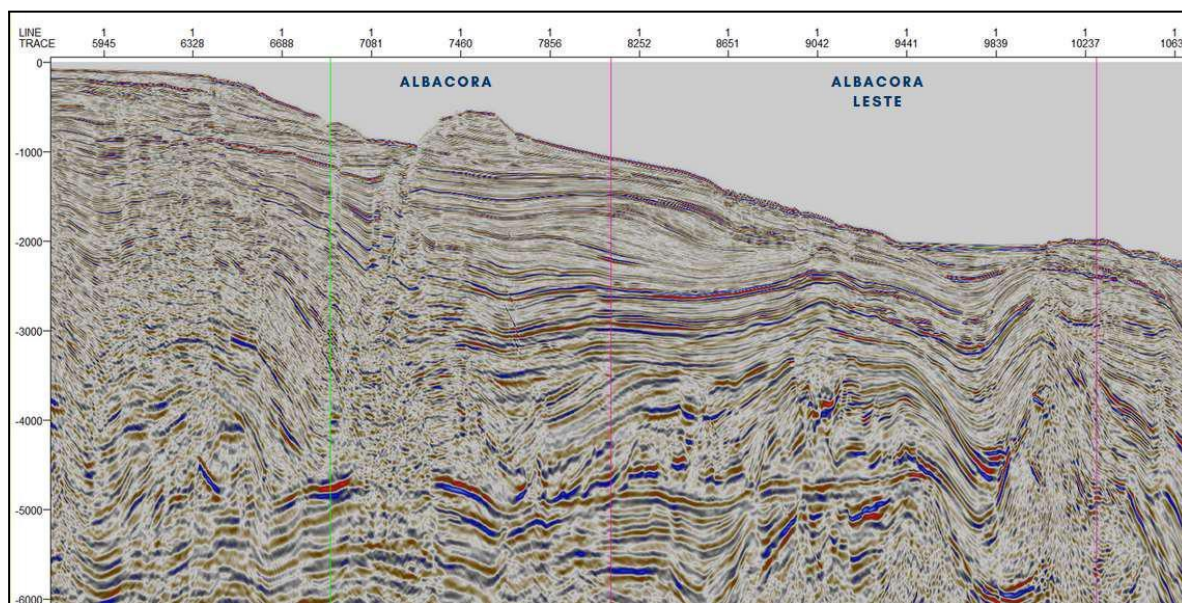


Figura 3 - Linha dip 0258-3245.PSDM.206 com delimitação dos campos, já com correção AGC. Fonte: produzido pela autora com dados fornecidos pela ANP.

O passo seguinte consistiu na interpretação dos refletores e suas terminações, classificadas como *downlap*, *toplap*, *onlap* e truncamento erosivo (Vail *et al.*, 1977). Uma sucessão de refletores com a mesma terminação permite o agrupamento, e, assim, identifica e caracteriza superfícies, definindo as unidades estratigráficas mapeáveis (Mitchum Jr. *et al.*, 1977). Após o estabelecimento das unidades, é possível observar a relação de controle e espaço de acomodação, juntamente com a mudança do nível de base (Fig. 4). Erosões e deposições foram utilizadas para a elaboração da carta cronoestratigráfica do intervalo turbidítico nos campos estudados.

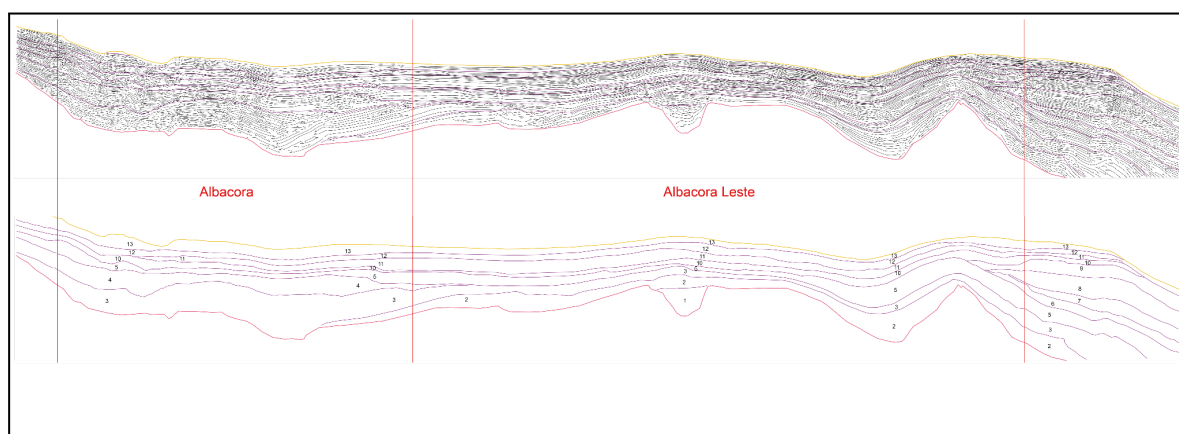


Figura 4 - Seção dip com a marcação de refletores e suas terminações, juntamente com a delimitação das unidades e dos campos. Fonte: produzido pela autora, 2024.

Resultados e Discussão

A interpretação dos refletores e suas terminações foi realizada em toda a linha no intervalo pré-definido, apresentado na Figura 4. A interpretação final dos refletores permitiu estabelecer a separação de superfícies limítrofes, definindo as unidades sismoestratigráficas mapeáveis do intervalo. Os refletores foram agrupados de acordo com a mesma terminação, delimitando um total de 13 unidades.

Os campos apresentam características distintas, como superfícies mapeadas em um campo que não foram preservadas no campo adjacente devido à erosão. A Figura 5 mostra em detalhe a demarcação dos refletores e estabelece as unidades presentes nos campos Albacora e Albacora Leste. No campo Albacora (Fig. 5A), a unidade mapeada número 1 aparenta ter sido erodida, assim como parte da unidade 2. No campo Albacora Leste (Fig. 5B), a unidade sismoestratigráfica 1 permanece registrada em uma espécie de canal. Já as unidades 6, 7, 8 e 9 não estão presentes em nenhum dos campos, sendo encontradas apenas na parte distal, em maior profundidade.

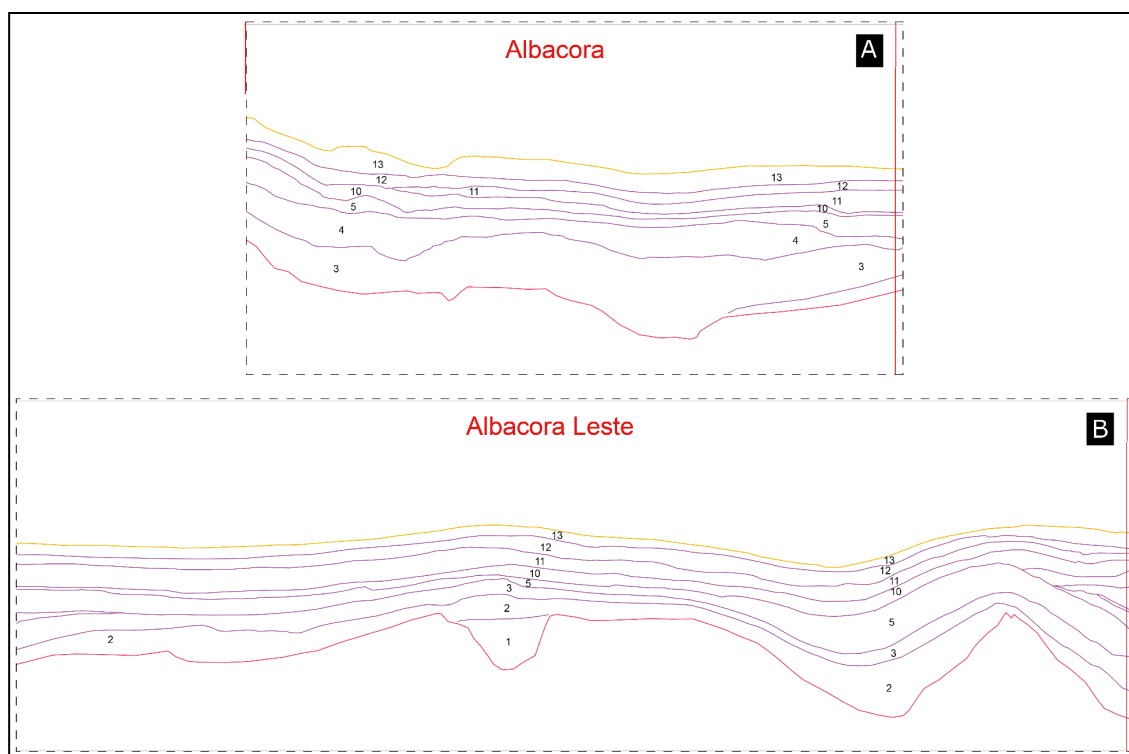


Figura 5 - Detalhe das unidades sismoestratigráficas mapeadas no intervalo estudado com a delimitação dos campos: A) Campo Albacora; B) Campo Albacora Leste. Fonte: produzido pela autora, 2024.

As unidades identificadas foram utilizadas para a elaboração da carta cronoestratigráfica dos campos Albacora e Albacora Leste (Fig. 6). Com essa carta, foi possível estabelecer ciclos regressivos-transgressivos presentes no intervalo, utilizando como base os critérios da estratigrafia de seqüências. A seção apresenta duas seqüências deposicionais compostas por quatro ciclos, dois em cada seqüência. Os tratos de sistema encontrados na seção se limitam ao Trato de Sistema de Nível Baixo (TSNB) e ao Trato de Sistema Transgressivo (TST), separados em duas seqüências deposicionais (SEQ1 e SEQ2), cada uma composta por um TSNB e um TST, respectivamente.

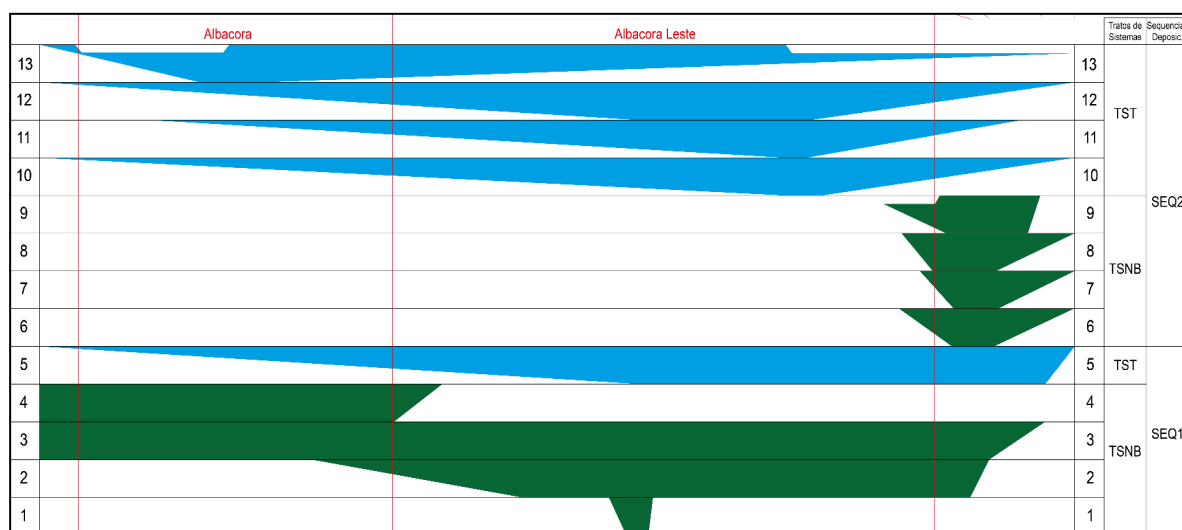


Figura 6 - Carta Cronoestratigráfica do intervalo estudado com separação dos campos alvo do estudo. Detalhe também para os tratos de sistemas encontrados no intervalo e suas respectivas sequências deposicionais. Fonte: Autora, 2024.

A SEQ1 tem início com o Trato de Sistema de Nível Baixo (TSNB), composto por quatro unidades mapeadas, predominantemente caracterizadas por terminações do tipo downlap. Esta sequência é finalizada por uma unidade distinta, marcada por onlap, que define o Trato de Sistema Transgressivo (TST). A SEQ2 apresenta em sua base um TSNB constituído por quatro unidades, sobreposto por outras quatro unidades que exibem onlap progradante, as quais sinalizam o último ciclo do TST.

Conclusões

Não foram identificadas unidades associadas a tratos de nível alto nem ao estágio de queda do nível do mar, em virtude do posicionamento da área de estudo em uma região profunda da bacia, registrando, assim, apenas tratos de nível baixo e transgressivo. A interpretação da carta cronoestratigráfica gerada revela que, dentro do intervalo analisado, ocorreram duas quedas significativas no nível do mar, as quais influenciaram as diferentes deposições tanto temporais quanto espaciais. Essa análise possui o potencial de aprimorar o entendimento sobre os reservatórios turbidíticos, resultando, assim, em uma maior eficiência na exploração dos campos produtores.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – PRH-14.1- pelo incentivo e apoio financeiro. À ANP pela concessão dos dados utilizados.

Referências Bibliográficas

- BASTOS, M.; BASTOS, A. Bacia de Campos - Sumário Geológico e Setores de Oferta. ANP - 14ª Rodada de Licitações de Blocos. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/rodadas-anp/rodadas-concluidas/concessao-de-blocos-exploratorios/14a-rodada-licitacoes-blocos/arquivos/areas-oferta/sumario-campos.pdf>. Acesso em: novembro de 2023.
- DE GASPERI, A.; CATUNEANU, O. Sequence stratigraphy of the Eocene turbidite reservoirs in Albacora field, Campos Basin, offshore Brazil. *AAPG Bulletin*, v. 98, n. 2, p. 279-313, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1306/07031312117>.
- DE JESUS, Aline; VILELA, Pamela Cardoso. Campos Basin: review on the geology and its oil and natural gas exploration and production context. *Latin American Journal of Energy Research – LAJER*, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2023. DOI: <https://doi.org/10.21712/lajer.2023.v10.n1.p1-12>. Recebido em: 20 abr. 2023; aceito em: 13 mai. 2023; publicado online em: 10 jun. 2023.
- FETTER, M.; DE ROS, L. F.; BRUHN, C. H. L. Petrographic and seismic evidence for the depositional setting of giant turbidite and the paleogeographic evolution of Campos Basin, offshore Brazil. *Marine and Petroleum Geology*, v. 26, p. 824-853, 2009.
- GOLDBERG, Karin et al. Re-sedimented deposits in the rift section of the Campos Basin. *Marine and Petroleum Geology*, v. 80, p. 412-431, 2017.
- GUARDADO, L. R.; SPADINI, A. R.; BRANDÃO, J. S. L.; MELLO, M. R. Petroleum system of the Campos Basin. In: MELLO, M. R.; KATZ, B. J. (Eds.). *Petroleum systems of South Atlantic margins*. AAPG Memoir 73, p. 317-324, 2000.
- GROU, Tomás Manuel Lampreia. *Caracterização geológica da formação Carapebus da Bacia de Campos através da análise de eletrofácies*. 2015. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1626315>. Acesso em: [data de acesso].
- MACHADO, L. C. R.; et al. Geometria da porção proximal do sistema deposicional turbidítico moderno da Formação Carapebus, Bacia de Campos; modelo para heterogeneidades de reservatório. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 12, n. 12, p. 287-315, 2004.
- MITCHUM Jr., R. M.; VAIL, P. R.; SANGREE, J. B. Seismic stratigraphy and global changes of sea level. Part 3: relative changes of sea level from coastal onlap. In: PAYTON, C. E. (Ed.). *Seismic Stratigraphy – Applications to Hydrocarbon*. v. 26. AAPG Memoir, p. 63-81, 1977.
- SOMMER, Vitor P.; KUCHLE, Juliano; DE ROS, Luiz F. Seismic stratigraphic framework and seismic facies of the Aptian Pre-salt Barra Velha Formation in the Tupi Field, Santos Basin, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 118, p. 103947, 2022. ISSN 0895-811. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.103947>.