



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
GEOLOGIA MARINHA COSTEIRA E SEDIMENTAR

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**SISMOESTRATIGRAFIA CORRELATIVA ENTRE AS BACIAS
TUCANO SUL E RECÔNCAVO**

NAIR LORENA GASPAR NONATO DA SILVA

SALVADOR

2019

SISMOESTRATIGRAFIA CORRELATIVA ENTRE AS BACIAS TUCANO SUL E RECÔNCAVO

Nair Lorena Gaspar Nonato Da Silva

Orientador: Prof. Dr. Michael Holz

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Geologia, Área de Concentração: Geologia Marinha. Costeira e Sedimentar.

SALVADOR

2019

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Universitária de Ciências e
Tecnologias Prof. Omar Catunda, SIBI - UFBA.

S586 Silva, Nair Lorena Gaspar Nonato da Silva
Sismoestratigrafia correlativa entre as Bacias de Tucano Sul
e Recôncavo / Nair Lorena Gaspar Nonato da Silva – Salvador,
2019.
75 f.

Orientador: Prof. Dr. Michael Holz.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia.
Instituto de Geociências, 2019.

1. Geologia estratigráfica. 2. Bacias sedimentares. 3. Bacias
Rifte. 4. Bacia de Tucano Sul. I. Holz, Michael. II. Título.
CDU 551.3.051

NAIR LORENA GASPAR NONATO DA SILVA

**“SISMOESTRATIGRAFIA CORRELATIVA ENTRE AS
BACIAS DE TUCANO SUL E RECÔNCAVO”**

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Geologia na área de concentração em Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar em 18/06/2019.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:

Dr. Michael Holz
Orientador – UFBA

Dra. Suzan Sousa de Vasconcelos
Examinadora Externa – UFBA

Dr. Joelson da Conceição Batista
Examinador Externo – UFBA

Salvador – BA
2019

AGRADECIMENTOS

Mais um ciclo que se encerra e o sentimento é de gratidão. Gostaria de agradecer em primeiro lugar à Deus, essa força maior que rege a existência, pelo presente que é estar viva e poder aprender, crescer, evoluir, se desenvolver: obrigada. Agradecer meus pais, Enilde e Délcio, pelo exemplo de conduta e força que me dão e pelo suporte incondicional em todos os momentos. Agradecer meus irmãos, Delcinho e André, que mesmo de longe são fontes de inspiração para mim, e minha sobrinha, Marina, por arrancar de mim com certeza as minhas melhores gargalhadas ao longo dessa difícil jornada.

Meu sincero agradecimento à Michael Holz, meu orientador neste trabalho, por cada contribuição técnico-científica que deu, pelos puxões de orelha também, mas sempre me mostrando o caminho do melhor raciocínio crítico que um pesquisador deve ter. Não posso deixar de agradecer aos amigos que a Geologia me deu, Deca e Xande, pelo apoio e ombro amigo e cada palavra de incentivo que deram.

Tenho que agradecer, Wellington, parceiro de mestrado, pela companhia nos turnos de muito trabalho no GETA e ajuda em vários momentos nessa jornada. Meus gerentes, Paulão e Cav, pelo auxílio dado em todos os momentos que precisei de ajuda na manipulação do software: muito obrigada! E os demais companheiros de GETA, Pri, Clara, Caião, Maísa, Maria, Hellen, Carol, Tércio, Cora, Vine e todos os outros, que de um jeito ou de outro, tornaram essa caminhada menos árdua e solitária: obrigada!

RESUMO

A estratigrafia de seqüências, aplicada a bacias do tipo rifte, consiste em uma adaptação do modelo clássico que se encontra em plena fase de consolidação. Os fundamentos norteadores da estratigrafia de seqüências se aplicam em qualquer contexto de sedimentação e são fundamentais para entender a história deposicional de uma bacia. O presente trabalho teve como objetivo estudar o arcabouço sismoestratigráfico de Tucano Sul, sob o viés da estratigrafia de seqüências aplicada a bacias rifte, a fim de correlacionar esse estudo com a bacia do Recôncavo. A partir da integração das seções sísmicas compostas associadas a dados de perfis geofísicos e litológicos de 15 poços, foi realizado o tratamento desses dados no software de interpretação sísmica IHS Kindle. A análise sismoestratigráfica de Tucano Sul aqui desenvolvida, envolveu a interpretação das terminações de refletores, definição das unidades sismoestratigráficas a partir do mapeamento de superfícies-chaves, além da caracterização das principais sismofácies. Como resultado, foram individualizadas cinco unidades sismoestratigráficas, segundo o modelo aqui adotado: unidade Pré-rifte, Rifte 1, Rifte 2, Rifte 3 e unidade Pós-rifte. Foram definidas cinco sismofácies, SF1 a SF5, cada qual com seus parâmetros característicos. Ao fim, propôs-se uma discussão acerca da correlação sismoestratigráfica com a bacia do Recôncavo. Para o intervalo rifte, Tucano Sul apresentou uma seqüência sismoestratigráfica a menos comparada com a bacia do Recôncavo, indicando importante evento erosivo durante o seu desenvolvimento.

Palavras-chave: Estratigrafia de seqüências, sismoestratigrafia, rifte.

ABSTRACT

The sequence stratigraphy applied to rift basins consists of an adaptation of the classic model that is in full consolidation phase. The guiding principles of sequence stratigraphy are applied in any sedimentation context. They are fundamental to understanding the depositional history of a basin. The present work had as objective to study the seismic stratigraphy framework of Tucano Sul basin under the bias of sequence stratigraphy applied to rift basins in order to correlate this study with the Recôncavo basin. From the integration of the seismic sections associated to the data of 15 wells (geophysical and lithological profiles) the data were processed in the IHS Kinle seismic interpretation software. The seismic stratigraphic analysis involved the interpretation of reflector terminations, definition of the seismostratigraphic units from the mapping of key surfaces as well as the characterization of the major seismic facies. As a result, five seismostratigraphic units were identified according to the model adopted here: Pre-rift unit, Rife 1, Rife 2, Rife 3 and Post-rift unit. Five seismic facies were defined, SF1 to SF5, each with its characteristic parameters. At the end, a discussion was proposed about the seismostratigraphic correlation with the Recôncavo basin. For the rife interval, Tucano Sul presented a seismostratigraphic sequence less than the Recôncavo basin, indicating an important erosive event during its development.

Keywords: sequence stratigraphy, seismostratigraphy, rift.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL.....	09
CAPÍTULO 2 - ARTIGO 1: SISMOESTRATIGRAFIA CORRELATIVA ENTRE AS BACIAS DE TUCANO SUL E RECÔNCAVO.....	14
CAPÍTULO 3 - CONCLUSÕES.....	48
APÊNDICE A – LINHAS SÍSMICAS INTERPRETADAS.....	50
ANEXO A - REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA.....	61
ANEXO B – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO.....	67
ANEXO C – LISTAGEM DOS DADOS TRABALHADOS.....	68
ANEXO D – MAPA ESTRUTUTURAL, POR DESTRO (2002).....	70
ANEXO E – CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA DAS BACIAS DE TUCANO SUL E CENTRAL DE COSTA <i>ET AL.</i> (2007).....	71

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

Esta breve seção discorre sobre as diretrizes desta Dissertação de Mestrado.

Este volume segue as normas de formatação de Teses e Dissertações para alunos do Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia (UFBA) aprovadas em reunião ordinária pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Geologia em 22/04/2015.

No Capítulo Dois encontra-se o produto final desse trabalho de pesquisa, o Artigo Científico intitulado “Sismoestratigrafia Correlativa entre as Bacias de Tucano Sul e Recôncavo” a ser submetido à Revista Geociências da Unesp (Universidade Estadual Paulista). O artigo discorre sobre o estudo realizado na Bacia de Tucano Sul, que teve como objetivo caracterizar o arcabouço sismoestratigráfico da bacia à luz da estratigrafia de sequências aplicada a riftes, usando o que existe de mais atual em termos de modelo de aplicação dessa metodologia de estudo. Ao fim, foi estabelecido um paralelo com bacia do Recôncavo, bacia vizinha ao sul, propondo uma discussão acerca de suas diferenças e similaridades. Foram utilizados os dados de 39 linhas sísmicas 2D (30 de Tucano Sul e 9 da bacia do Recôncavo) e 15 dados de poços (incluindo perfis geofísicos e litológicos) localizados na bacia de Tucano Sul.

No Apêndice A encontram-se as linhas sísmicas da bacia de Tucano Sul, objeto de estudo desse trabalho e as respectivas interpretações sismoestratigráficas desenvolvidas na pesquisa.

O Capítulo Três apresenta as conclusões do trabalho executado.

O Anexo A fornece um guia de regras de formatação da revista escolhida para a publicação deste trabalho, a revista Geociências da UNESP (Universidade Estadual Paulista).

O Anexo B apresentará o comprovante de submissão do artigo à revista científica, após a defesa da Dissertação de Mestrado, correções e mediante aprovação pela banca examinadora.

No Anexo C encontra-se uma Listagem dos dados trabalhados nesta pesquisa, com os respectivos códigos de identificação, segundo o padrão da ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis).

No Anexo D encontra-se o Mapa Estrutural do rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá, retirado de Destro (2002).

No Anexo E encontra-se a carta cronoestratigráfica mais recentemente publicada para a Bacia de Tucano Sul, por Costa *et al.* (2007).

REFERÊNCIAS

BOSENCE, D.W.J. **Stratigraphic and sedimentological models of rift basins.** In: Sedimentation and Tectonics of Rift Basins: Red Sea - Gulf of Aden (Ed. by B. H. Purser and D. W. J. Bosence), Chapman & Hall, London, 9-25, 1998.

CATUNEANU, O. **Principles of Sequence Stratigraphy**.y Elsevier, 106 p, 2006.

COSTA, I P.; MILHOMEM, P. S.; BUENO, G. V.; Silva, H. S. R. L.; KOSIN, M. D. **Sub-bacia de Tucano Sul e Central**, Boletim de Geociências, 15(2): p. 433-443, 2007.

DESTRO, N. **Falhas de Alívio e de Transferência: O significado Tectônico e Econômico no Rifte do Recôncavo-Tucano-Jatobá, NE Brasil.** 173 p. Tese (Doutorado) – Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2002.

FOSSEN, H. **Structural Geology.** Cambridge, Cambridge University Press, 433 p., 2010.

HOLZ, M., TROCCOLI, E.B. & VIEIRA, M. **Sequence stratigraphy of continental rift basins ii: An example from the brazilian cretaceous recôncavo basin.** In: STRATI 2013, Springer, 15-18, 2014.

HOLZ, M., VILAS-BOAS, D.B., TROCCOLI, E.B., SANTANA, V.C. & VIDIGALSOUZA, P.A. **Conceptual Models for Sequence Stratigraphy of Continental Rift Successions.** In: Stratigraphy & Timescales: Advances in Sequence Stratigraphy (Ed. by M. Montenari), Chapter 4, 119-186, 2017.

HOLZ, M., VILAS-BOAS, D.B., TROCCOLI, E.B. & VIDIGAL-SOUZA, P.A. **Along-strike variability of the stratigraphic signature of the rift successions: examples from Brazilian rift basins.** Extended abstract, EAGE Conference, Kopenhagen, 2018.

GAWTHORPE, R.L. & LEEDER, M.R. **Tectono-sedimentary evolution of active extensional basins**. Basin Research, 12, p.195-218, 2000.

LAMBIASE, J. J. **A model for tectonic control of lacustrine stratigraphic sequences in continental rift basins**. In: KATZ, B. J. (Ed.). Lacustrine basin exploration: case studies and modern analogs. Tulsa: The American Association of Petroleum Geologists, p. 265- 276, 1990. (AAPG. Special Publication, 50).

MAGNAVITA, L. P.; DESTRO, N.; CARVALHO, M. S. S. DE; MILHOMEM, P. DA S.; SOUZA-LIMA, W. **Bacias sedimentares brasileiras: Bacia de Tucano**. Aracajú: Fundação Paleontológica Phoenix, 2003. (Série Bacias Sedimentares, n. 52).

MARTINS-NETO, M.A. & CATUNEANU, O. **Rift sequence stratigraphy**. Marine and Petroleum Geology, Guildford, 27, p. 247-253, 2010.

MILANI, E.J., RANGEL, H.D., BUENO, G.V., STICA, J.M., WINTER, W.R., CAIXETA, J.M. & PESSOA-NETO, O.C. **Bacias Sedimentares Brasileiras – Cartas Estratigráficas**. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, 15, n. 2, p. 183-205, 2007.

MOHRIAK, W.U. **Bacias Sedimentares da Margem Continental Brasileira**. In: Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: textos, mapas & SIG (Ed. by L. A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R. M. Vidotti and J. H. Gonçalves), Brasília, CPRM – Serviço Geológico do Brasil, p. 87-143, 2003.

MORLEY, C.K. **Developments in the structural geology of rifts over the last decade and their impact on hydrocarbon exploration**. In: Hydrocarbon habitat in rift basins (Ed. by J. J. Lambiase), Geological Society Special Publication, 80, p. 1–32, 1995.

MORLEY, C.K. **Evolution of large normal faults: Evidence from seismic reflection data**. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 86, n. 6, p. 961-978, 2002.

MORLEY, C.K., NELSON, R.A., PATTON, T.L. & MUNN, S.G. **Transfer zones in the East African Rift System and their relevance to hydrocarbon exploration in rifts**. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 74, n. 8, p. 1234-1253, 1990.

PROSSER, S. **Rift-related linked depositional systems and their seismic expression**. In: Tectonics and Seismic Sequence Stratigraphy (Ed. by G. D. Williams and A. Dobb), Geological Society Special Publication, 71, p. 35-66, 1993.

SILVA, O. B.; CAIXETA, J. M.; MILHOMEM, P. S.; KOSIN, M. D. **Bacia do Recôncavo**. Boletim de Geociências da Petrobras – cartas estratigráficas, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 423-431, 2007.

VAIL, P. R.; MITCHUM Jr, R. e THOMPSON III, S. **Seismic stratigraphy and global changes of sea level: Part 4. global cycles of relative changes of sea level.**: Section 2. application of seismic reflection configuration to stratigraphic interpretation, AAPG Special Volumes, 1977.

VIANA, C. F.; GAMA JUNIOR, E. G.; SIMÕES, I. A.; MOURA, J. A.; FONSECA, J. R.; ALVES, R. J. **Revisão estratigráfica da Bacia do Recôncavo/Tucano**. Boletim Técnico da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3-4, p. 157-192, 1971.

VIDIGAL-SOUZA, P.A.D. **Sismoestratigrafia da Fase Rifte da Porção Sul da Bacia de Camamu**. Tese (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal Da Bahia, 2017.

VILAS-BOAS, D.B.R. **Correlação Sismoestratigráfica entre as Bacias do Recôncavo e de Camamu**. Tese (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal Da Bahia, 2016.

WIEDERKEHR, F. **Arquitetura estratigráfica das formações Itaparica e Água Grande e seu posicionamento na evolução tectônica da Bacia do Recôncavo**. Monografia (graduação) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2010.

CAPÍTULO 2

ARTIGO 1 – SISMOESTRATIGRAFIA CORRELATIVA ENTRE AS BACIAS DE TUCANO SUL E RECÔNCAVO

N.L.G.N.Silva¹, M.Holz¹

1. Universidade Federal da Bahia (UFBA), Programa de Pós-Graduação em Geologia, Rua Barão de Jeremoabo, s/ n, Instituto de Geociências, Ondina, Salvador-Bahia/Brasil.

RESUMO

A estratigrafia de seqüências, aplicada a bacias do tipo rifte, consiste em uma adaptação do modelo clássico que se encontra em plena fase de consolidação. Os fundamentos norteadores da estratigrafia de seqüências se aplicam em qualquer contexto de sedimentação e são fundamentais para entender a história deposicional de uma bacia. O presente trabalho teve como objetivo estudar o arcabouço sismoestratigráfico de Tucano Sul, sob o viés da estratigrafia de seqüências aplicada a bacias rifte, a fim de correlacionar esse estudo com a bacia do Recôncavo. A partir da integração das seções sísmicas compostas associadas a dados de perfis geofísicos e litológicos de 15 poços, foi realizado o tratamento desses dados no software de interpretação sísmica IHS Kindl. A análise sismoestratigráfica de Tucano Sul aqui desenvolvida, envolveu a interpretação das terminações de refletores, definição das unidades sismoestratigráficas a partir do mapeamento de superfícies-chaves, além da caracterização das principais sismofácies. Como resultado, foram individualizadas cinco unidades sismoestratigráficas, segundo o modelo aqui adotado: unidade Pré-rifte, Rifte 1, Rifte 2, Rifte 3 e unidade Pós-rifte. Foram definidas cinco sismofácies, SF1 a SF5, cada qual com seus parâmetros característicos. Ao fim, propôs-se uma discussão acerca da correlação sismoestratigráfica com a bacia do Recôncavo. Para o intervalo rifte, Tucano Sul apresentou uma seqüência sismoestratigráfica a menos comparada com a bacia do Recôncavo, indicando importante evento erosivo durante o seu desenvolvimento.

Palavras-chave: Estratigrafia de seqüências, sismoestratigrafia, rifte.

ABSTRACT

The sequence stratigraphy applied to rift basins consists of an adaptation of the classic model that is in full consolidation phase. The guiding principles of sequence stratigraphy are applied in any sedimentation context. They are fundamental to understanding the depositional history of a basin. The present work had as objective to study the seismic stratigraphy framework of Tucano Sul basin under the bias of sequence stratigraphy applied to rift basins in order to correlate this study with the Recôncavo basin. From the integration of the seismic sections associated to the data of 15 wells (geophysical and lithological profiles) the data were processed in the IHS Kinle seismic interpretation software. The seismic stratigraphic analysis involved the interpretation of reflector terminations, definition of the seismostratigraphic units from the mapping of key surfaces as well as the characterization of the major seismic facies. As a result, five seismostratigraphic units were identified according to the model adopted here: Pre-rift unit, Rife 1, Rife 2, Rife 3 and Post-rift unit. Five seismic facies were defined, SF1 to SF5, each with its characteristic parameters. At the end, a discussion was proposed about the seismostratigraphic correlation with the Recôncavo basin. For the rife interval, Tucano Sul presented a seismostratigraphic sequence less than the Recôncavo basin, indicating an important erosive event during its development.

Keywords: sequence stratigraphy, seismostratigraphy, rift.

INTRODUÇÃO

A Estratigrafia de Sequências constitui o fundamental paradigma da moderna geologia sedimentar. Consiste em uma ferramenta de análise estratigráfica muito poderosa capaz de recontar a história de preenchimento de uma bacia, levando em consideração seus fundamentos norteadores. Sua premissa básica entende que, em uma bacia, o regime de sedimentação é controlado pela interação entre a taxa de suprimento sedimentar e a taxa de criação de espaço de acomodação.

No modelo básico da estratigrafia de sequências, baseado na sedimentação em bacia de margem passiva, os tratos de sistemas clássicos se desenvolvem seguindo uma ordem característica durante um ciclo de variação do nível de base, o qual é controlado principalmente pelo nível eustático relativo. Em bacias rife, por outro lado, esse controle é feito pela tectônica que, em um regime típico de movimentação de falhas produz um estilo tectônico composto por

um sistema complexo de meio-grábens responsável pela criação/destruição de espaço. Assim, algumas adaptações no modelo clássico precisam ser feitas para aplicar essa metodologia em ambiente rifte.

Nesse contexto, Prosser (1993) foi o primeiro trabalho a demonstrar que é preferível identificar e descrever os sistemas deposicionais em termos de fácies e padrões de empilhamento e interpretando-os em termos de mudanças locais do nível de base (neste caso, o nível do lago rifte). Holz *et al.* (2017) propuseram um modelo de bacia rifte com um regime de "subsidência pontuada", marcado por períodos em que a subsidência tectônica cessa. A assinatura estratigráfica da bacia será marcada por diversas inconformidades dentro do intervalo rifte, as quais segregam estratos geneticamente relacionados a um estágio tectônico do rifteamento. Assim, o que é genericamente chamado de "a sucessão rifte" de uma bacia, os autores sugerem ser melhor denominado por "sucessões de riftes", por ter várias discordâncias intra-rifte limitando suas respectivas seqüências rifte.

Nesse sentido, o objetivo específico desse trabalho foi aplicar essa metodologia de estudo de bacias rifte em Tucano Sul, caracterizando o arcabouço sismoestratigráfico da bacia, com o objetivo geral de correlacionar Tucano Sul com a bacia do Recôncavo. Essa comparação foi realizada discutindo as similaridades e discrepâncias entre tais bacias e as implicações envolvidas nisso. Estas análises foram confrontadas com estudos similares desenvolvidos na bacia do Recôncavo, como o trabalho de Vilas Boas (2016).

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia de Tucano está localizada na região nordeste do Brasil e representa a porção intermediária do rifte abortado Recôncavo-Tucano-Jatobá, originado no processo extensional que formou o Atlântico Sul. A bacia encontra-se dividida em três compartimentos, Tucano Sul, Central e Norte, separados, entre si, pelos cursos dos rios Itapicuru e Vaza-Barris, respectivamente (Magnavita *et al.*, 2003). O polígono da área de estudo inclui a bacia de Tucano Sul, e uma porção nordeste da bacia do Recôncavo que se conecta com a Bacia de Tucano (Figura 1). Para este estudo, foram utilizados dados de 15 poços e 39 linhas sísmicas 2D localizados no polígono da figura 1.

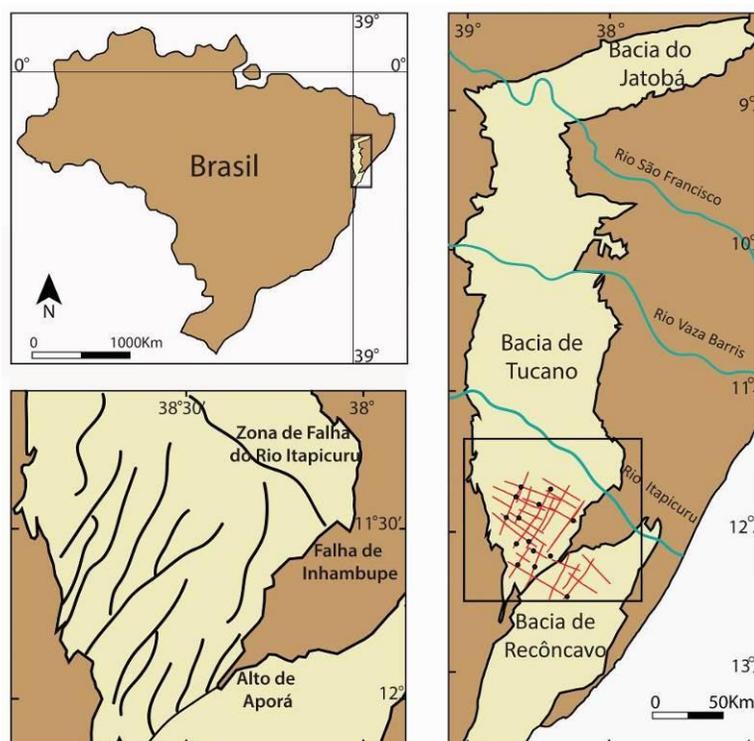


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo, com a disposição dos dados utilizados (poços em preto e linhas sísmicas em vermelho) e a representação do arcabouço estrutural da bacia de Tucano Sul.

A bacia de Tucano Sul é estruturalmente caracterizada por um semi-gráben basculado para sudeste, ocupando uma área de cerca de 7.000 km² (Magnavita *et al.*, 2003). É limitada a norte pela zona de acomodação do rio Itapicuru; a leste pela falha de Inhambupe; a sul pelo Alto de Aporá; e a oeste, o limite se dá com o embasamento cristalino. Seu arcabouço estrutural caracteriza-se por falhas organizadas em estilo dominó, orientadas N25°E, mergulhando para oeste, tornando-se mais profundo para leste, onde atinge mais de 7 km de profundidade no Baixo de Inhambupe. Tucano Sul e Central foram instaladas sobre a borda nordeste do Cráton do São Francisco, tendo como embasamento ortognaisses migmatíticos, a oeste-sudoeste e sudeste; rochas metavulcano-sedimentares do greenstone belt do Rio Itapicuru, a oeste; metassedimentos da cobertura cratônica Estância, a noroeste e leste-nordeste; e rochas sedimentares da Bacia Palmares, a leste (SILVA *et al.*, 2007).

A litoestratigrafia destas bacias foi formalizada inicialmente por Viana *et al.* (1971, *apud* SILVA *et al.*, 2007). Mais tarde, foram propostas colunas individualizadas para cada bacia. O preenchimento sedimentar foi dividido em três fases denominadas de pré-rifte, sin-rifte e pós-rifte, melhores individualizadas em Tucano-Sul e Recôncavo. Costa *et al.* (2007) propuseram o

fatiamento litoestratigráfico do arcabouço de Tucano Sul em quatro super-sequências (sequências de segunda ordem) e suas respectivas sequências de terceira ordem componentes: a Supersequência Paleozoica (fase sinéclise), as Supersequências Jurocretáceas (relacionadas aos estágios pré-rifte e rifte), a Supersequência Pós-rifte, além das Sequências do Cenozóico, o que resultou formalmente na carta estratigráfica mais recente da bacia.

MATERIAIS E MÉTODOS

TRATAMENTO DOS DADOS

A primeira etapa se caracterizou pela conferência e arquivamento dos dados de poços e sísmica no banco de dados do GETA. Detectou-se que todos os poços traziam arquivos com os perfis em formato DLIS ou LIS, essencial para a amarração dos poços nas linhas sísmicas. Quanto às linhas sísmicas, foi realizada uma verificação das 39 linhas no software *SEISEE* com o objetivo de checar se o número de traços em cada linha coincidia com o valor do CDP (Common Depth Point) final mais 1, o que foi confirmado em todas elas.

Com os dados conferidos, procedeu-se à criação de um Novo Projeto (intitulado Tucano Sul) no *IHS KINGDOM*, *software* de interpretação sísmica disponível no GETA/UFBA para o tratamento e interpretação sismoestratigráfica dos dados dessa pesquisa. Para criar esse projeto, verificou-se no arquivo UKOOA qual o sistema geográfico de coordenadas adotado no levantamento sísmico em questão, para então defini-lo no programa, sendo identificado o UTM WGS 84. Num primeiro momento foi feito o carregamento dos 15 poços. O carregamento foi realizado a partir dos arquivos AGP (Arquivo Geral de Poço) de cada poço e seu respectivo perfil composto, os quais contém a coluna litológica construída a partir de amostras de calha, topo e base das unidades, localização e uma série de dados relativos ao poço. Em um momento posterior, carregou-se as 39 linhas sísmicas no projeto Tucano Sul. Primeiramente, elas passaram por análise no software *SEISEE*, para a análise das coordenadas da fonte e do CDP, com o objetivo de checar se eram razoavelmente próximas e analisou-se também o intervalo de amostragem em cada uma das linhas sísmicas para que elas pudessem ser carregadas conjuntamente. Dessa análise, constatou-se que das 39 linhas, parte delas possuía intervalo de amostragem de 2 segundos (da linha 5 até a 9 e da linha 23 até a 29) e outra parte possuía intervalo de amostragem de 4 segundos (da linha 1 até a 4, da linha 10 até a 22 e a linha 30). Quanto às coordenadas da fonte e do CPD, apenas as linhas de 01 até 04, 9, 10, 13 e 19

apresentaram diferenças aceitáveis entre elas. Por conta disso, para as demais linhas sísmicas, cujos valores de CPD e fonte foram muito discrepantes, adotou-se o próprio valor do CPD para a coordenada da fonte. As linhas 31 a 39 remanescentes foram importadas de projeto já existente.

O passo metodológico subsequente envolveu a transformação dos arquivos que contém os dados geofísicos armazenados no formato LIS ou DLIS para o formato LAS, que é o formato aceito pelo programa. Essa transformação foi feita no *software LOG TOOBIX* e, nesse procedimento, um dos poços apresentou incompatibilidade de recuperação e parte dele foi perdida no processo. Feita a conversão, pôde-se então carregar os perfis geofísicos dos poços no *IHS KINGDOM* e assim proceder para a amarração deles. Antes de iniciar a amarração, foi necessário corrigir pontos em que as curvas DT (Sônico) e RHOB (Densidade) usadas na amarração apresentavam-se “estouradas”, provável resultado de eventuais desabamentos da parede do poço.

Com os perfis de poços carregados, a etapa seguinte consistiu na correlação entre os dados de poço (perfis) e os dados sísmicos. Para tal correlação foi necessário construir sismogramas sintéticos, com o fim de converter os dados associados à profundidade dos perfis geofísicos em tempo, igualando dessa forma, a unidade vertical estudada. Para a construção dos sismogramas, inicialmente foram separados os poços que possuíam os perfis sônico e de densidade, que representam, respectivamente e de forma aproximada, a velocidade sísmica e a densidade das camadas geológicas.

Dos 15 poços analisados, apenas três poços não possuíam nem sônico, nem densidade. Apenas para esses poços, a amarração teve que ser feita utilizando-se o perfil de resistividade para estimar o tempo de propagação da onda e assim amarrar os poços na sísmica.

O *software* de interpretação sísmica estimou os traços sintéticos, a partir de algoritmos e cálculos matemáticos, criando um sismograma para cada poço. A partir daí, foram realizadas comparações entre o sismograma sintético e os sismogramas reais das seções sísmicas, buscando correlacionar os picos de reflexões (maiores amplitudes) positivas e negativas entre as camadas. Esse ajuste pôde ser feito com a ferramenta *GeoSyn* existente no *IHS KINGDOM*. A figura abaixo mostra a janela de ajuste onde foi efetuada a comparação entre o dado sísmico original, obtido nesse caso da linha sísmica 14, com o sismograma sintético construído para o poço 01, que corta essa linha (Figura 2). Nessa imagem observa-se que com essa comparação obteve-se um coeficiente de correlação de 0,1168, valor razoável para amarrar esse poço nessa posição vertical.

Por fim, com o intuito de auxiliar a interpretação sísmica, o procedimento preparativo final executado no *IHS KINGDOM* foi o cálculo dos atributos sísmicos mais úteis, dentre eles: amplitude instantânea, TecVA (Técnica Volume de Amplitudes) e fase instantânea. O atributo de amplitude instantânea retrata a intensidade do contraste de impedância acústica (que reflete a mudança de propriedades físicas, elásticas e de densidade) entre as camadas geológicas. O atributo de fase instantânea é útil na identificação de continuidade de refletores nas seções sísmicas, e sua utilização se mostrou importante na identificação das terminações de refletores, do padrão de inclinação das camadas sedimentares, falhas e padrão geométrico interno das camadas. E o atributo de TecVa, também chamado de *pseudorelief*, representa reflexões sísmicas de dados pós-empilhados com aparência de relevo topográfico, a partir de transformações matemáticas feitas no dado original. A interpretação deste atributo foi muito importante na identificação de planos de falhas, descontinuidades e estruturas associadas à mudança de sismofácies e/ou unidades sísmicas.

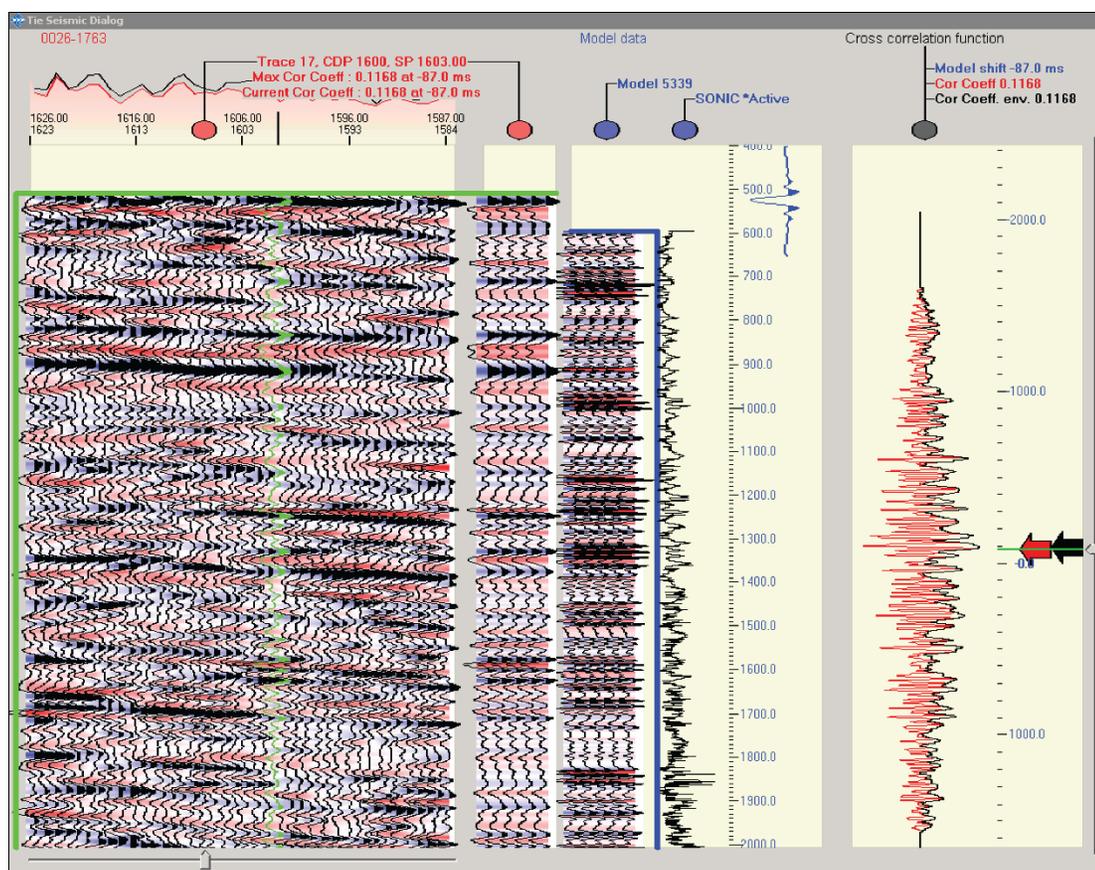


Figura 2: Janela de ajuste do software IHS Kingdom utilizada na amarração do poço na linha sísmica, com a indicação do coeficiente de correlação obtido na amarração do poço 1 à linha 14.

METODOLOGIA CONCEITUAL ADOTADA

Com os dados todos tratados, a fase de interpretação sismoestratigráfica pôde ser iniciada e ela consistiu no trabalho intelectual propriamente dito. Nesta fase, duas ferramentas metodológicas foram utilizadas: o arcabouço conceitual da estratigrafia de sequências e os princípios e técnicas da sismoestratigrafia.

Estratigrafia de Sequências

A estratigrafia de sequências tem por objetivo analisar, compreender e mapear a resposta sedimentar frente às diferentes variações do nível de base. O nível de base sobe e desce a depender das variáveis alogênicas: clima, aporte e tectônica, além da eustasia para as bacias oceânicas. Como estamos tratando de bacias rifte continentais neste trabalho, sem comunicação com o oceano, a eustasia é desconsiderada. Para fins de simplificação e aplicabilidade, o aporte é adotado como constante, segundo a concepção de trabalho adotada pela estratigrafia. Da mesma maneira, o clima, só é considerado em detalhe quando se estuda bacias tectonicamente semelhantes com paleoclimas distintos entre si, o que não é o caso de Tucano Sul e Recôncavo. Por último a tectônica, esta sim, exerce grande influência na criação e destruição de espaço de acomodação em uma bacia rifte conforme assimilado pelos modelos comentados neste trabalho.

As bacias rifte são bacias tectonicamente ativas resultantes do processo de extensão crustal. São depressões assimétricas estruturadas por falhas normais de alto ângulo que formam um sistema complexo de meios-grábens. A criação e destruição de espaço de acomodação nesse tipo de bacia ocorre principalmente pela movimentação das falhas que produz subsidência no *hangingwall* e soerguimento no *footwall*, criando e destruindo espaço sincronicamente.

Primeiramente, Lambiase (1990) propôs para bacias rifte um modelo baseado na sucessão de sistemas deposicionais. Segundo ele, inicialmente uma ampla bacia com algumas pequenas falhas é preenchida por sedimentos fluviais. Na fase seguinte, tem-se uma maior subsidência, com maior geração de espaço e menor aporte sedimentar devido à divergência das drenagens gerada pelo soerguimento das ombreiras. Nessa fase, um sistema lacustre é instalado, e aos poucos uma sedimentação flúvio-deltaica começa a desembocar nesse lago, até que estes sistemas deposicionais dominem na bacia. Esse aumento da contribuição siliciclástica se deve ao estabelecimento das drenagens e à diminuição da atividade tectônica. No estágio final, a sedimentação tende a ultrapassar os limites da bacia em razão da subsidência térmica e denudação dos altos (ombreiras) que limitavam o rifte (Figura 3).

deltaicos já que a criação de espaço é decrescente com o fim do rifteamento (trato tectônico de final de rifte-TTFR).

Em contrapartida, uma bacia rifte com um regime de "subsidiência pontuada" é marcada por períodos em que a subsidiência tectônica cessa. Neste cenário tectônico, a assinatura estratigráfica da bacia será marcada por diversas inconformidades dentro do intervalo rifte. Após a fase inicial caracterizada pelos meio-grábens incipientes e baixas taxas de acomodação (TTIR), segue-se um período de retomada crescente da subsidiência, com aumento de espaço de acomodação, registrando o TTDR. Ao se aproximar de um novo período de quietude tectônica, a taxa de acomodação diminui e o regime de sedimentação será novamente progradacional, registrando o TTFR. Num momento posterior, uma nova movimentação tectônica ocorre e o rearranjo do substrato produz um aumento no espaço de acomodação no interior do rifte e expõe à erosão as margens do rifte. Esse aumento do espaço promove a deposição de um novo TTDR, o qual é seguido por um novo TTFR, este associado ao estágio de calma tectônica subsequente. Essa mudança de regime progradacional do TTDR para retrogradacional do TTFR pode formar a superfície de máximo rifteamento (SMR) entre os dois tratos, marcando justamente a mudança de regime.

O resultado desse tipo de subsidiência pontuada (Figura 4) é uma sucessão de riftes com várias inconformidades, cada uma encerrando um TTFR. Os autores chamam a atenção para o fato de que uma bacia com várias inconformidades intra-rift pode ser adjacente e bastante próxima a uma bacia sem discordâncias internas.

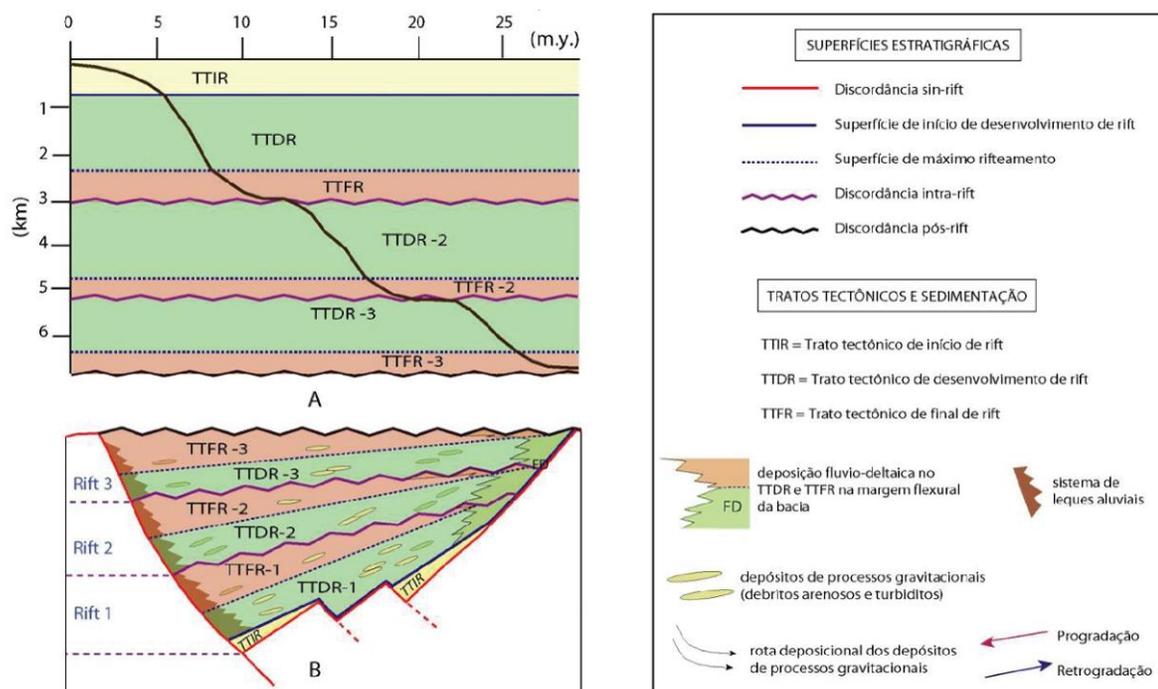


Figura 4: Ilustração do modelo de “subsidência pontuada” proposta por Holz et al. (2017). (A) mostra uma curva de subsidência hipotética; (B) ilustra o arcabouço estratigráfico resultante. O TTIR é restrito e apresenta pequenas espessuras.

Sismoestratigrafia

A Sismoestratigrafia, por sua vez, consiste na aplicação de conceitos e técnicas de mapeamento de terminações estratigráficas e de superfícies estratigráficas em imagens sísmicas (Vail et al., 1977). A Sismoestratigrafia entende primeiramente que as reflexões sísmicas são geradas em superfícies que separam estratos de rochas com contrastes de impedância acústica e que possuem um forte caráter cronoestratigráfico.

A metodologia de interpretação sismoestratigráfica empregada no presente trabalho consistiu inicialmente na análise das reflexões e mapeamento das terminações de refletores sísmicos. As terminações dos refletores são os limites que se fundem ou terminam contra refletores superiores ou inferiores. Estas terminações se constituem em um dos principais critérios para definição dos limites de uma sequência deposicional (Vail et al., 1977), pois se correlacionam diretamente com as terminações dos estratos depositados.

As principais terminações utilizadas na interpretação dos refletores são (Figura 5):

- *Onlap*: quando a reflexão sísmica inicialmente horizontal termina que progressivamente sobre uma superfície deposicional inicialmente inclinada.

- *Downlap*: quando a reflexão sísmica termina mergulho abaixo sobre uma superfície com menor inclinação ou horizontal.
- *Toplap*: reflexões que terminam lateralmente e de forma assintótica ao limite superior.
- Truncamento Erosivo: terminação de estrato contra superfície erosiva sobrejacente.

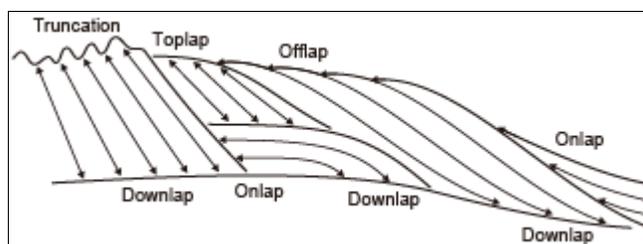


Figura 5: Tipos de terminações de refletores diretamente relacionadas às terminações estratais (Fonte: retirada de Catuneanu 2006, apud Emery & Myers, 1996)

Mapeadas estas terminações foi possível definir os limites das sequências sísmicas. As sequências sísmicas reúnem pacotes de refletores concordantes separados por superfícies de discontinuidades e são interpretadas como sequências deposicionais.

Nesta pesquisa, após a definição das sequências sísmicas, foi feita uma análise das sismofácies constituintes das sequências sísmicas. Uma sismofácies é uma unidade sísmica tridimensional mapeável, composta por um grupo de refletores cujos parâmetros diferem do conjunto de refletores adjacentes (Vail *et al.*, 1977). Ela é descrita conforme uma série de parâmetros, tais como sua configuração de refletores, amplitude, continuidade, frequência e geometria interna e externa (Figura 6). A identificação desses parâmetros permite propor uma interpretação do ambiente deposicional em que a fácies sísmica foi depositada. Além disso, correlacionando a sísmica com os dados de poços foi possível sugerir os principais litotipos associados a algumas das sismofácies identificadas.

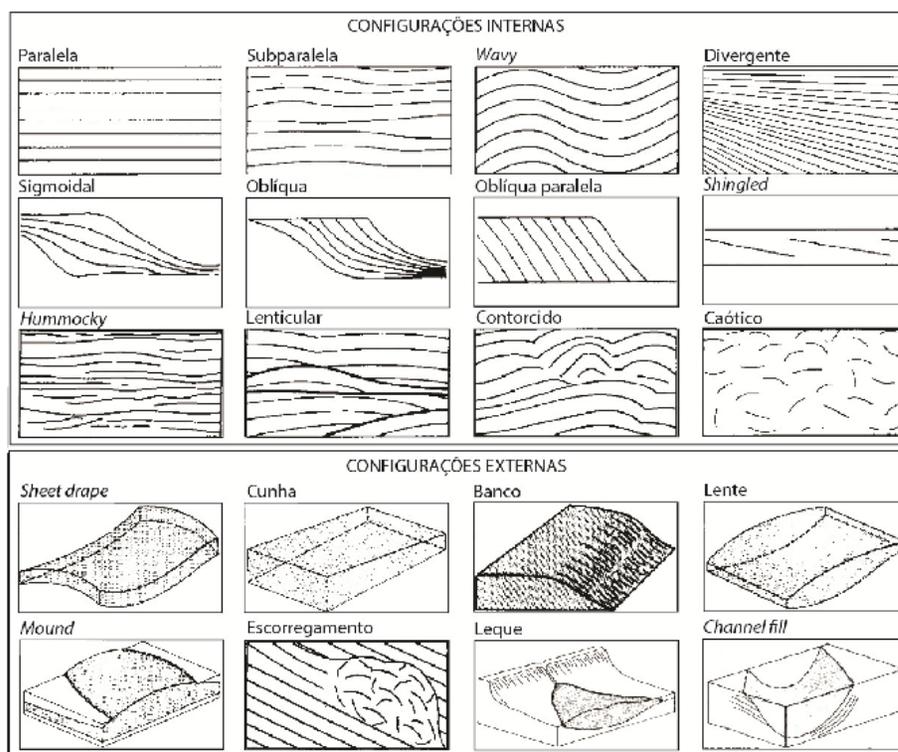


Figura 6: Principais configurações internas e externas de fácies sísmicas. Fonte: Modificado de Vail & Mitchum (1977).

Com a análise sismoestratigráfica pronta, foram construídas seções sísmicas compostas para integralizar a interpretação desenvolvida tanto das unidades sismoestratigráficas, como das sismofácies. Foram feitos também mapas de espessura sísmica de cada uma das sequências mapeadas, cujo objetivo foi estimar a distribuição e espessura das sequências e a posição dos depocentros de cada uma delas, para entender melhor a história deposicional da bacia.

Ao fim, fez-se uma discussão acerca da comparação do arcabouço sismoestratigráfico de Tucano Sul e Recôncavo, objetivo geral deste trabalho.

DISCUSSÕES, INTERPRETAÇÕES E RESULTADOS

TERMINAÇÃO DOS REFLETORES

Para realizar a análise sismoestratigráfica da área de estudo, inicialmente estabeleceu-se quais seriam as linhas sísmicas com melhor imageamento, parte delas *dip*, outra parte *strike*. Primeiro foram interpretadas essas seções-piloto e depois extrapoladas para as demais linhas sísmicas disponíveis. Importou-se para o *software* o arquivo *shapfile* contendo o arcabouço estrutural da área de estudo e foram caracterizadas as principais falhas regionais e as falhas

menores em sísmica. A análise sismoestratigráfica inicial consistiu em analisar os refletores e demarcar suas terminações aparentes (Figura 7), seguindo os princípios da sismoestratigrafia.

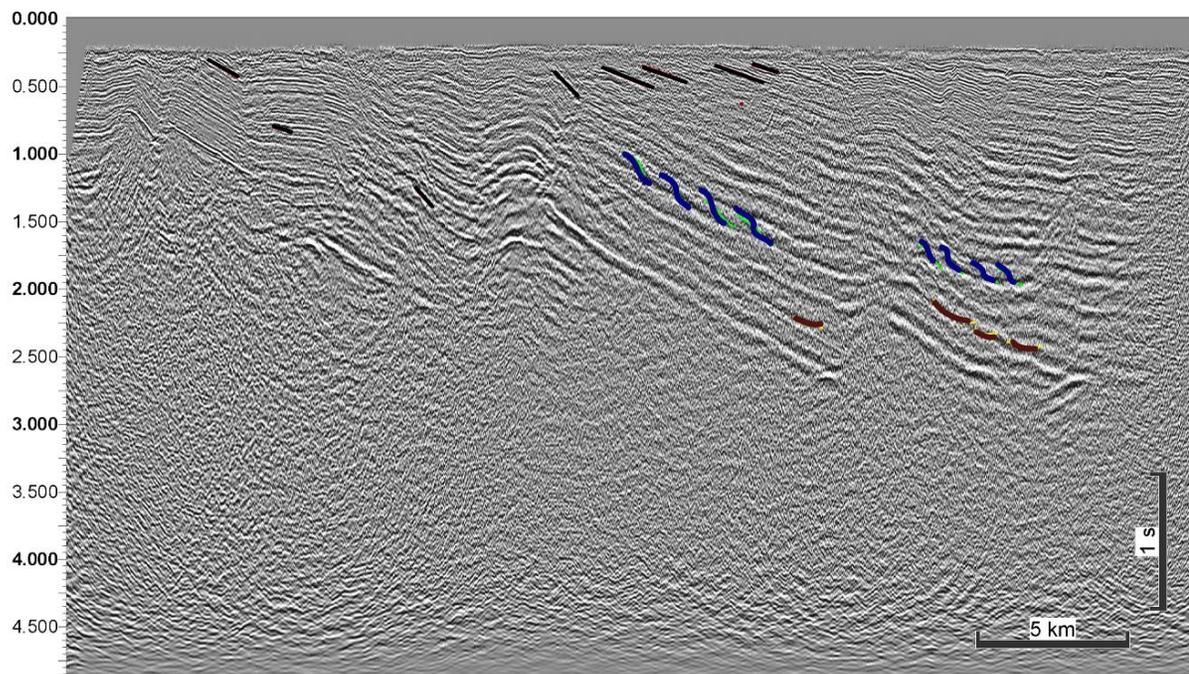


Figura 7: Linha sísmica 24 com algumas terminações de refletores mapeadas. Em preto, truncamentos; em azul downlaps; e em marrom alguns onlaps.

Nas seções *strike*, a identificação das terminações dos refletores (*downlap*, *onlap*, *toplap* e truncamentos) foi um pouco mais complicada. Os padrões dos refletores nesse sentido da bacia são principalmente paralelos, podendo-se reconhecer alguns truncamentos e concordâncias em geral com boa continuidade. A presença de zonas de falhas dificultou a demarcação das terminações em vários pontos. Por outro lado, nas seções *dip*, o reconhecimento das terminações dos refletores foi menos complicado. Os padrões de refletores mais comuns foram os paralelos e sub-paralelos, em geral com boa continuidade, os caóticos e livres de reflexão. A amplitude e a frequência dos refletores alternam entre alta e baixa.

UNIDADES SISMOESTRATIGRÁFICAS

Em uma linha sísmica, uma sucessão de terminações de refletores ao longo de uma superfície pode definir o limite de base ou de topo de uma unidade sismoestratigráfica – que pode constituir uma sequência sísmica ou parte dela. Desse modo e de acordo com as seções sísmicas,

foram definidas em sísmica cinco unidades sismoestratigráficas na área de estudo, denominadas da base para o topo de unidade pré-rifte (Pré-rifte), sequência rifte 1 (Rifte 1), sequência rifte 2 (Rifte 2), sequência rifte 3 (Rifte 3) e unidade pós-rifte (Pós-rifte).

Para fins de comparação e entendimento do modelo aqui adotado, construiu-se um diagrama composto pela carta cronoestratigráfica proposta por Costa *et al.* (2007) para a bacia de Tucano Sul e as superfícies sismoestratigráficas identificadas neste trabalho (Figura 8). Nesse diagrama, até certo ponto, as superfícies sismoestratigráficas não necessariamente possuem as mesmas idades das formações litoestratigráficas correlacionadas. Esse diagrama foi confeccionado apenas para representar a interpretação aqui desenvolvida.

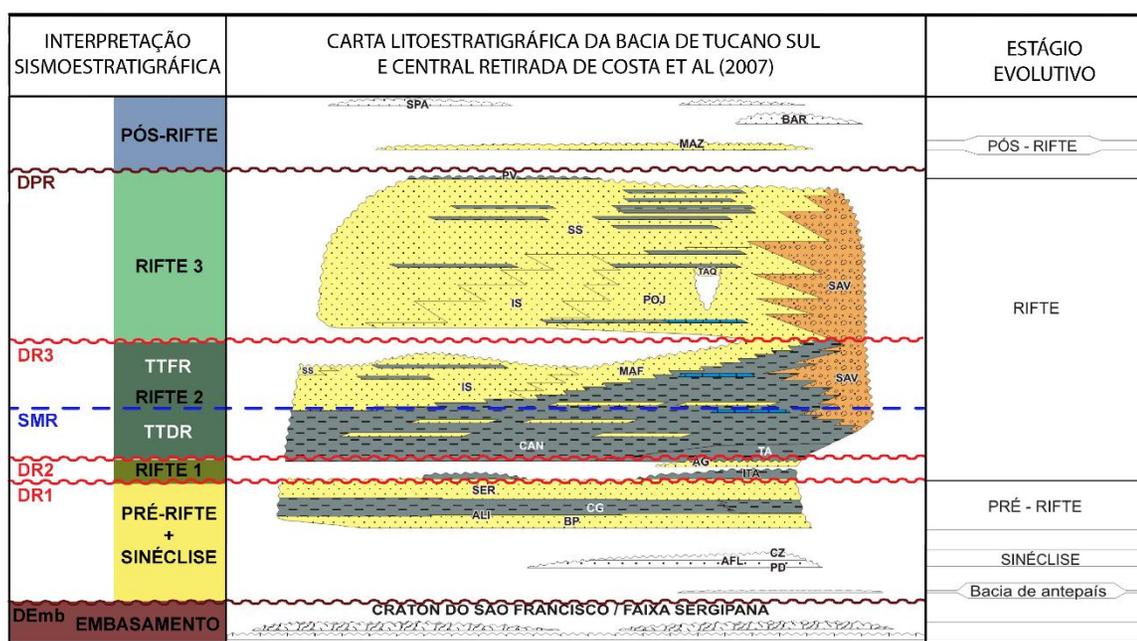


Figura 8: Diagrama representativo relacionando a interpretação estratigráfica desenvolvida para a bacia de Tucano Sul com a sucessão litoestratigráfica proposta por Costa *et al.* (2007) para a mesma.

Fases Sinéclises e Pré-rifte – Unidade Pré-rifte

A unidade sísmica Pré-rifte é limitada na base pela discordância do embasamento (DEmb) e no topo pela discordância rifte 1 ou discordância rifte 2 (DR1 ou DR2), a depender da preservação ou não da sequência Rifte 1. Em geral, nas linhas sísmicas, a DEmb foi mapeada pela diferença dos padrões de sismofácies de caótico para plano-paralelo do intervalo pré-rifte

(Figura 9). Os atributos sísmicos *pseudo-relief* e amplitude instantânea auxiliaram muito na identificação desse limite, acentuando as diferenças de impedância acústica dessas unidades. O limite superior (DR1 ou DR2) foi bem marcado por terminações principalmente do tipo *onlap* da unidade sobreposta.

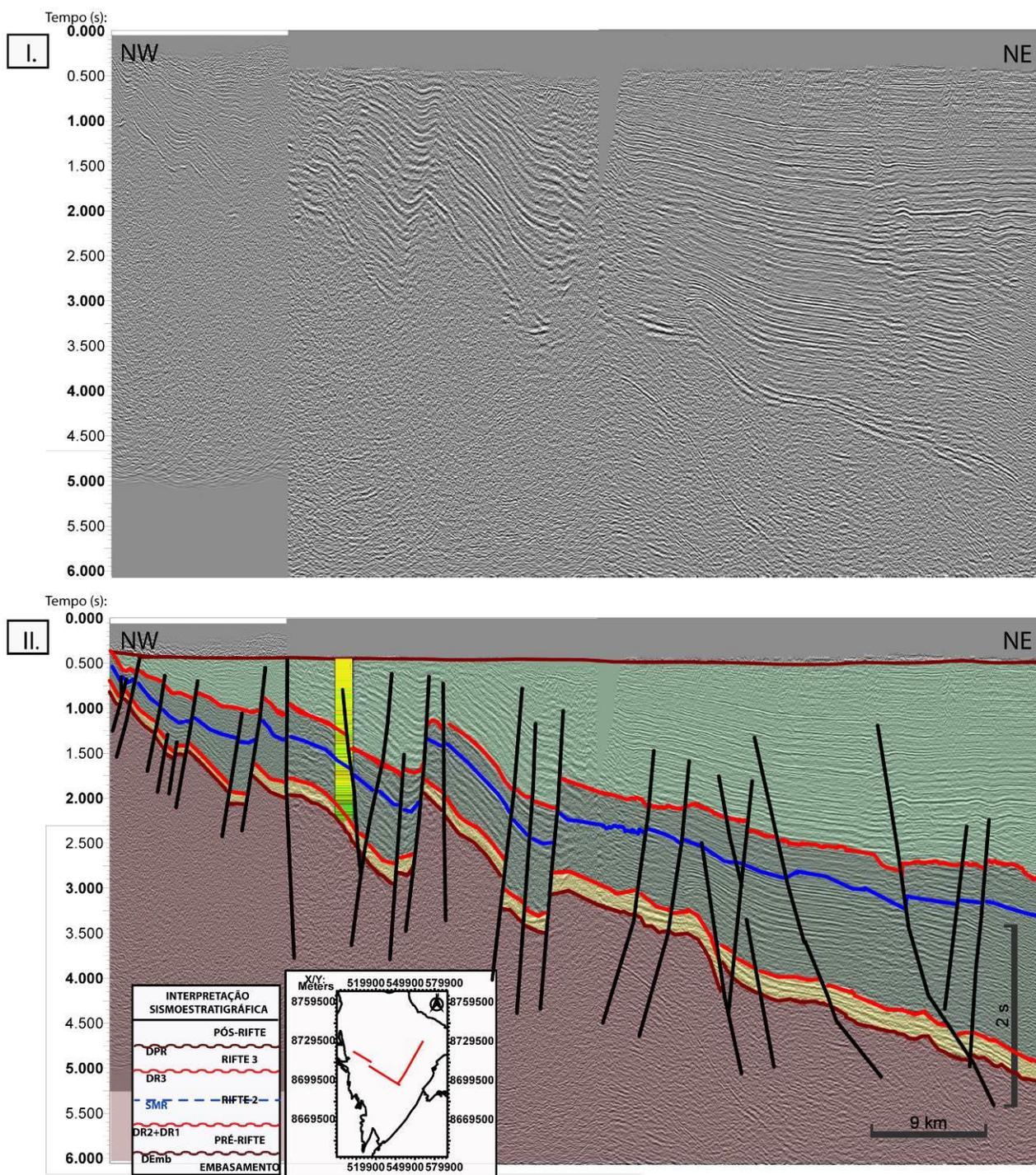


Figura 9: Seção sísmica composta orientada dip-strike: (I.) não interpretada; (II.) com as unidades sismoestratigráficas interpretadas. Pode-se vê o caráter plano-paralelo no padrão de refletores da unidade sísmica Pré-rifte sobreposta ao embasamento.

Com uma espessura sísmica aproximadamente constante, em geral essa sequência apresentou espessura sísmica em torno de 250 ms (milissegundos). De maneira dispersa, na

porção leste da bacia, ocorre um leve espessamento da unidade, percebido pelo mapa de isópacas da mesma (Figura 10). Internamente, essa unidade sísmica apresenta boa continuidade, um padrão geral de refletores paralelos e com reflexão sísmica pouco nítida.

Em verdade, segundo os dados de poços, essa unidade sísmica está relacionada aos depósitos permianos da fase sinéclise e aos depósitos da fase pré-rifte relacionados às formações Aliança e Sergi, todos reunidos na unidade sísmica genérica Pré-rifte. Além disso, a sequência sísmica seguinte (Rifte 1), litoestratigraficamente relacionada às formações Itaparica e Água Grande, devido a sua pequena espessura em Tucano Sul, muitas vezes menor que 100 metros, não apresentou resolução para ser mapeada em sísmica, estando sísmicamente inserida nessa unidade Pré-rifte. Sua definição foi feita através dos dados de poços e, conceitualmente, ela já compõe os estratos relacionados ao estágio rifte propriamente dito, segundo o modelo aqui adotado.

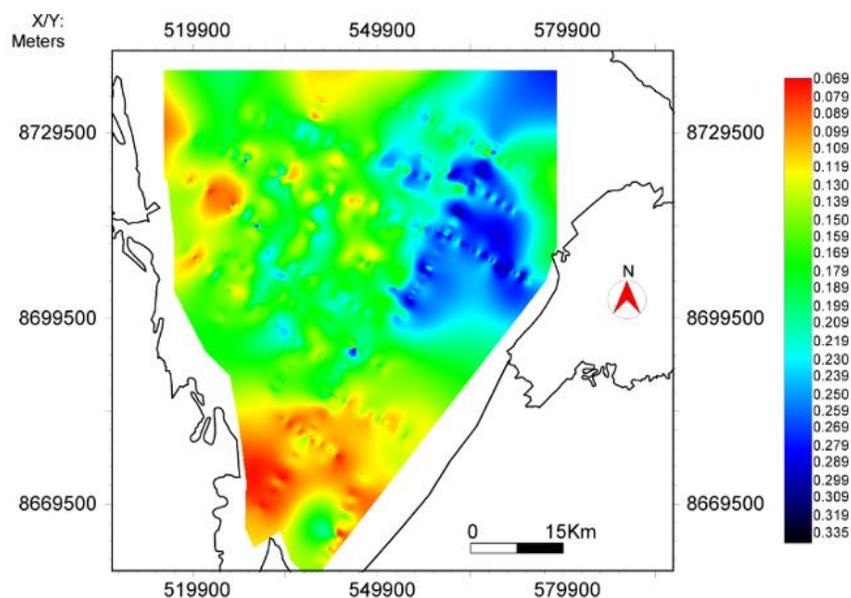


Figura 10: Mapa de espessura sísmica da unidade Pré-rifte indicando espessamento da unidade para leste.

Segundo Costa et al. (2007), os registros do Cretáceo Inferior (formações Itaparica e Água Grande) possuem distribuição restrita, estando vinculados quase que exclusivamente à porção sudeste de Tucano Sul, apesar de terem evidências de sua ocorrência na porção norte também. O poço 13, por exemplo, localizado na região oeste, não apresentou a ocorrência da sequência Rifte 1, colocando a Rifte 2 em contato direto com a unidade Pré-rifte (Figura 11). Dessa forma, mesmo

nos locais em que se preservou a sequência Rifte 1, a superfície DR1 encontra-se fundida sismicamente com a discordância DR2, devido à pouca resolução sísmica para imagear os refletores da Rifte 1.

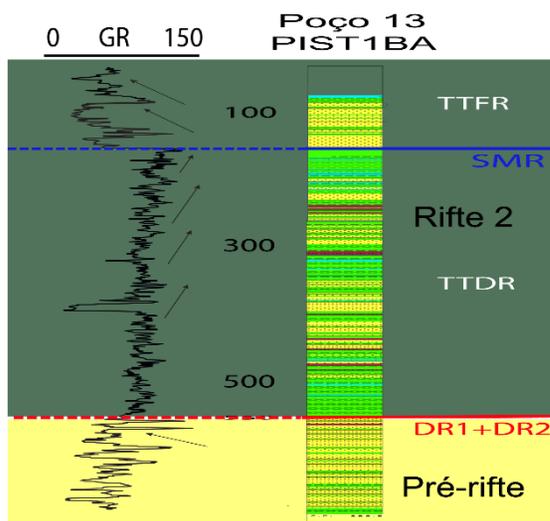


Figura 11: Interpretação do poço 13 (PIST 1 BA) localizado na região sudoeste da bacia de Tucano Sul, o qual não apresentou a ocorrência de depósitos da sequência Rifte 1, colocando Rifte 2 em contato direto com o embasamento.

Fase Rifte

O mapeamento sismoestratigráfico dessa região identificou 3 sequências ao longo da superssequência rifte a partir da identificação de suas respectivas discordâncias em sísmica, e com o auxílio dos dados de poços, em especial o perfil de Gama Ray e o perfil litológico construído a partir de amostras de calha. O nível de detalhe trazido com a interpretação dos dados de poços agregou maior confiabilidade na interpretação em sísmica das superfícies estratigráficas do modelo. A seção interpretada na figura 12 mostra que foram definidas então as sequências Rifte 1, Rifte 2 e Rifte 3 na área de estudos (Figura 12). Como será abordado adiante, a sequência Rifte 1 foi interpretada apenas nos dados de poços, não tendo resolução para ser vista em sísmica.

Próximo à borda falhada, várias linhas sísmicas mostraram a ocorrência de refletores sísmicos descontínuos com padrão inclinado e geometria externa em forma de cunha, conforme será visto no tópico de sismofácies. Este padrão ocorre ao longo do intervalo rifte e deve estar associado aos conglomerados típicos de falha de borda. No arcabouço sísmico ele começa a ser identificado do meio para o final da sequência Rifte 2 e na sequência Pós-rifte ele não ocorre mais.

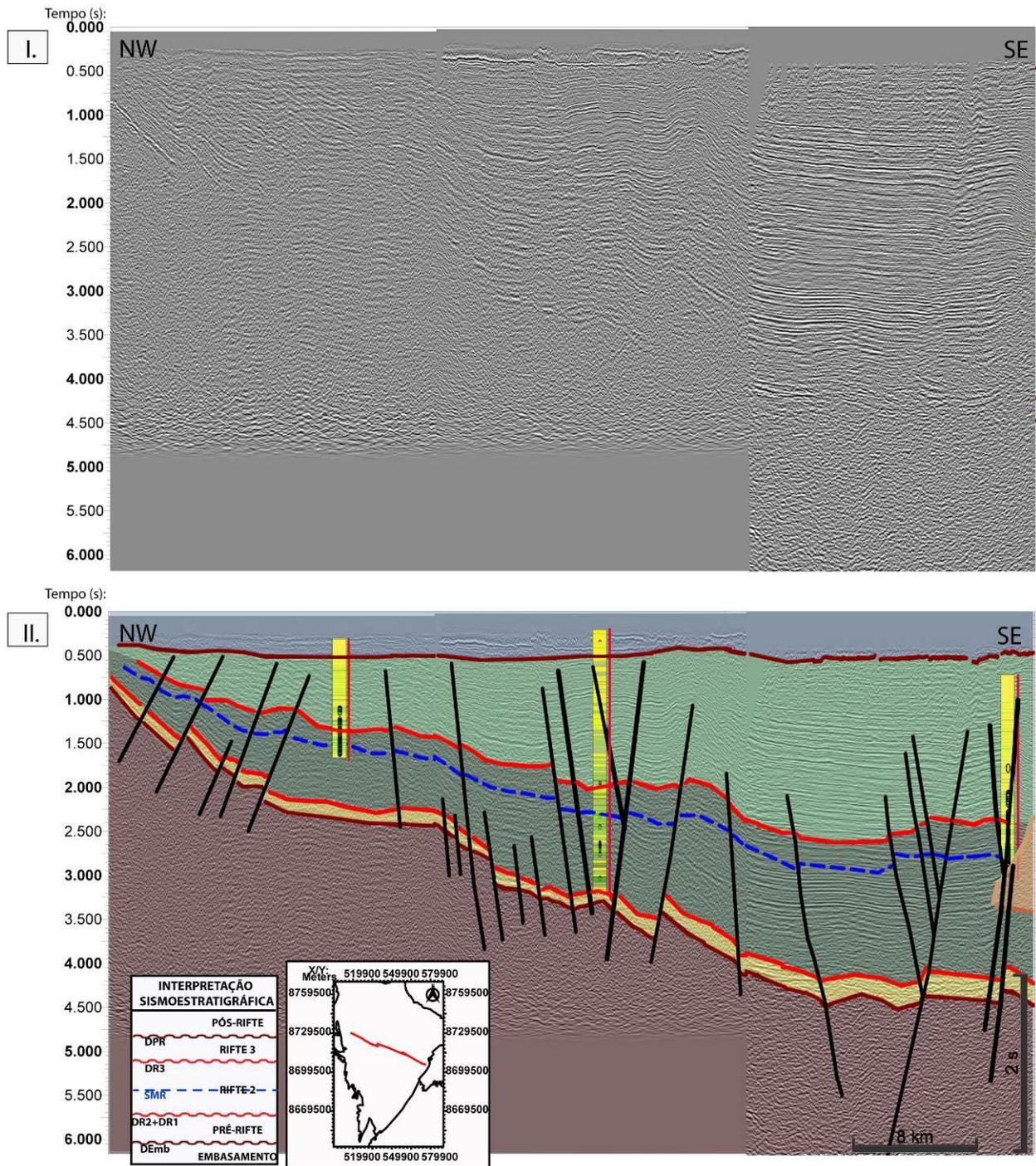


Figura 12: Seção sísmica composta dip: (I.) não interpretada; (II.) com as unidades sismoestratigráficas interpretadas. Em sísmica foi possível mapear apenas duas seqüências rifte (Rifte 2 e Rifte 3), bem como as unidades Pré-rifte e Pós-rifte.

Seqüência Rifte 1

a influência do estágio inicial de subsidência do rifte, com mudanças nos sentidos das paleo-correntes em tais depósitos e espessamento nos depocentros.

Esta sequência sísmica é a que apresenta a menor expressividade em termos de espessura na área de estudo. Ela teria sido formada durante os primeiros pulsos tectônicos, em contexto de taxas de extensão ainda relativamente baixas, com falhas de pequenos rejeitos e pouca criação de espaço. É composta pelo Trato Tectônico de Início de Rifte, caracterizado pelo contexto de progradação de sistemas flúvio-eólicos e lacustres restritos.

Sequência Rifte 2

A sequência Rifte 2 é limitada na base pela discordância rifte 2 (DR2 ou discordância de início de desenvolvimento de rifte - DIDR) e no topo pela discordância rifte 3 (DR3). Em sísmica, a DR2 foi marcada por *onlap* basais principalmente. A DR3 foi mapeada a partir de alguns truncamentos erosivos e onlaps sobrepostos interpretados nas seções sísmica, e teve o auxílio dos padrões de sismofácies presentes nas unidades em questão. Internamente, ela se caracteriza por um padrão de refletores geralmente contínuos, paralelos a sub-paralelos, melhor marcados mais próximo ao depocentro da bacia, e também por refletores apagados ou “borrados”. A espessura sísmica dessa unidade varia muito ao longo da bacia, de 250 ms na margem flexural até 1200 ms (até aproximadamente 2400 metros) junto à borda falhada (Figura 14). Essa é uma característica importante dessa unidade, que apresenta espessamento marcante em direção às falhas principais, com um padrão divergente bem acentuado, associado a seu estágio tectônico de formação – pleno desenvolvimento do rifte.

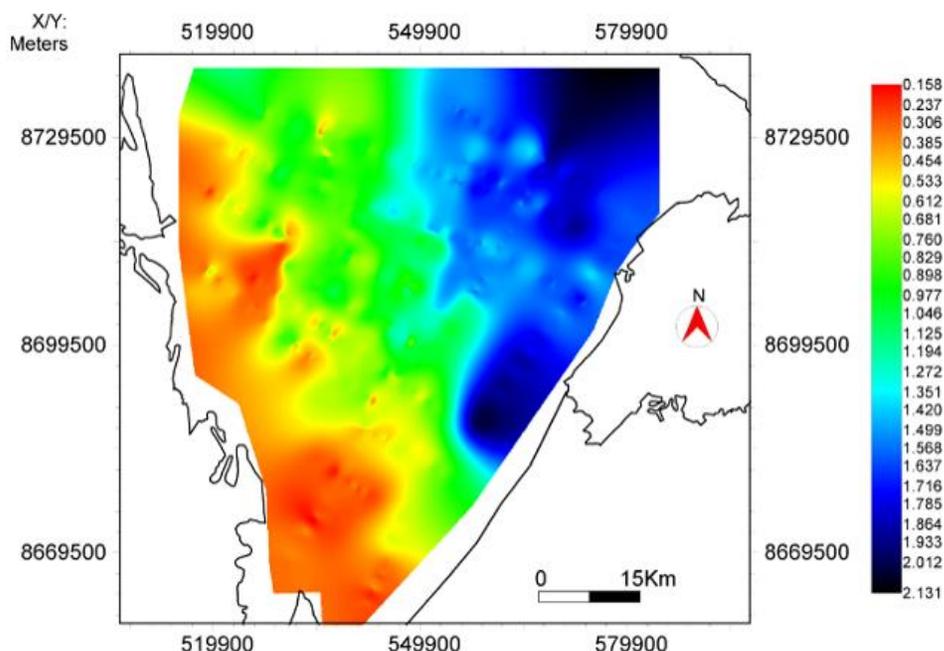


Figura 14: Mapa de espessura sísmica da sequência Rifte 2 indicando espessamento da unidade para nordeste.

Conforme indicado em vários poços, essa unidade reúne depósitos relacionados às formações Candeias e Marfim. Internamente à Rifte 2, uma superfície de *downlaps* mergulhando geralmente para sudeste foi identificada em algumas seções sísmicas *dip* nesta unidade. Essa superfície de *downlaps* foi interpretada como a superfície de máximo rifteamento (SMR2) da Rifte 2, indicando o momento de passagem do estágio de máxima criação de espaço nessa sequência, com retrogradação do sistema lacustre, para o estágio seguinte de menor criação de espaço, com progradação dos deltas para dentro do lago. Essa superfície de máximo rifteamento segmenta a sequência Rifte 2 nos tratos tectônicos de desenvolvimento (TTDR) e final de rifte (TTFR).

A análise dos poços auxiliou, em algumas regiões, o posicionamento da SMR2 a partir da análise dos padrões de raios gama. Apesar de ser apenas uma estimativa, ela foi útil nas regiões onde os *downlaps* encontrados em sísmica não eram evidentes em razão das baixas amplitudes e resoluções sísmicas. No poço 8, por exemplo, foi possível interpretar o TTDR e TTFR da sequência Rifte 2, a partir do posicionamento da SMR2 segundo o padrão de RG (Figura 15). As curvas de raios gama tem inicialmente padrões agradacionais seguidos por padrões cada vez mais retrogradacionais que marcam o estágio de muita criação de espaço. Essa tendência muda para

regimes cada vez mais progradação com o amadurecimento do pulso tectônico. Na passagem de um regime para o outro se forma uma SMR.

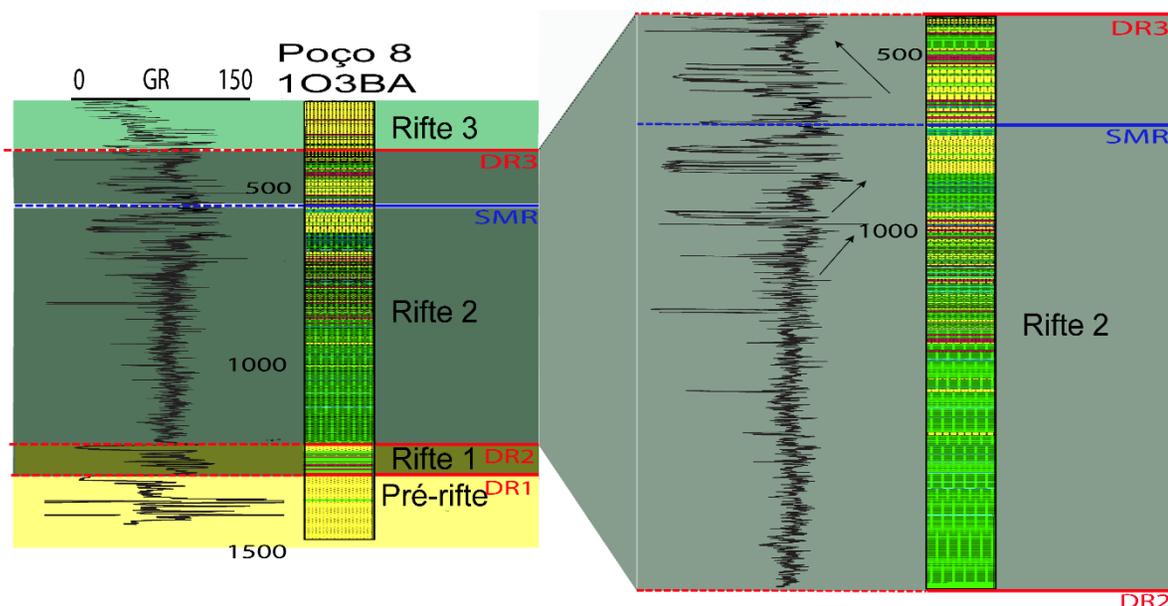


Figura 15: Interpretação do poço 8 (1 O3 BA) localizado na região sul da bacia de Tucano Sul. Destaque para a sequência Rifte 2 que registra uma mudança no regime deposicional de retrogradação (TTDR) para progradação (TTFR) marcando a superfície de máximo rifteamento (SMR).

Sequência Rifte 3

Sobreposta à Rifte 2, a sequência Rifte 3 é limitada na base pela discordância rifte 3 (DR3) e no topo pela discordância pós-rifte (DPR). A DR3 foi mapeada principalmente por *onlaps* e *downlaps* basais e alguns truncamentos, mais comuns próximo à margem flexural da bacia. Já a DPR foi identificada a partir do mapeamento de truncamentos evidentes, onde é possível ver a diferença angular entre os refletores inclinados do final da seção rifte truncados pelos refletores horizontalizados da fase subsequente Pós-rifte. Com relação ao padrão interno dos refletores, a sequência Rifte 3 se caracteriza por um padrão de refletores eminentemente contínuos, paralelos a sub-paralelos, bem marcados e com amplitude e frequência características. De maneira subordinada, ocorre também o padrão sísmico de refletores sem reflexão, ou com reflexões apagadas. Conforme a figura 16, a espessura sísmica dessa sequência também é variável ao longo da bacia. Na borda flexural, a oeste da bacia, ela é mais fina, medindo até 150

ms em alguns pontos. E na borda falhada sua espessura pode alcançar até 1500 ms (aproximadamente 3000 metros).

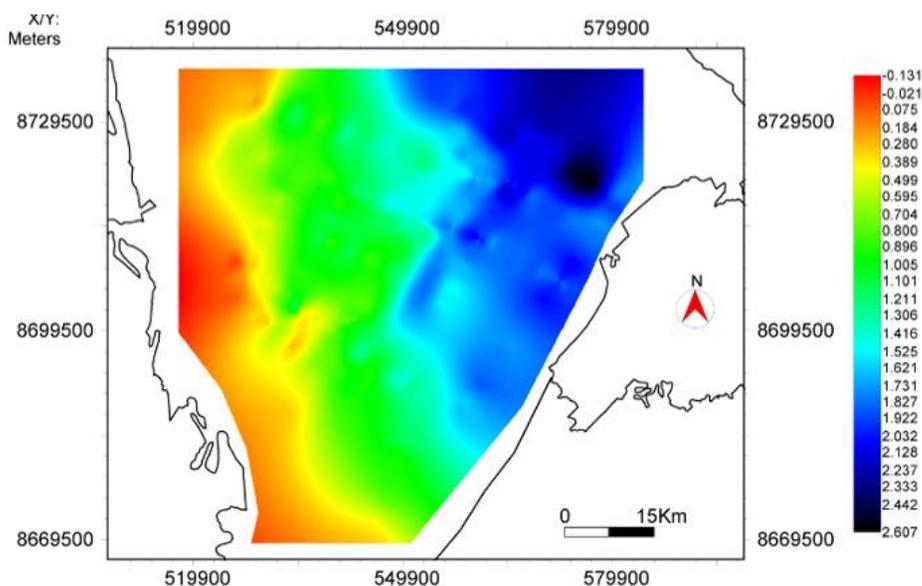


Figura 16: Mapa de espessura sísmica da sequência Rifte 3 indicando espessamento da unidade para nordeste.

Segundo os dados de poços, essa sequência sísmica reúne depósitos do estágio final do rifteamento, associados principalmente às formações litoestratigráficas Pojuca e São Sebastião. Em poço, nota-se uma evidência de diminuição da argilosidade das rochas em direção ao topo (Figura 17). Contudo, em sísmica não foi possível identificar com clareza sucessivos *downlaps* que pudessem indicar a posição da superfície de máximo rifteamento da sequência Rifte 3.

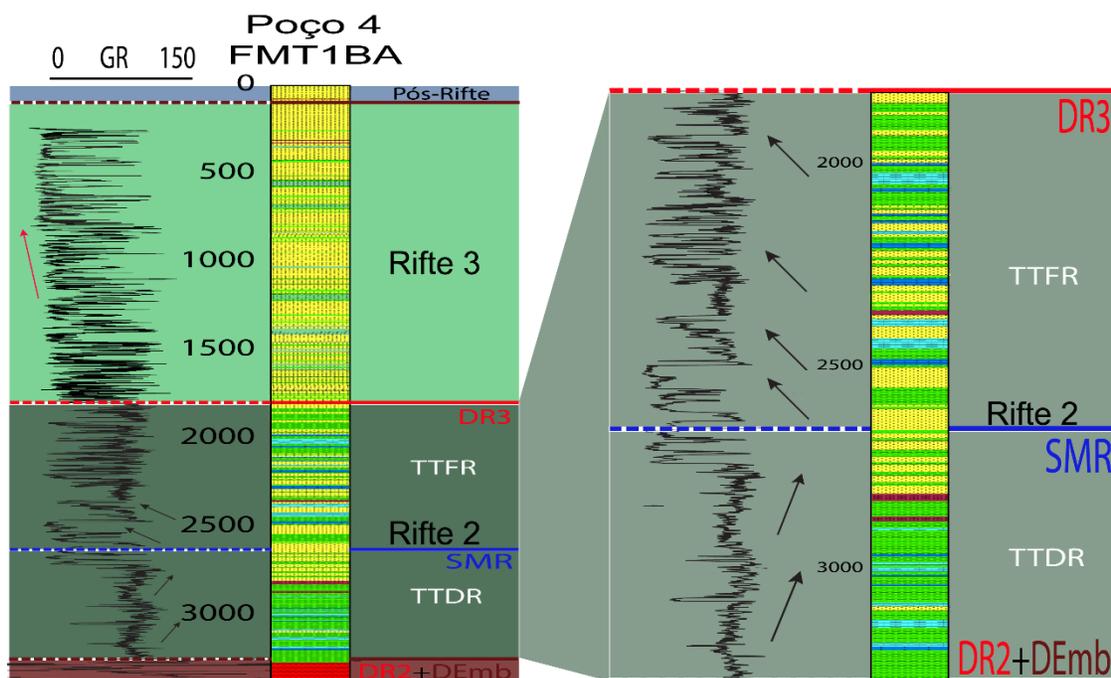


Figura 17: Interpretação do poço 4 (1 FMT 1 BA) localizado na região sudeste da bacia de Tucano Sul. Na sequência Rifting 3, a seta em vermelho indica diminuição da argilosidade para o topo no perfil Gama Ray. A sequência Rifting 2 registra a superfície de máximo rifteamento, marcada pela passagem do regime retrogradacional (TTDR) para progradacional (TTFR).

Além disso, internamente a essa sequência, é possível ver em algumas linhas sísmicas uma mudança importante no padrão de refletores. Na base prevalecem refletores bem marcados pelo maior contraste de impedância acústica entre eles e no topo os refletores estão pouco nítidos. Esse fato deve estar associado ao ambiente deposicional de formação desses dois intervalos. Na base são os depósitos deltaicos/lacustres da formação Pojuca com intercalação de folhelhos e arenitos - do pró-delta/planície lacustre e da frente deltaica, respectivamente - com maior contraste de impedância acústica. No topo prevalecem os arenitos fluvi-eólicos da formação São Sebastião, com um ciclo mais monótono de impedância das rochas.

Fase Pós-Rifte

Por fim, foi definida a base da unidade Pós-rifte, marcada pelos *onlaps* discordantes do estágio Pós-rifte, depositados na flexura terminal pós-rifteamento. A caracterização do seu padrão de refletores foi dificultada na maioria das linhas sísmicas estudadas por conta da cobertura das imagens, que cobrem muitas vezes apenas suas porções mais basais. Contudo, em geral, são refletores plano-paralelos claramente horizontalizados.

SISMOFÁCIES

De acordo com a figura 18, foram caracterizadas e definidas cinco sismofácies, denominadas SF1 à SF5. Mais uma vez, a orientação da linha sísmica em relação à deposição de sedimentos foi crucial na definição das fácies sísmicas, sendo mais fácil identificá-las no sentido da deposição (*dip*) do que em sentido perpendicular.

A sismofácies SF1 apresenta uma configuração de refletores paralela a sub-paralela, predominantemente contínua, frequência baixa e amplitude geralmente baixa. Esta sismofácies ocorre em vários setores da área de estudo, mas considerando todas as características dos seus refletores como o espaçamento entre eles, angularidade, nota-se que na sequência Pré-rifte, depositada em contato com o embasamento, ocorre bastante essa sismofácies. Essa fácies sísmica foi interpretada como intercalação de arenitos flúvio-eólicos e folhelhos lacustres, interpretação corroborada pelo Poço 1 que cruza a linha sísmica 14, o qual alcança o embasamento, passando antes pelo intervalo pré-rifte.

A sismofácies SF2 é caracterizada por um padrão de refletores com configuração paralela a sub-paralela, com continuidade que varia de descontínua a contínua, predominando a contínua, com amplitude e frequência altas. Sua ocorrência foi associada a presença de folhelhos de lago profundo com lentes de arenitos de fluxos gravitacionais. Sua distribuição nas linhas sísmicas está especialmente associada aos depocentros da bacia, sendo reconhecida principalmente na sequência Rifte 2. Além disso, foi possível correlacionar essa fácies sísmica às informações contidas no perfil litológico de alguns poços, como o poço 10, que alcança o depocentro da bacia, pegando parte dessa sismofácies.

A sismofácies SF3 tem uma configuração de refletores eminentemente contínuos (perdendo continuidade em zonas falhadas e fraturadas), paralelos, com geometria tabular, frequência baixa e amplitude alta. Com o auxílio dos dados de alguns poços (Poço 5, por exemplo) que cortam essa fácies sísmica, ela foi interpretada como uma intercalação de arenitos e folhelhos flúvio-deltaicos-lacustres. É importante frisar que essa sismofácies foi reconhecida principalmente na sequência Rifte 3, e de maneira subordinada no topo da sequência Rifte 2.

Na sismofácies SF4, o padrão dos refletores é a total ausência de padrão entre eles, com geometria caótica, ausência de continuidade e frequência e amplitudes baixas. Essa sismofácies foi associada ao embasamento cristalino da bacia. Foi possível correlacionar essa sismofácies com dados indiretos de rocha obtidos no perfil composto do Poço 10 que alcança o embasamento.

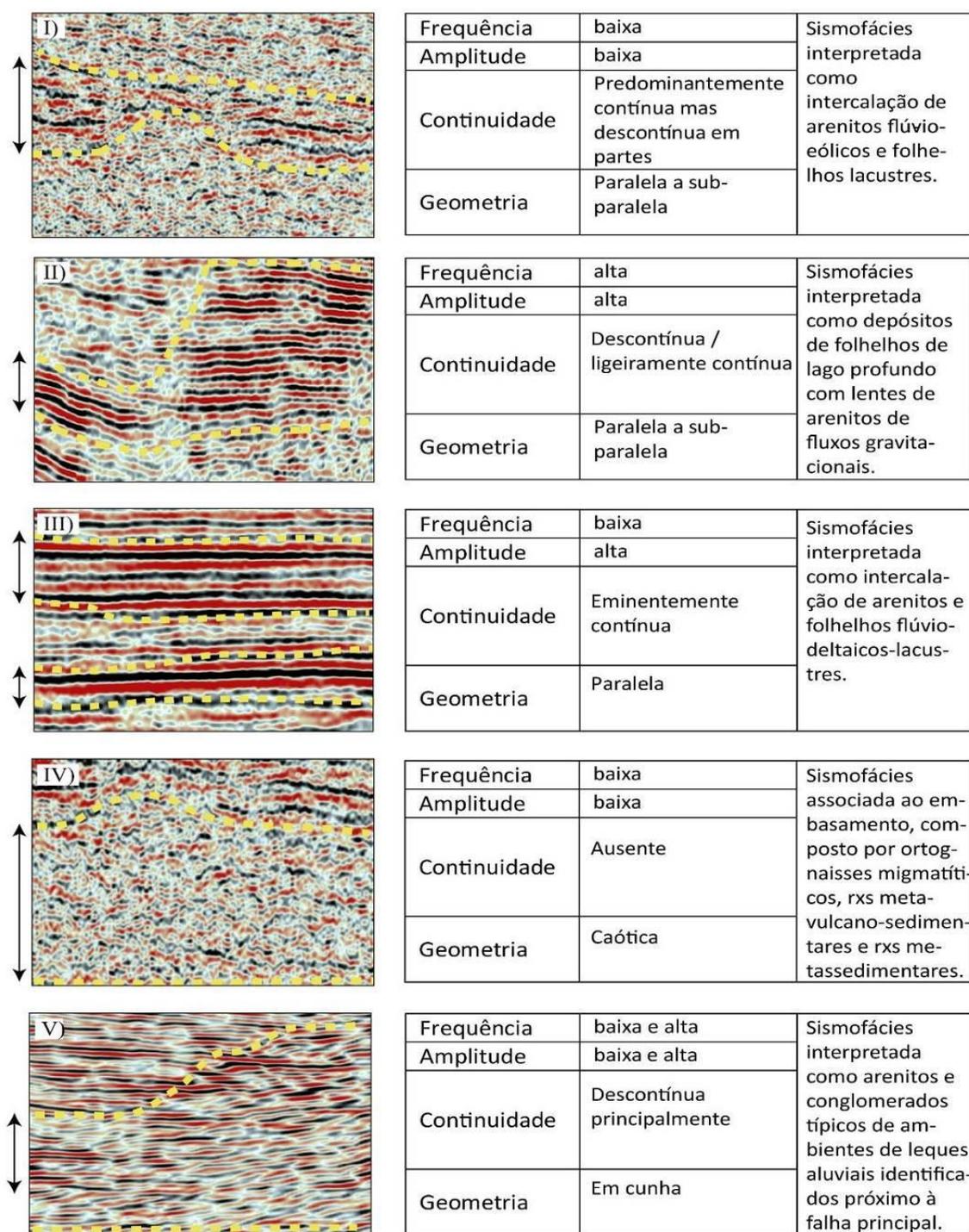


Figura 18: Principais sismofácies identificadas nas linhas sísmicas. I) Sismofácies SF1. II) Sismofácies SF2. III) Sismofácies SF3. IV) Sismofácies SF4. V) Sismofácies SF5

É preciso sinalizar para um fato importante: eventualmente na sismofácies SF4 é possível ver o que parecem ser refletos mais ou menos planos, indicando suposto acamamento de estratos.

Além disso, em alguns pontos da bacia, foram identificadas regiões com refletores plano-paralelos bem marcados e mesmo assim associados ao embasamento. Esse fato foi atribuído à existência de rochas metavulcano-sedimentares do *greenstone belt* do Rio Itapicuru, metassedimentos da cobertura cratônica Estância ou rochas sedimentares da Bacia Palmares, todas componentes do embasamento da bacia de Tucano Sul (SILVA *et al.*, 2007) e que podem ter refletido um eventual acamadamento visto na sísmica.

A sismofácies SF5 tem uma configuração de refletores característica, com geometria em formato de cunha, com refletores com frequência e amplitude alternando entre baixa e alta, com pouca ou nenhuma continuidade e com certa inclinação em relação à horizontal. Sua distribuição é restrita às linhas sísmicas que cortam a falha principal da bacia na região nordeste. Certamente esse fato culminou na interpretação dada a essa sismofácies: ela foi relacionada à ocorrência de arenitos e conglomerados formados em ambientes de leques aluviais, típicos da falha de borda de bacias rifte.

Nas figuras 19 e 20, as seções compostas interpretadas permitem estimar a distribuição das cinco sismofácies caracterizadas na área de estudos.

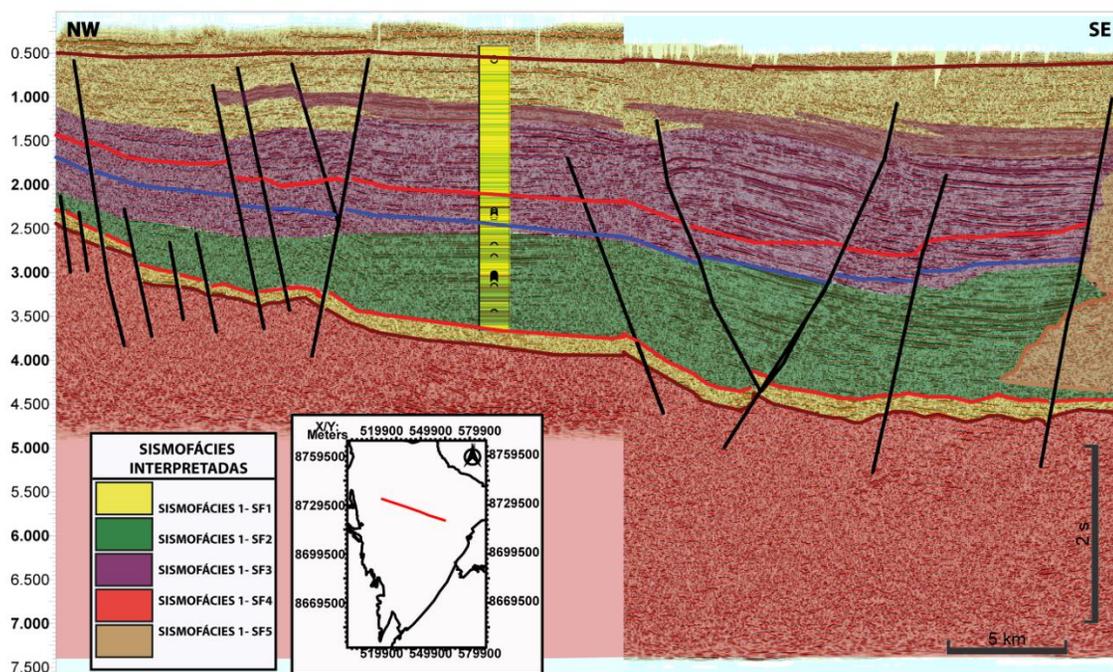


Figura 19: Seção composta orientada no trend deposicional (NW-SE) com sismofácies interpretadas.

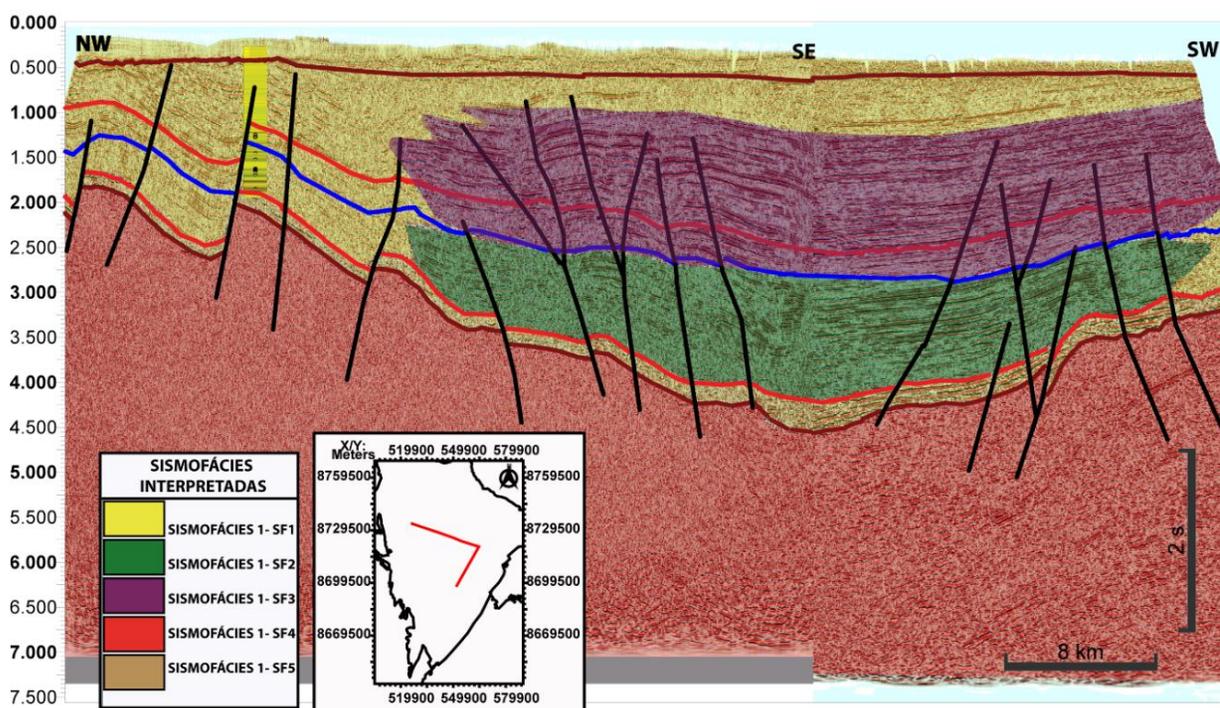


Figura 20: Seção composta orientada NW-SE-SW com sismofácies interpretadas.

DISCUSSÕES

Com o arcabouço estratigráfico de Tucano Sul analisado foi possível estabelecer um paralelo com a bacia de Recôncavo.

Com relação à quantidade de sequências sismoestratigráficas interpretadas em ambas bacias, na bacia do Recôncavo, Vilas Boas (2016) identificou quatro sequências sin-rifte (Figura 21). Vale ressaltar que ele estudou a parte centro-sul dessa bacia e, obviamente, em algumas seções ele não identificou todas as quatro sequências preservadas. Em Tucano Sul foram identificadas três sequências para esse mesmo intervalo. Apesar de serem bacias distintas com evoluções diacrônicas individuais, é interessante perceber que duas bacias irmãs, coetâneas, vizinhas, formadas em um mesmo evento tectônico, tenham um arcabouço e uma assinatura estratigráfica tão distintas.

Conforme visto em dados de poços e na bibliografia, Tucano Sul teve um assoreamento muito mais rápido do que o Recôncavo. No Recôncavo, após a formação do Lago Candeias, a criação de espaço subsequente foi tal que a espessura de lâmina d'água gerada possibilitou a formação do lago Maracangalha na sequência Rifte 3 do Recôncavo (Figura 21). Em Tucano Sul não ficou preservada a sequência que teria os depósitos do "lago" Maracangalha.

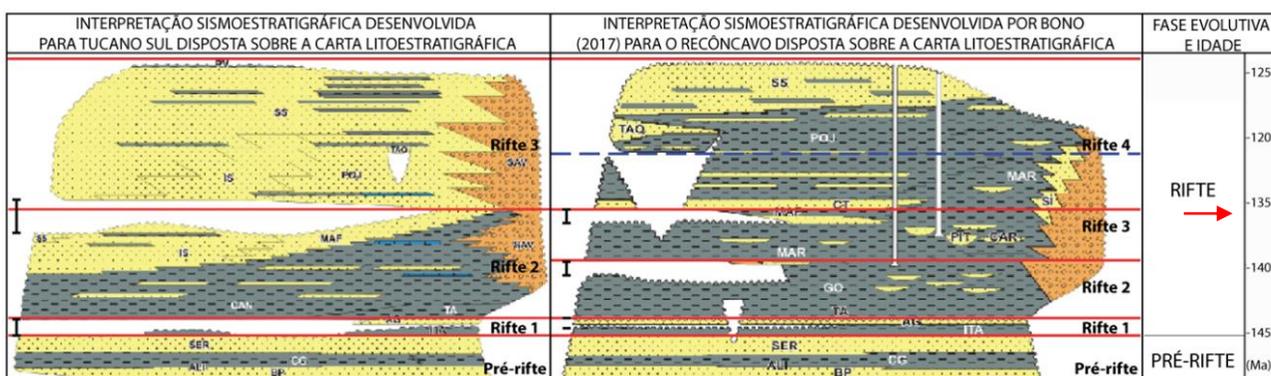


Figura 21: Diagrama relacionando a interpretação estratigráfica aqui desenvolvida para Tucano Sul com a desenvolvida por Vilas Boas (2016) para a bacia do Recôncavo sobre a sucessão litoestratigráfica proposta por Costa et al. (2007) e Silva (2007) respectivamente.

A sequência Rifte 3 de Tucano Sul tem na sua base a discordância DR3. Esta superfície é reconhecida não apenas no rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá, mas também na margem continental entre as bacias do Espírito Santo e Sergipe-Alagoas (Bueno, 2004). No Recôncavo ela marca a base da sequência Rifte 4. Ela teria sido formada no evento tectônico de *breakup*, há 134 Ma aproximadamente. Esse evento marcou o encerramento da fase rifte mais a sul, no segmento entre o norte da Bacia de Pelotas e o sul da Bacia de Santos, bem como a propagação para norte do sistema de riftes da margem leste. Assim, foi um evento de magnitude regional que teria provocado a omissão desse intervalo em Tucano, bem como de seções correlatas nas bacias do Espírito Santo, Cumuruxatiba, Almada, Camamu e Sergipe-Alagoas.

Comparando o empilhamento litoestratigráfico da seção rifte de ambas as bacias, vê-se que a bacia do Recôncavo tem mais discordâncias, mais interrupções no seu empilhamento. Ela está mais próxima do centro de ruptura da crosta, apresenta maior divergência dos estratos e, portanto, uma maior sensibilidade à rotação dos meios-grábens durante o seu desenvolvimento, o que expunha seus depósitos à erosão.

A figura 22 mostra um esquema simplificado construído para representar como pode ter acontecido esse evento que omitiu os depósitos da formação Maracangalha em Tucano e em outras bacias da margem continental brasileira (Figura 22). O evento de *breakup* foi relacionado por Bueno (2004) ao tectonismo que promoveu contemporaneamente a implantação de crosta oceânica no segmento compreendido entre as bacias de Santos e Pelotas. A esta época aproximadamente, a margem flexural do rifte Recôncavo-Tucano Jatobá começava a adquirir

estabilidade tectônica, marcando o encerramento da fase de expansão dessas bacias em função do deslocamento para leste, dos esforços relacionados à abertura do Atlântico Sul (Bueno, 2004).

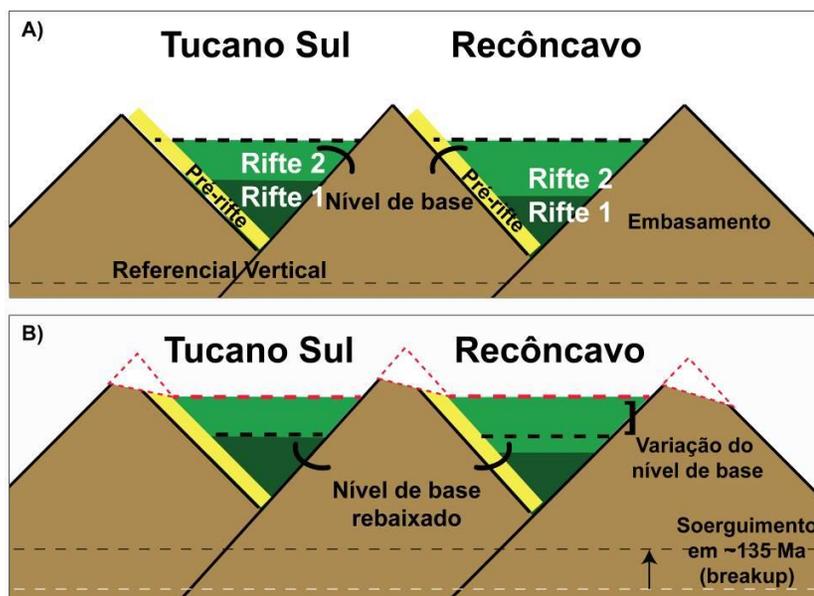


Figura 22: Esquema simplificado ilustrando a descida do nível de base (de A para B) em 134 Ma, que promoveu erosão significativa em Tucano Sul e Recôncavo.

Segundo Bueno (2004), a implantação de crosta oceânica à sul provocou parada na subsidência mecânica, soerguimento na plataforma continental brasileira em 134 milhões de anos (Figura 23), descida do nível de base e exposição à erosão de grandes áreas continentais, resultando nessa importante erosão em Tucano e em bacias adjacentes.

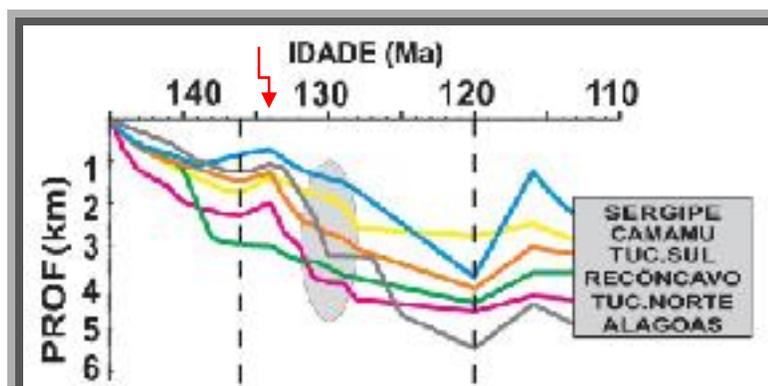


Figura 23: Curvas de subsidência de algumas bacias sedimentares do nordeste. Destaque dado ao evento de 134 Ma marcando o soerguimento resultante do evento de breakup. Modificado de Bueno (2004).

Sobre o modelo estratigráfico de seqüências adotado para caracterizar Tucano Sul, levantou-se uma questão sobre onde posicionar a SMR da seqüência Rifte 3, não identificada na sísmica. Sendo a Rifte 3 uma seqüência eminentemente arenosa surge a dificuldade de identificar uma mudança de regime deposicional preconizada pelo modelo. Além disso, essa ausência de uma seção pelítica clássica na base da seqüência marcando o TTDR não vai de encontro com o modelo utilizado. Como o próprio nome já diz, trata-se de um modelo apenas, um plano norteador de como interpretar o empilhamento sedimentar de um rifte, e não uma formula exata de como descrever as coisas.

Pode até ser que esse modelo não explique satisfatoriamente a evolução tectono-sedimentar de Tucano Sul. Mas o fato de não ser possível identificar a SMR3 em sísmica não significa que ela não esteja lá necessariamente. Na base da Rifte 3 são registrados ciclos flúvio-deltaicos-lacustres, então existia muito espaço disponível para acomodar. Acima, ocorrem ciclos flúvio-eólico indicando uma tendência cada vez mais progracional para o topo. O equivalente distal dos deltas mais arenosos basais da Rifte 3 no Recôncavo são pelitos de lagos mais profundos e do pró-delta. O *trend* de sedimentação dessas bacias foi o mesmo, sendo Tucano Sul mais proximal, mais próximo da área fonte, e Recôncavo mais distal e mais profundo regionalmente, conforme indicado pelas seções geológicas de ambas as bacias (e.g. Costa *et al.* 2007, Silva *et al.* 2007).

Em verdade, os modelos em geral não conseguem representar exatamente como as coisas acontecem de fato na natureza. Eles levam em conta simplificações importantes, que não ocorrem na natureza, justamente para facilitar a aplicação e o entendimento. Na área de estudo, só a tectônica não poderia explicar a diferença na assinatura estratigráfica existente entre Tucano Sul e Recôncavo. É preciso considerar toda a interação existente no tripé tectônica, clima e aporte, que deve ter sido diferente em cada contexto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O arcabouço sismoestratigráfico de Tucano Sul foi caracterizado pela formação e preservação de três seqüências sismoestratigráficas de segunda ordem no intervalo rifte. A seqüência Rifte 1 caracterizada apenas através dos dados dos poços, pois sua pouca espessura implicou numa baixa resolução sísmica. Ela é composta pelo Trato Tectônico de Início de Rifte que registra o estágio inicial de flexura da crosta, com pouca criação de espaço de acomodação e

progradação de sistemas flúvio-lacustres. A sequência Rifte 2 registra o estágio seguinte do rifteamento, com criação crescente de espaço e expansão do sistema lacustre. Este é o Trato Tectônico de Desenvolvimento de Rifte. A sequência Rifte 2 é encerrada pelo Trato Tectônico de Final de Rifte que marca a progradação dos deltas para dentro do lago devido à diminuição na criação de espaço face à aquiescência tectônica. Essa passagem do TTDR para o TTFR é marcada pela SMR identificada em sísmica por *downlaps* sucessivos. Na sequência Rifte 3, por sua vez, não foi possível caracterizar em sísmicas uma superfície nítida que indicasse uma mudança clara de regime deposicional dentro da sequência. Percebe-se nos dados de poços, contudo, uma diminuição da argilosidade para o topo do empilhamento representando uma tendência progradação geral dos sistemas com depósitos flúvio-deltaico-lacustres basais e flúvio-eólico para o topo. Esse ponto exaltou o fato de que todo modelo funciona como um norteador na explicação de uma realidade que é mais complexa e multi-facetada.

Interna à sequência Rifte 3 identificou-se uma mudança de sismofácies perceptível, com refletores com alto contraste de impedâncias acústica na base para refletores apagados provavelmente associada ao ambiente de formação desses intervalos.

Abaixo da sequência Rifte 1 foi definida a unidade sísmica Pré-rifte composta pelos refletores associados à fase sinéclise e à seção jurássica que antecede a subsidência do rifte. Acima da sequência Rifte 3 restou definida a unidade sísmica Pós-Rifte que reúne o intervalo associado à flexura terminal pós-rifte.

Quanto às sismofácies, foram definidas as sismofácies SF1 a SF5, cada qual com seus parâmetros de frequência, amplitude, geometria interna e externa, configuração de refletores característicos.

A sismoestratigrafia correlativa entre a bacia de Tucano Sul e a bacia do Recôncavo mostrou primeiramente uma diferença no arcabouço sismoestratigráfico de ambas. Tucano Sul com uma seção pelítica mais delgada, restrita aos estágios iniciais do rifteamento e Recôncavo com aspecto mais distal composta por uma seção pelítica espessa.

Em termos de modelo estratigráfico de sequências, a bacia do Recôncavo preservou quatro sequências sismoestratigráficas no estágio rifte, conforme identificado por Vilas Boas (2016). Seria uma sequência a mais do que em Tucano Sul, o que é natural, pois trata-se de duas bacias distintas com evoluções diacrônicas individuais. O evento tectônico responsável pela exposição de grandes áreas em Tucano Sul, descida do nível de base e omissão de seções

importantes na bacia teve expressão regional e é atribuído pelos estudiosos como o evento que marcou o encerramento da fase rifte no segmento entre as bacias de Santos e Pelotas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Agência Nacional do Petróleo (ANP - Rio de Janeiro) pelo fornecimento de dados geológicos, e ao CNPq (Conselho Nacional de Pesquisas) pela outorga de bolsa de mestrado para N.L.Gaspato e pelo apoio à pesquisa (PQ 304657 / 15-8) para M. Holz; bem como ao Grupo de Estratigrafia Teórica e Aplicada da UFBA pelo suporte técnico-científico e pelo apoio logístico e material no desenvolvimento desse trabalho de pesquisa.

REFERÊNCIAS

BUENO, G. V. **Diacronismo de eventos no rifte Sul Atlântico**. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 203-229, 2004.

CATUNEANU, O. **Principles of Sequence Stratigraphy** Elsevier, 106 p, 2006.

COSTA, I P.; MILHOMEM, P. S.; BUENO, G. V.; Silva, H. S. R. L.; KOSIN, M. D. **Sub-bacia de Tucano Sul e Central**, Boletim de Geociências, 15(2): p. 433-443, 2007.

LAMBIASE, J. J. **A model for tectonic control of lacustrine stratigraphic sequences in continental rift basins**. In: KATZ, B. J. (Ed.). Lacustrine basin exploration: case studies and modern analogs. Tulsa: The American Association of Petroleum Geologists, p. 265- 276, 1990. (AAPG. Special Publication, 50).

MAGNAVITA, L. P.; DESTRO, N.; CARVALHO, M. S. S. DE; MILHOMEM, P. DA S.; SOUZA-LIMA, W. **Bacias sedimentares brasileiras: Bacia de Tucano**. Aracajú: Fundação Paleontológica Phoenix, 2003. (Série Bacias Sedimentares, n. 52).

GAWTHORPE, R.L. & LEEDER, M.R. **Tectono-sedimentary evolution of active extensional basins**. Basin Research, 12, p. 195-218, 2000.

HOLZ, M., TROCCOLI, E.B. & VIEIRA, M. **Sequence stratigraphy of continental rift basins ii: An example from the brazilian cretaceous recôncavo basin.** In: STRATI 2013, Springer, p. 15-18, 2014.

HOLZ, M., VILAS-BOAS, D.B., TROCCOLI, E.B., SANTANA, V.C. & VIDIGALSOUZA, P.A. **Conceptual Models for Sequence Stratigraphy of Continental Rift Successions.** In: Stratigraphy & Timescales: Advances in Sequence Stratigraphy (Ed. by M. Montenari), Chapter 4, p. 119-186, 2017.

HOLZ, M., VILAS-BOAS, D.B., TROCCOLI, E.B. & VIDIGAL-SOUZA, P.A. **Along-strike variability of the stratigraphic signature of the rift successions: examples from Brazilian rift basins.** Extended abstract, EAGE Conference, Kopenhagen, 2018.

VILAS-BOAS, D.B.R. **Correlação Sismoestratigráfica entre as Bacias do Recôncavo e de Camamu.** Tese (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal Da Bahia, 2016.

PROSSER, S. **Rift-related linked depositional systems and their seismic expression.** In: Tectonics and Seismic Sequence Stratigraphy (Ed. by G. D. Williams and A. Dobb), Geological Society Special Publication, 71, p. 35-66, 1993.

VIANA, C. F.; GAMA JUNIOR, E. G.; SIMÕES, I. A.; MOURA, J. A.; FONSECA, J. R.; ALVES, R. J. **Revisão estratigráfica da Bacia do Recôncavo/Tucano.** Boletim Técnico da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3-4, p. 157-192, 1971.

VAIL, P. R.; MITCHUM Jr, R. e THOMPSON III, S. **Seismic stratigraphy and global changes of sea level: Part 4. global cycles of relative changes of sea level.: Section 2. application of seismic reection conguration to stratigraphic interpretation,** AAPG Special Volumes, 1977.

WIEDERKEHR, F. **Arquitetura estratigráfica das formações Itaparica e Água Grande e seu posicionamento na evolução tectônica da Bacia do Recôncavo.** Monografia (graduação) -

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2010.

SILVA, O. B.; CAIXETA, J. M.; MILHOMEM, P. S.; KOSIN, M. D. **Bacia do Recôncavo**. Boletim de Geociências da Petrobras – cartas estratigráficas, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 423-431, maio/nov. 2007.

CAPÍTULO 3

CONCLUSÕES

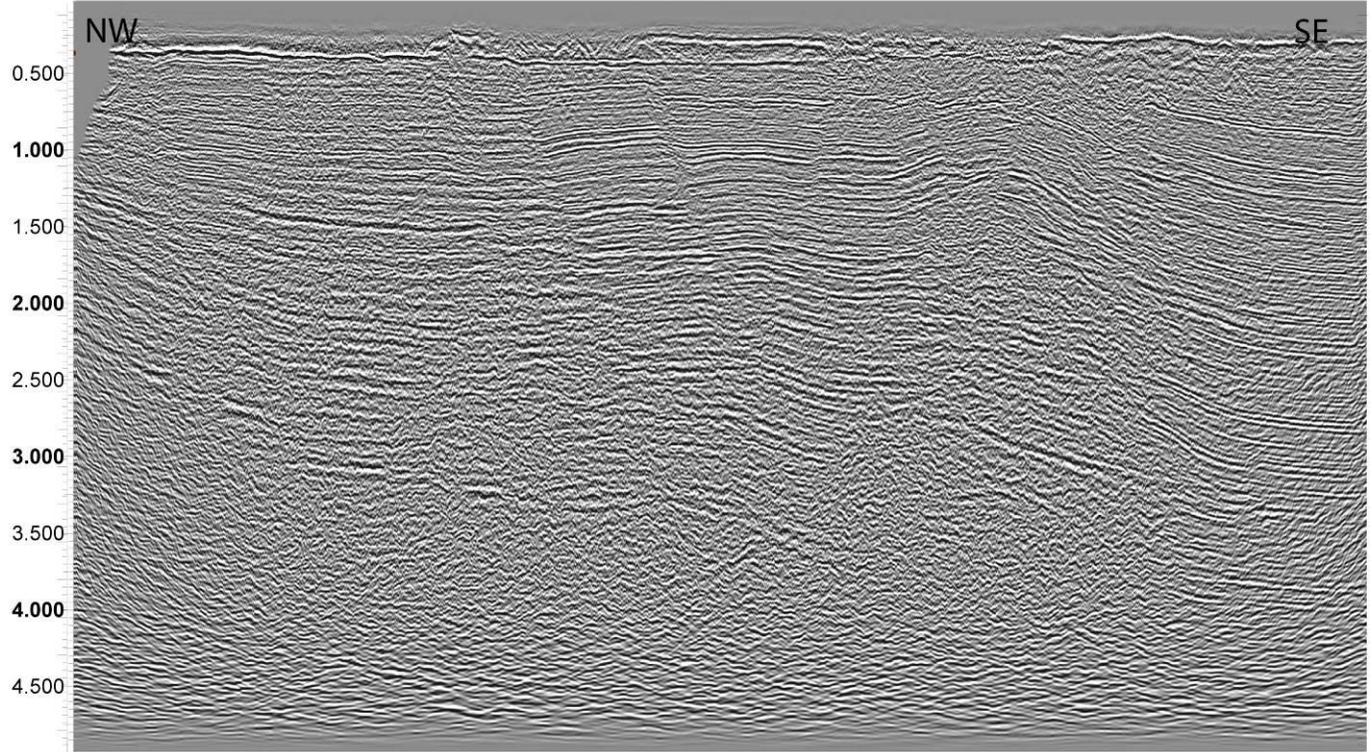
- (1) O arcabouço sismoestratigráfico de Tucano Sul foi caracterizado pela formação e preservação de três sequências sismoestratigráficas no intervalo rifte.
- (2) A sequência Rifte 1 foi caracterizada apenas através dos dados dos poços devido à pouca espessura da mesma para ser vista em sísmica. É composta pelo Trato Tectônico de Início de Rifte que registra o estágio inicial de flexura da crosta, com pouca criação de espaço de acomodação e progradação de sistemas flúvio-lacustres.

- (3) A sequência Rifte 2 registra o estágio seguinte do rifteamento, com criação crescente de espaço e expansão do sistema lacustre marcado pelo Trato Tectônico de Desenvolvimento de Rifte basal. No topo a Rifte 2 é encerrada pelo Trato Tectônico de Final de Rifte, o estágio posterior de amadurecimento do pulso tectônico com menor criação de espaço.
- (4) A passagem do TTDR para o TTFR na sequências Rifte 2 é marcada pela SMR identificada em sísmica por *downlaps* sucessivos.
- (5) A sequência Rifte 3, por sua vez, teve os seus limites caracterizados em sísmica, porém não foi possível identificar internamente nenhuma superfície nítida que indicasse uma mudança clara de regime deposicional.
- (6) Percebeu-se nos dados de poços, contudo, uma diminuição da argilosidade para o topo do empilhamento representando uma tendência progradacional geral dos sistemas deposicionais para o topo.
- (7) Interna à Rifte 3 identificou-se uma mudança de sismofácies perceptível, com refletores com alto contraste de impedâncias acústica na base para refletores apagados provavelmente associada ao ambiente de formação desses intervalos.
- (8) Abaixo da sequência Rifte 1 foi definida a unidade sísmica Pré-rifte composta pelos refletores associados à fase sinéclise e à seção jurássica que antecede a subsidência do rifte.
- (9) Acima da sequência Rifte 3 restou definida a unidade sísmica Pós-Rifte que reúne o intervalo associado à flexura termal pós-rifte.
- (10) Acima da sequência Rifte 3 restou definida a unidade sísmica Pós-Rifte que reúne o intervalo associado à flexura termal pós-rifte.
- (11) Quanto às sismofácies, foram definidas as sismofácies SF1 a SF5, cada qual com seus parâmetros de frequência, amplitude, geometria interna e externa, configuração de refletores característicos.

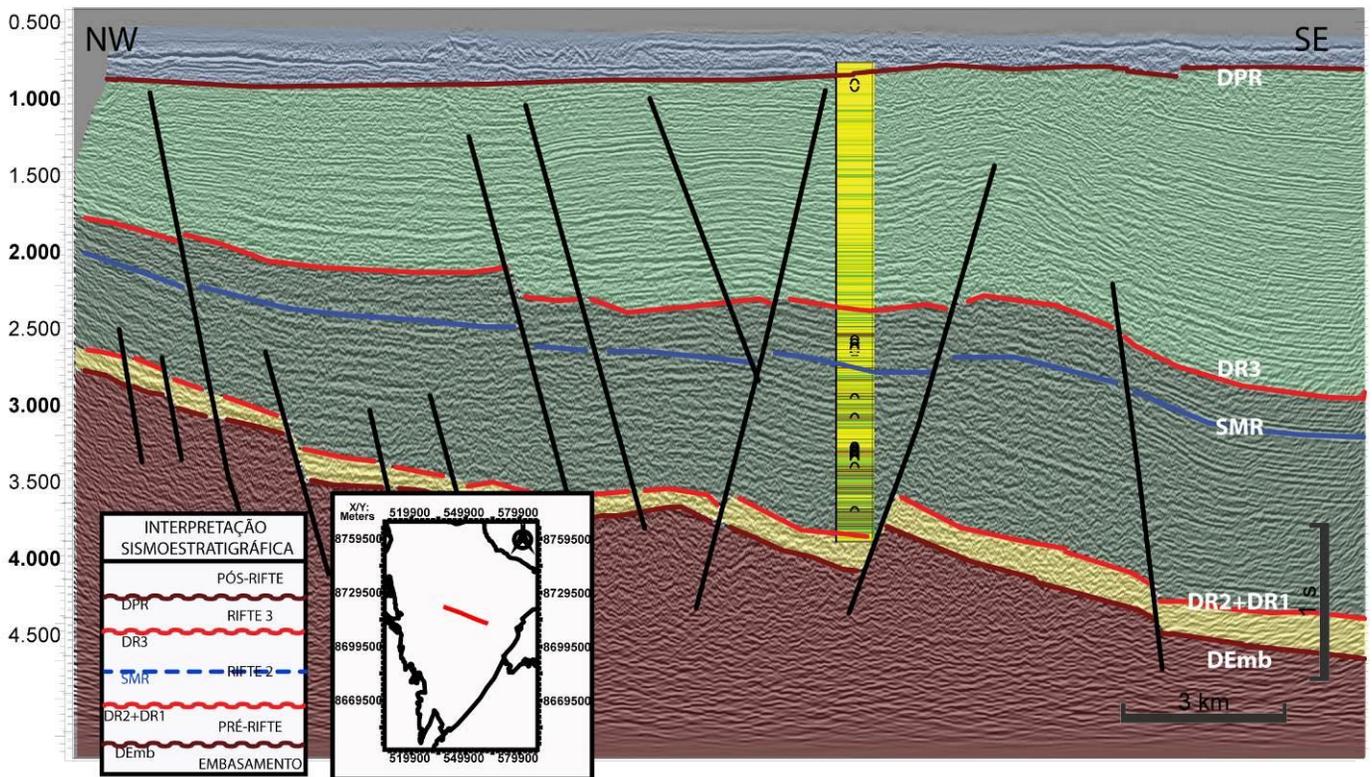
- (12) A sismoestratigrafia correlativa entre a bacia de Tucano Sul e a bacia do Recôncavo mostrou primeiramente uma diferença no arcabouço sismoestratigráfico de ambas. Tucano Sul com uma seção pelítica mais delgada, restrita aos estágios iniciais do rifteamento e Recôncavo com aspecto mais distal composta por uma seção pelítica espessa.
- (13) Em termos de modelo estratigráfico de sequências, a bacia do Recôncavo preservou quatro sequências sismoestratigráficas no estágio rifte, conforme identificado por Vilas Boas (2016). Seria uma sequência a mais do que em Tucano Sul, o que é natural, pois trata-se de duas bacias distintas com evoluções diacrônicas individuais. O evento tectônico responsável pela exposição de grandes áreas em Tucano Sul, descida do nível de base e omissão de seções importantes na bacia teve expressão regional e é atribuído pelos estudiosos como o evento que marcou o encerramento da fase rifte no segmento entre as bacias de Santos e Pelotas.

APÊNDICE A – LINHAS SÍSMICAS INTERPRETADAS

Tempo (s):

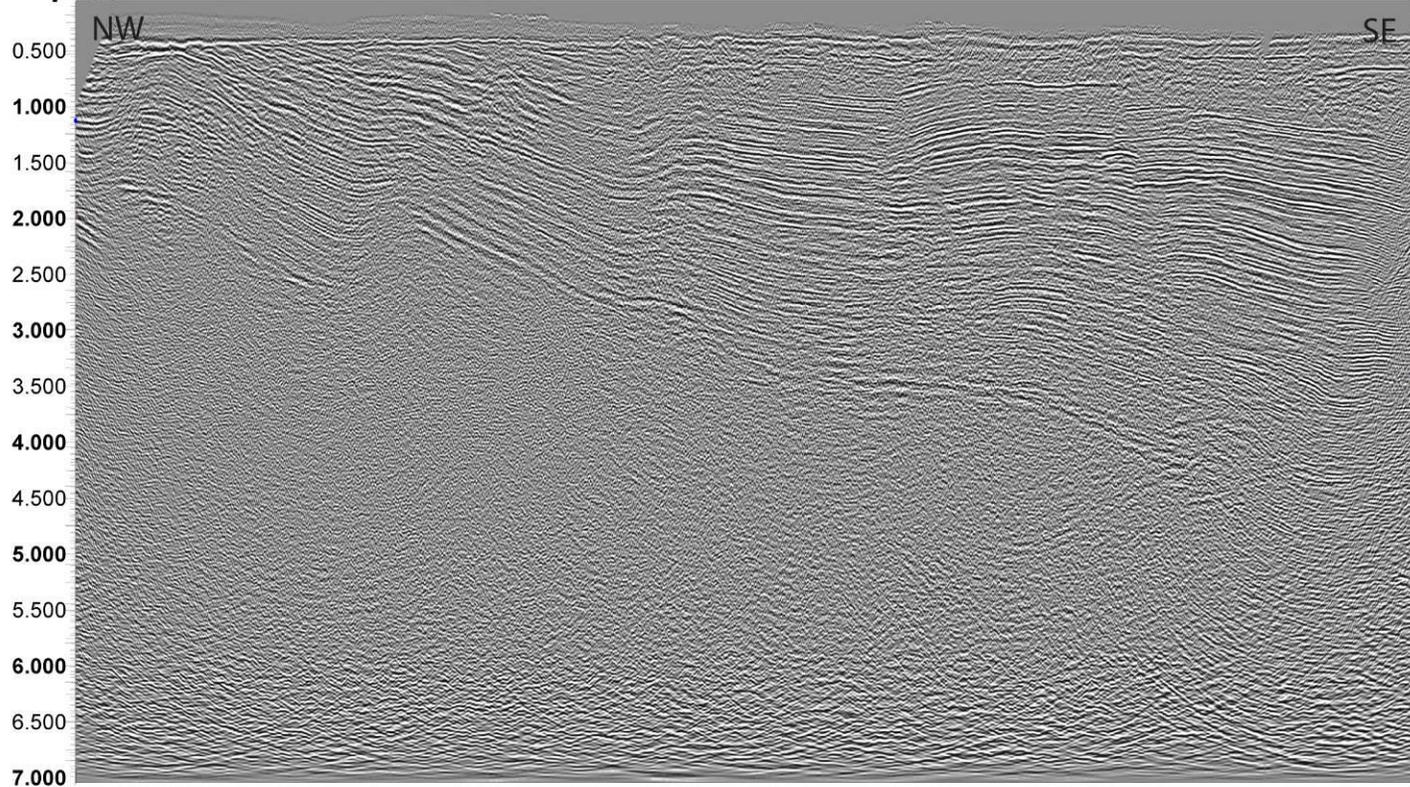


Tempo (s):

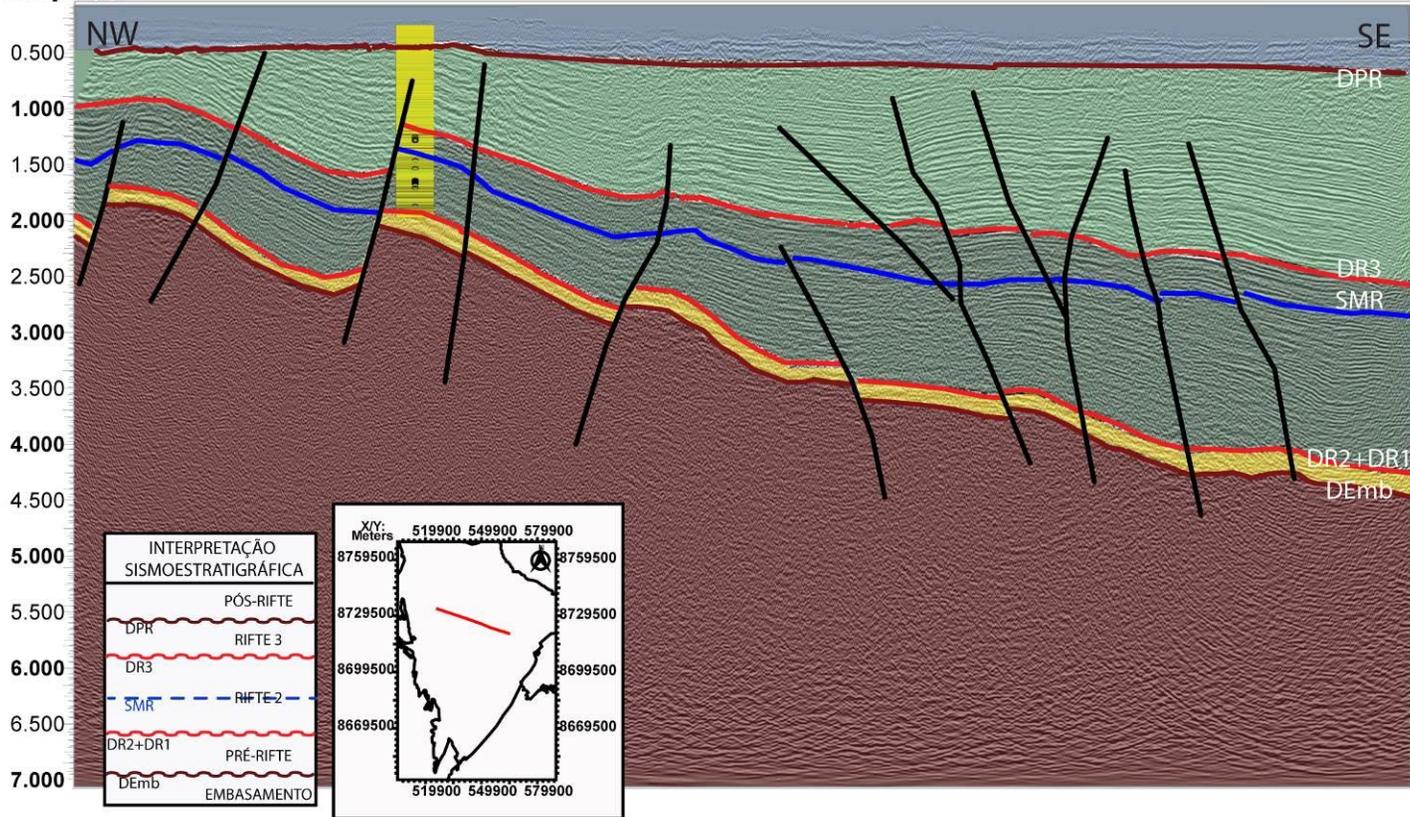


INTERPRETAÇÃO SISMOESTRATIGRÁFICA	
DPR	PÓS-RIFTE
DR3	RIFTE 3
SMR	RIFTE 2
DR2+DR1	PRÉ-RIFTE
DEmb	EMBASAMENTO

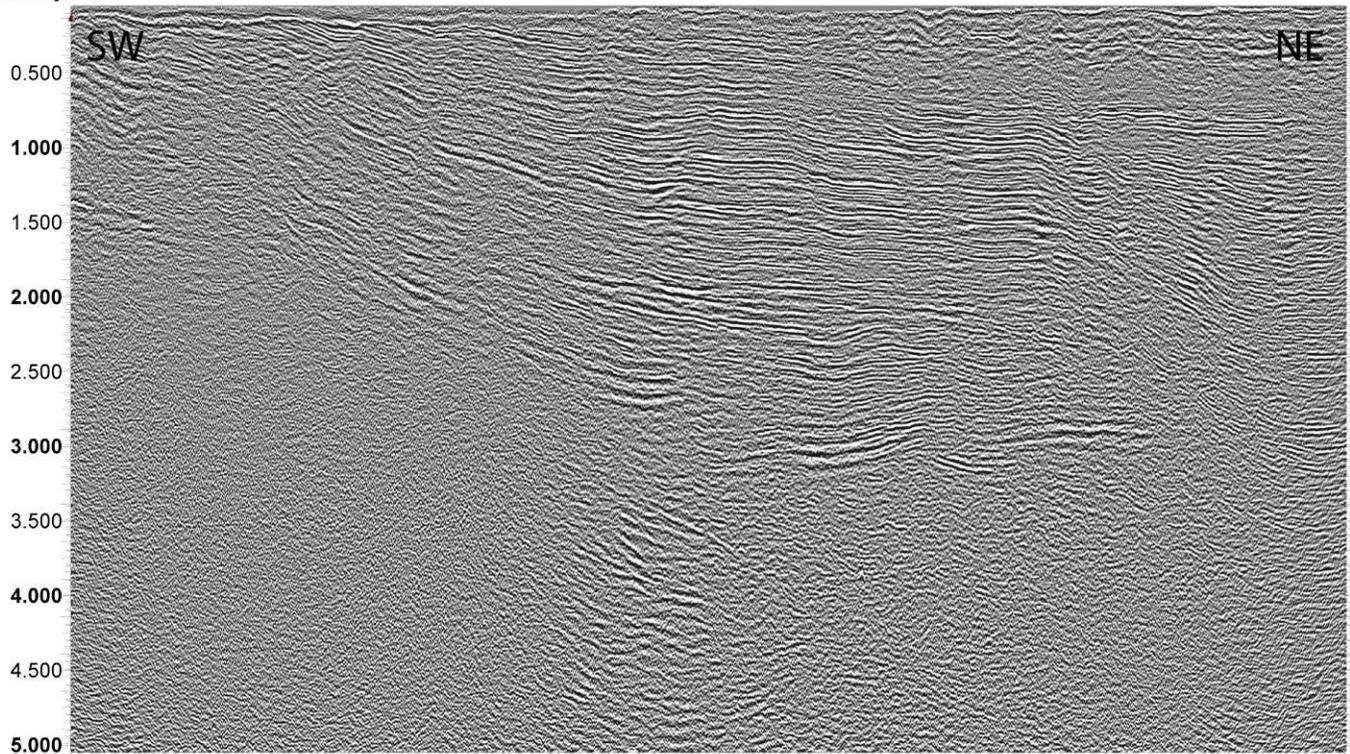
Tempo (s):



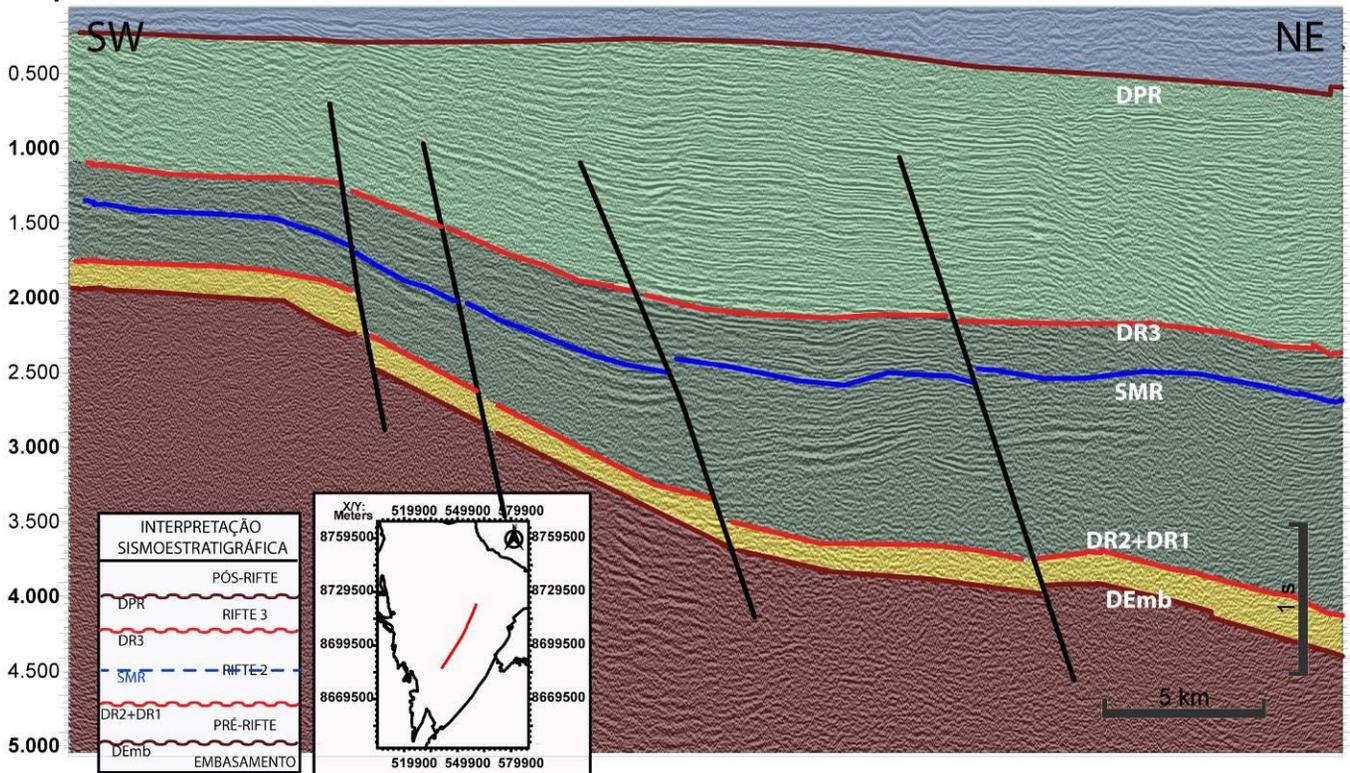
Tempo (s):



Tempo (s):



Tempo (s):



Tempo (s):

0.000

NW

SE

0.500

1.000

1.500

2.000

2.500

3.000

3.500

4.000

4.500

5.000

5.500

6.000

6.500

7.000

7.500

Tempo (s):

0.000

NW

SE

0.500

1.000

1.500

2.000

2.500

3.000

3.500

4.000

4.500

5.000

5.500

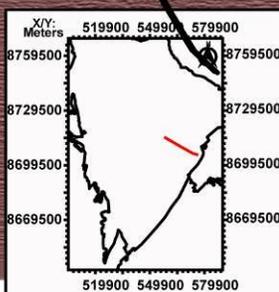
6.000

6.500

7.000

7.500

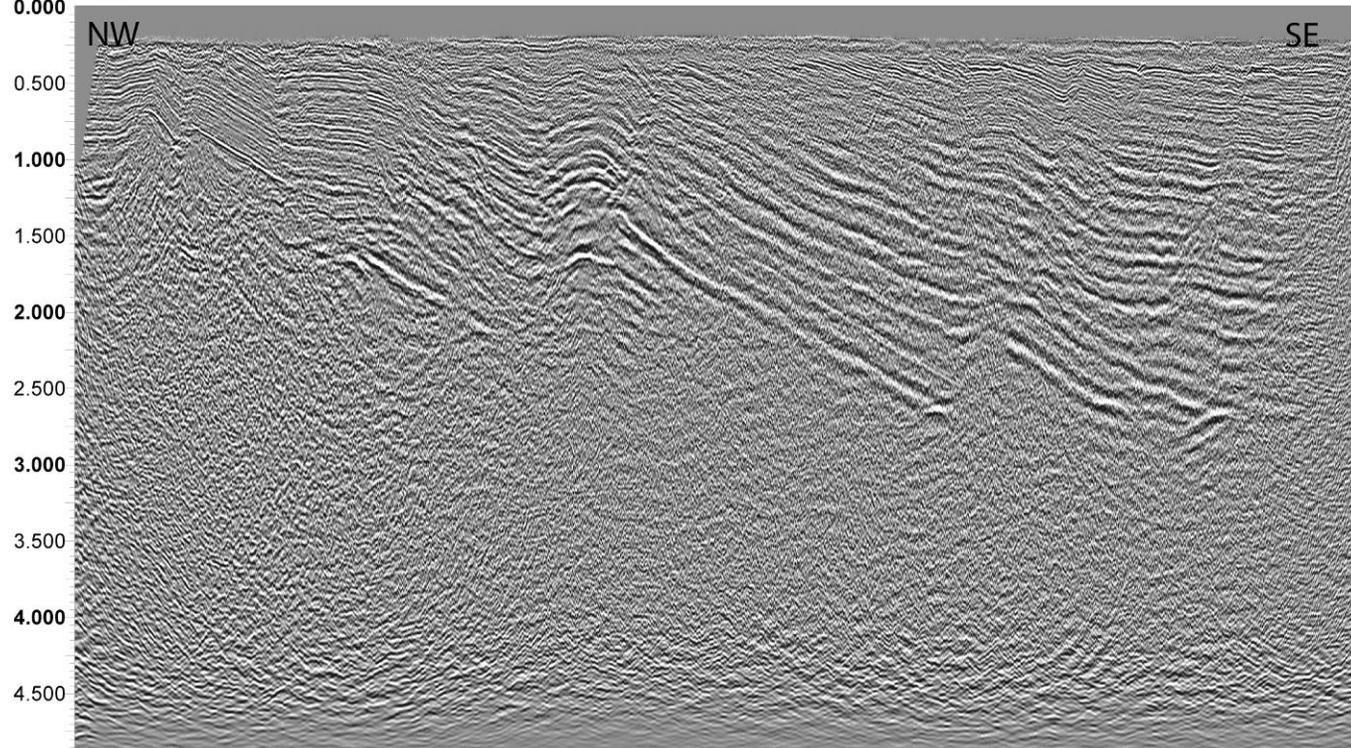
INTERPRETAÇÃO SISMOESTRATIGRÁFICA	
PÓS-RIFTE	
DPR	RIFTE 3
DR3	RIFTE 2
SMR	RIFTE 1
PRÉ-RIFTE	
DR2+DR1	
EMBASAMENTO	
DEmb	



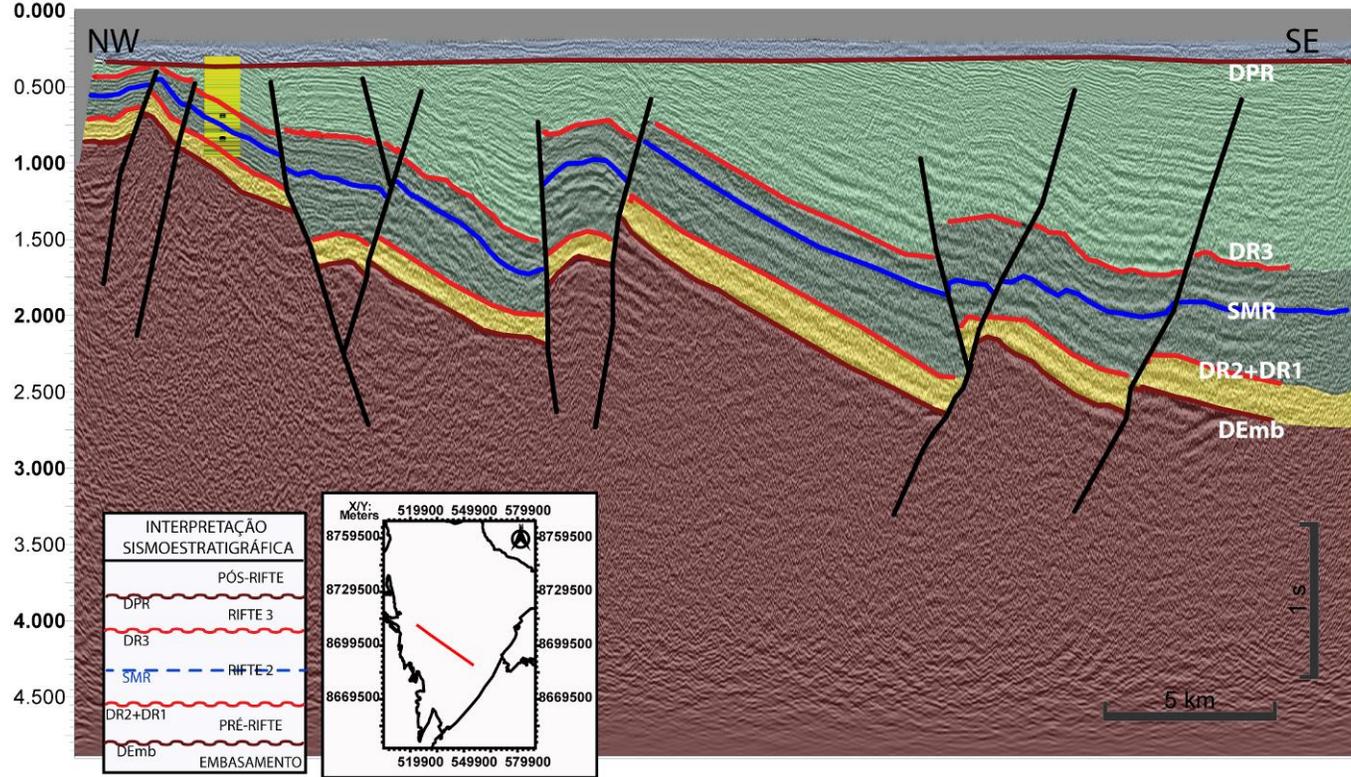
3 km

2 s

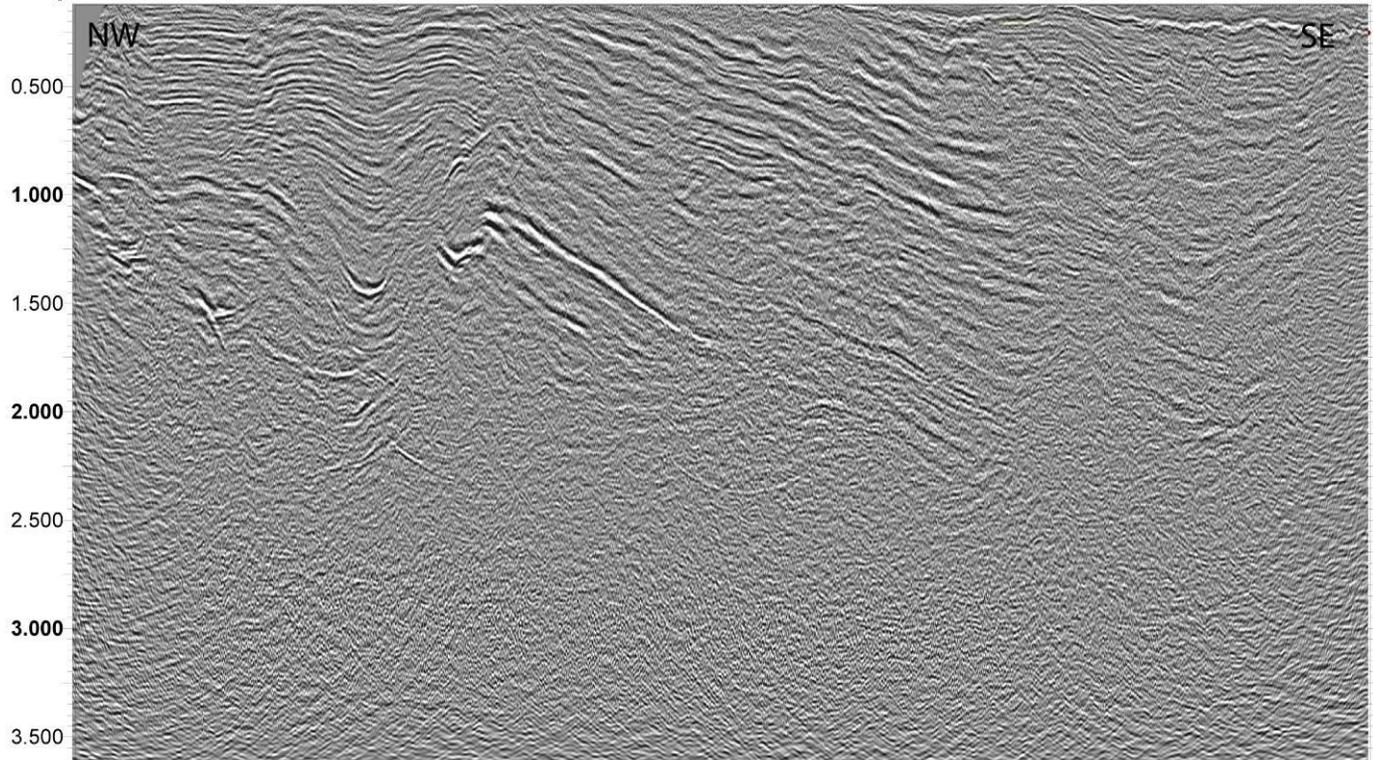
Tempo (s):



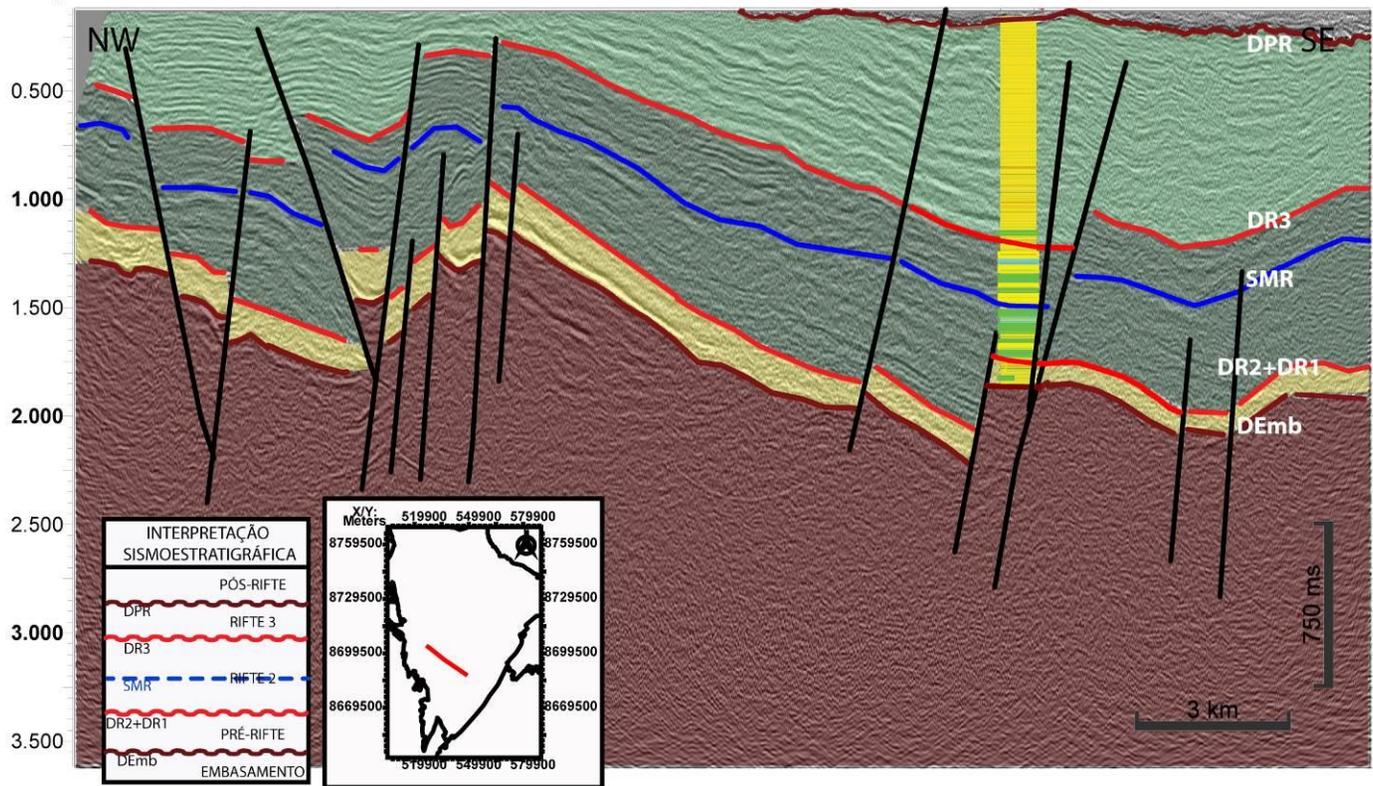
Tempo (s):



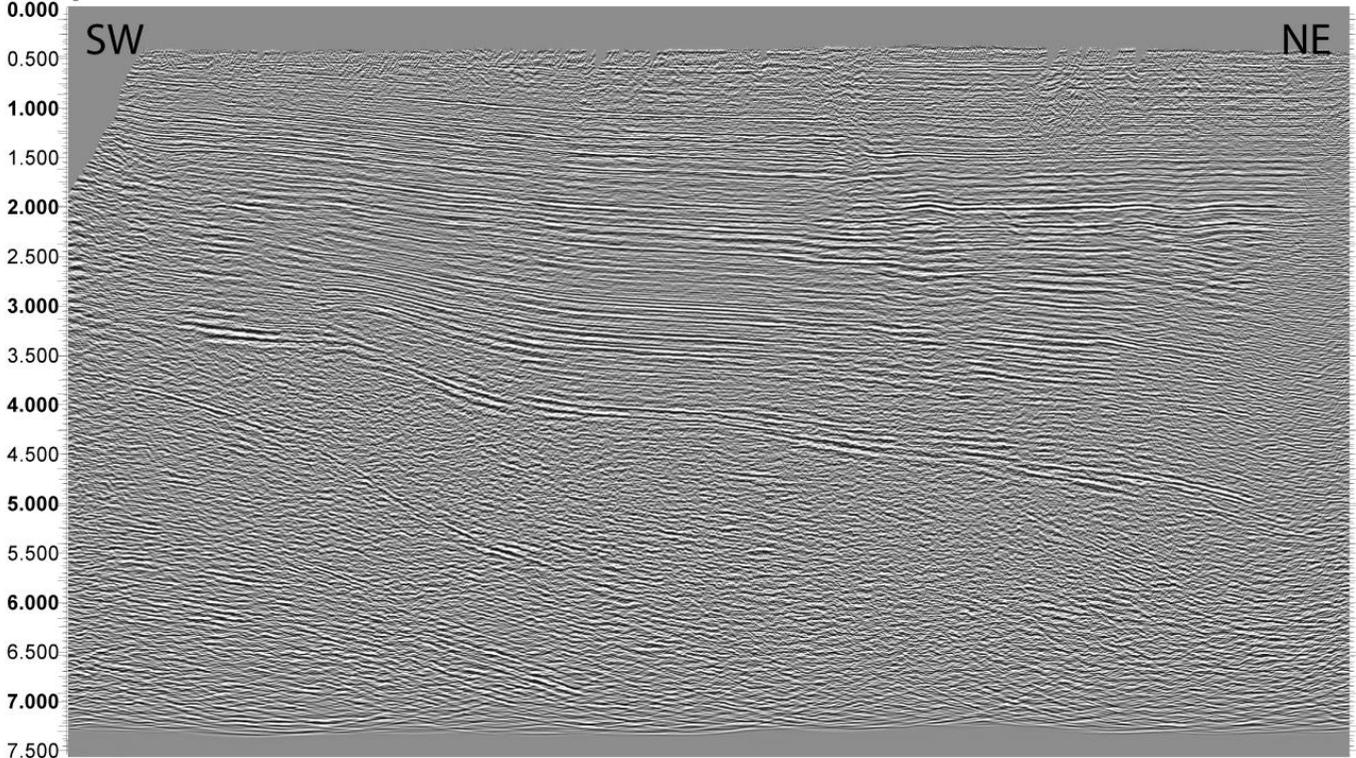
Tempo (s):



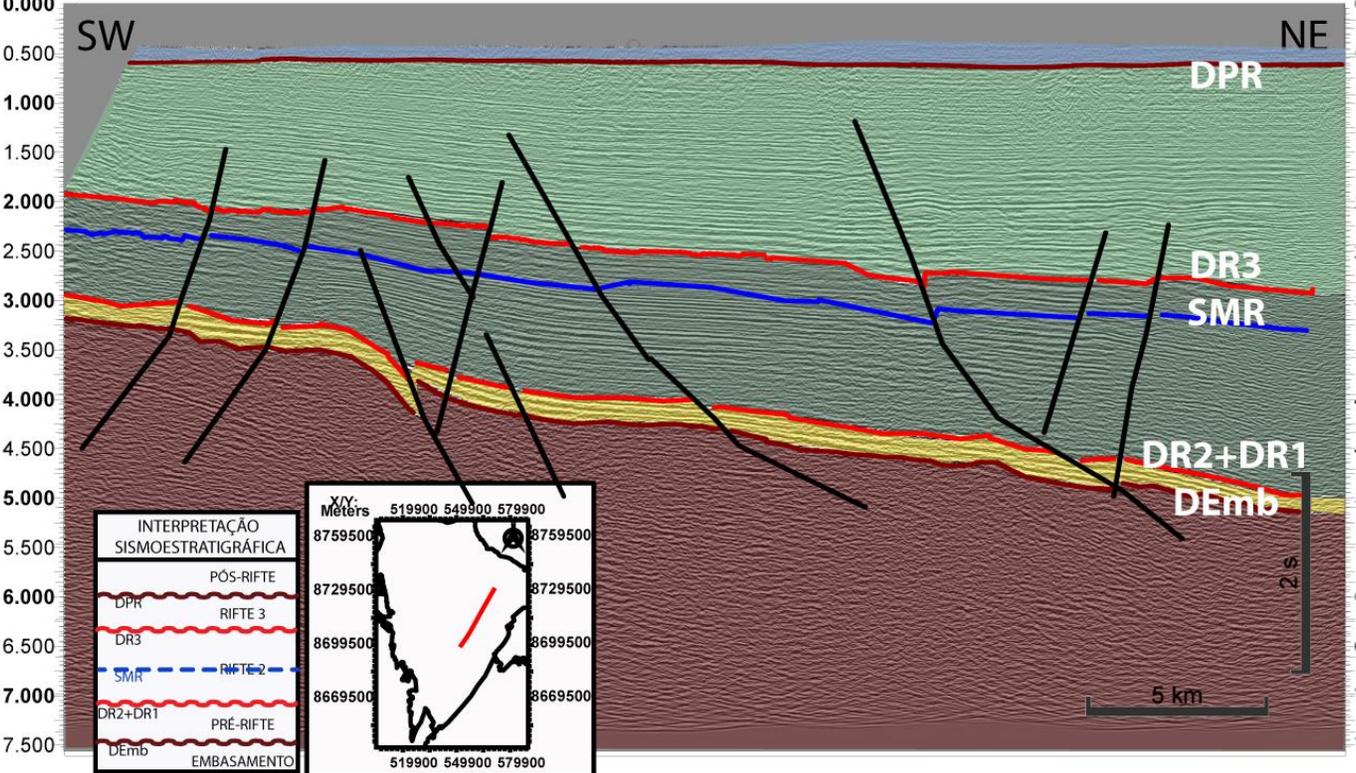
Tempo (s):



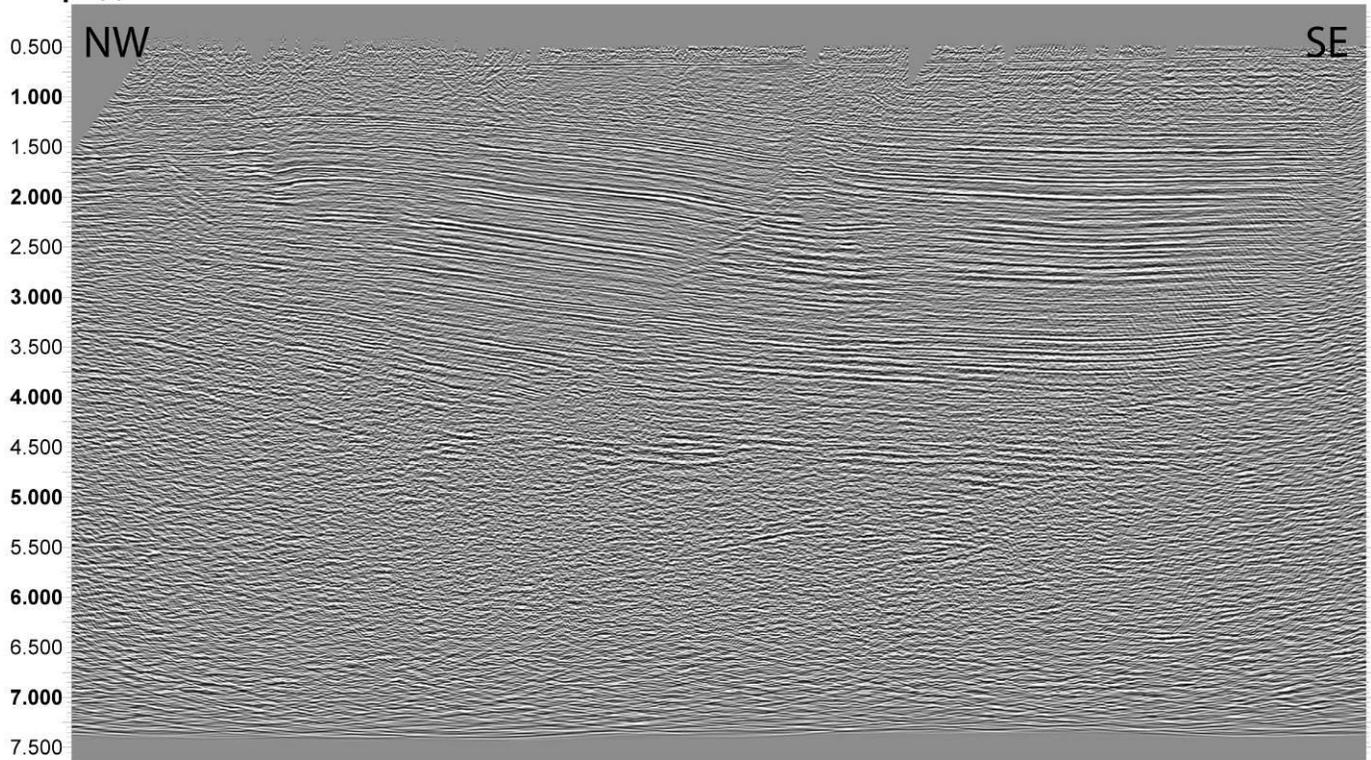
Tempo (s):



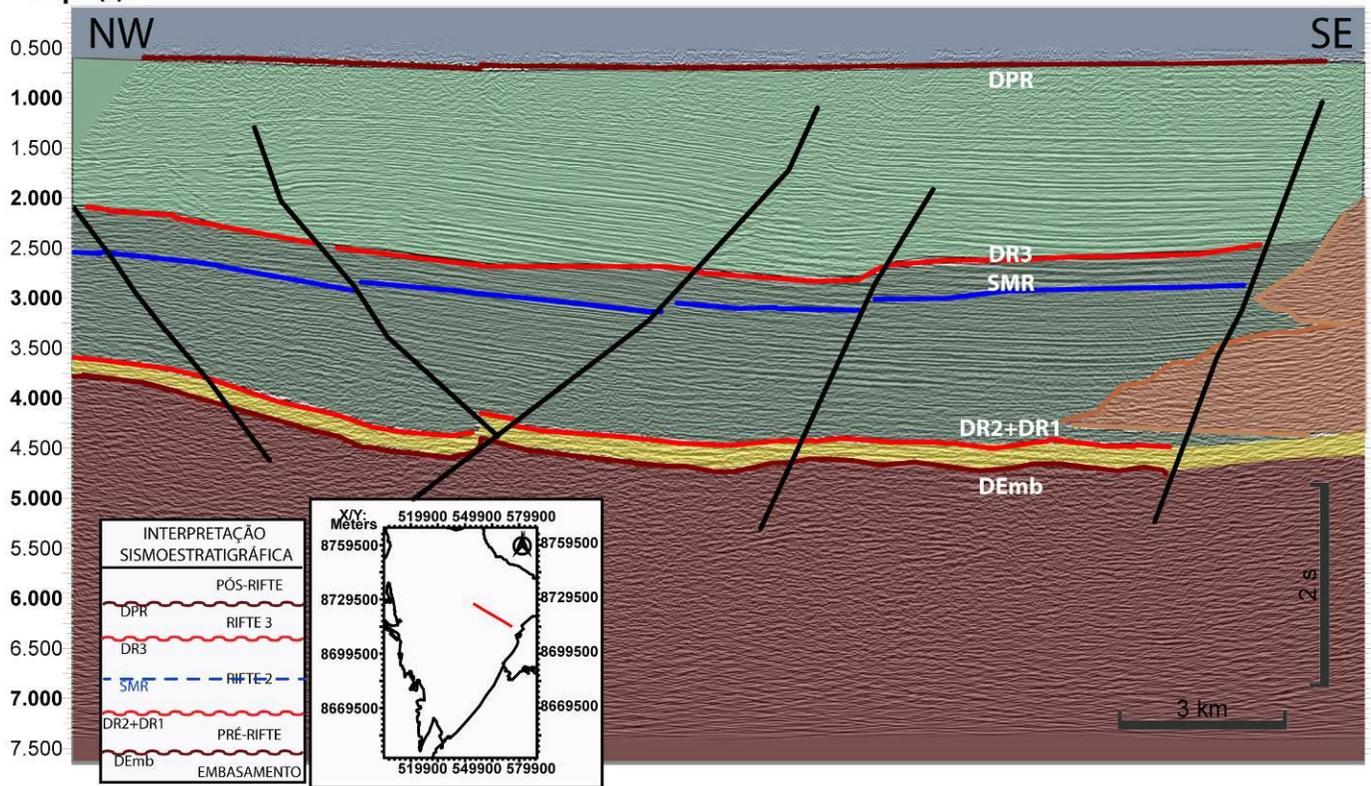
Tempo (s):



Tempo (s):

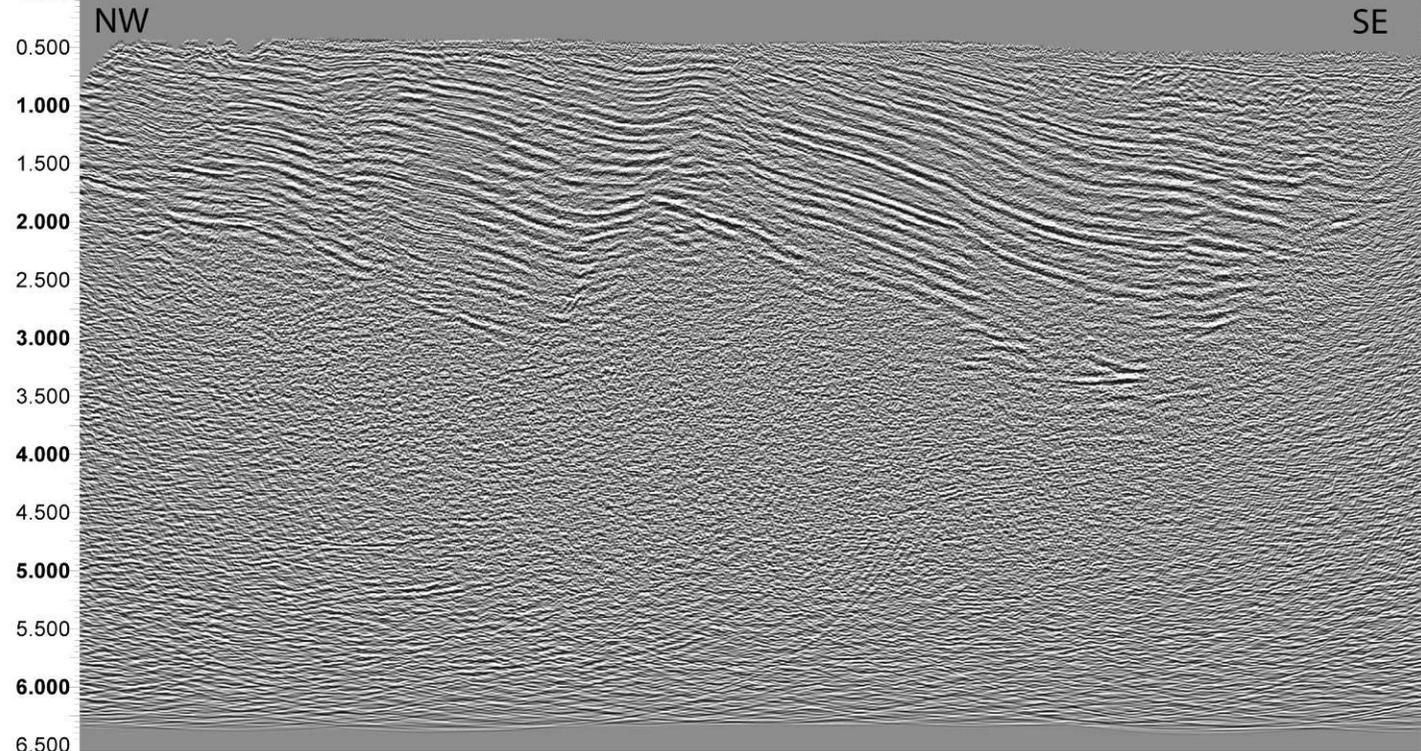


Tempo (s):



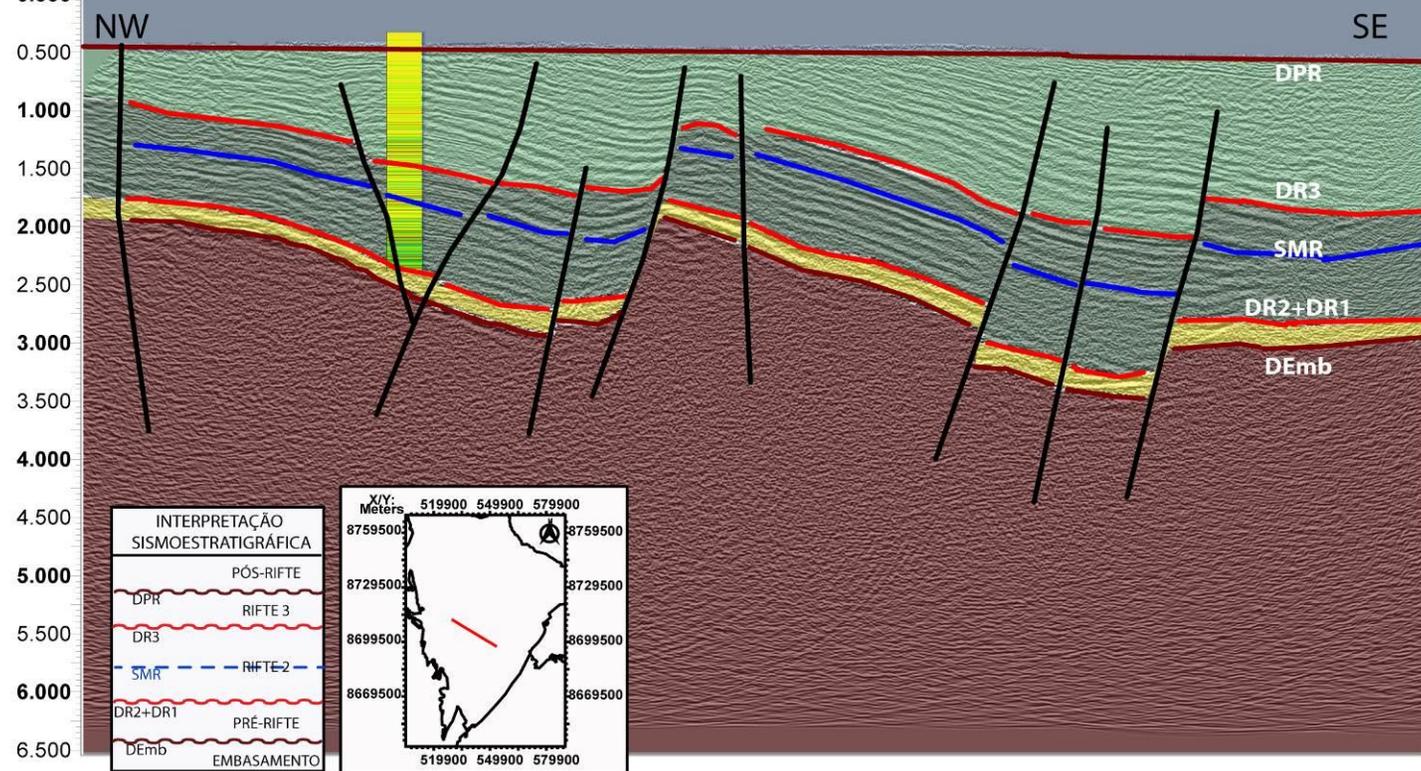
Tempo (s):

0.000

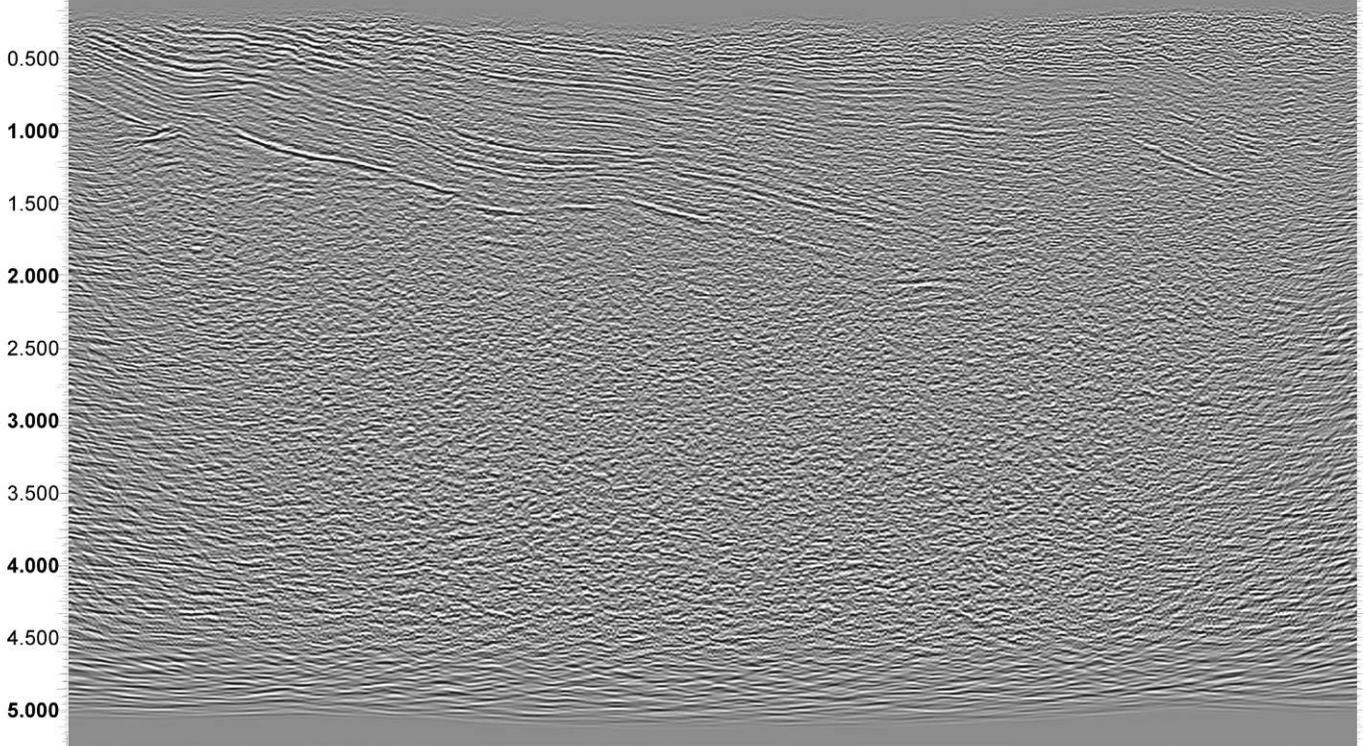


Tempo (s):

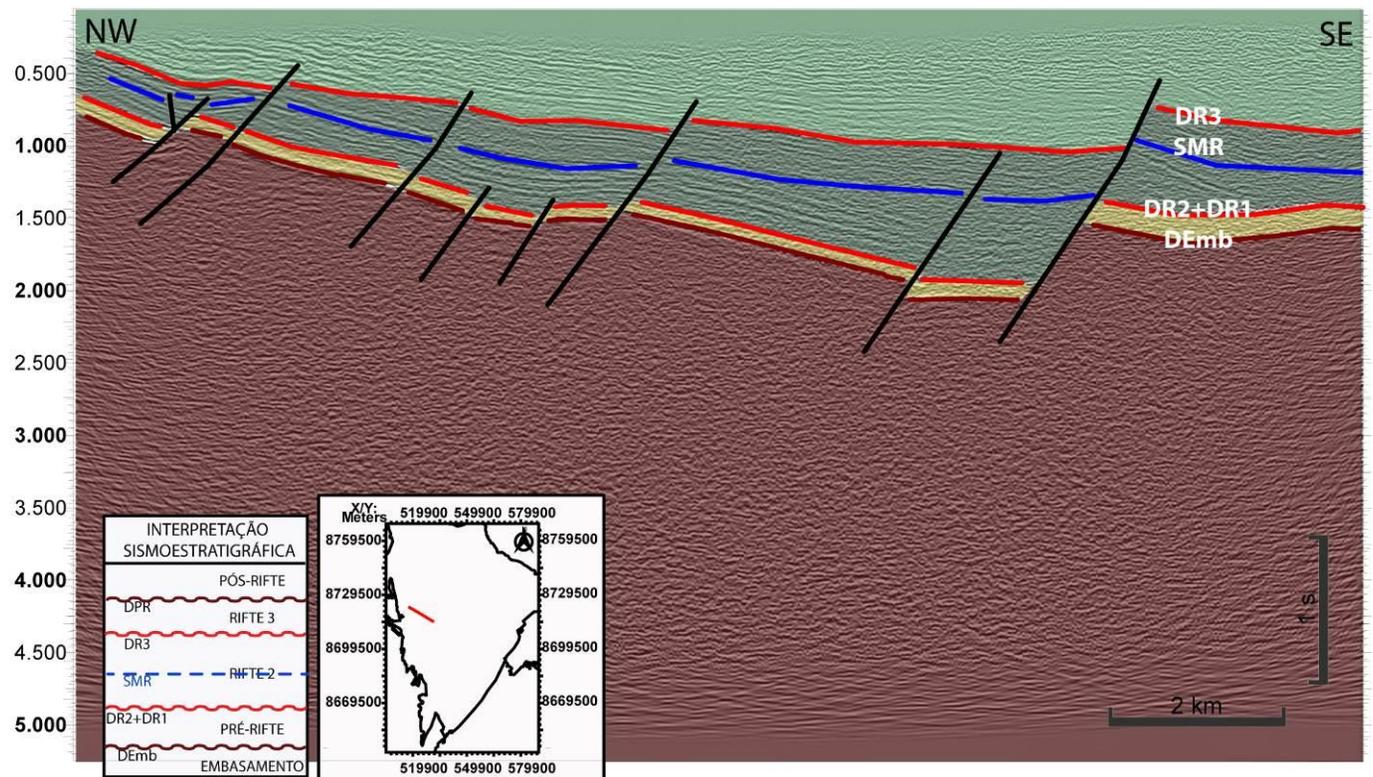
0.000



Tempo (s):

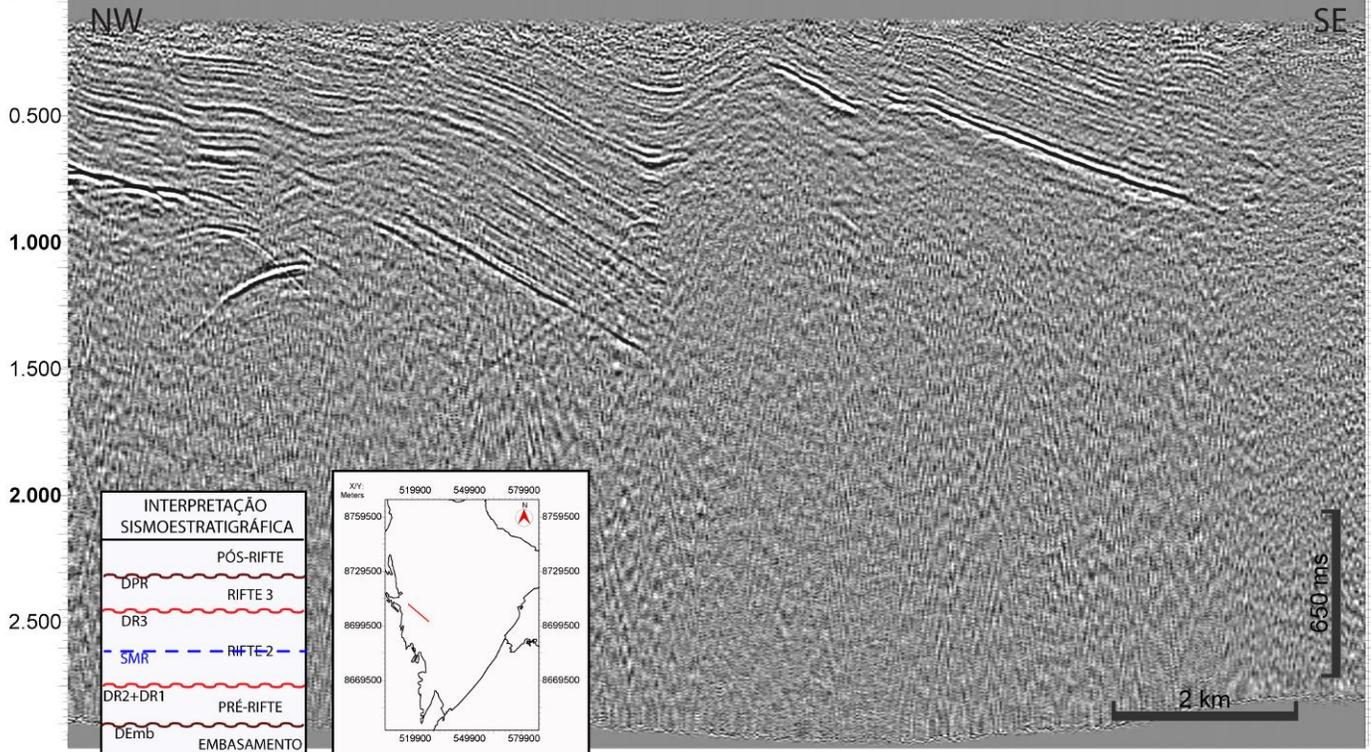


Tempo (s):



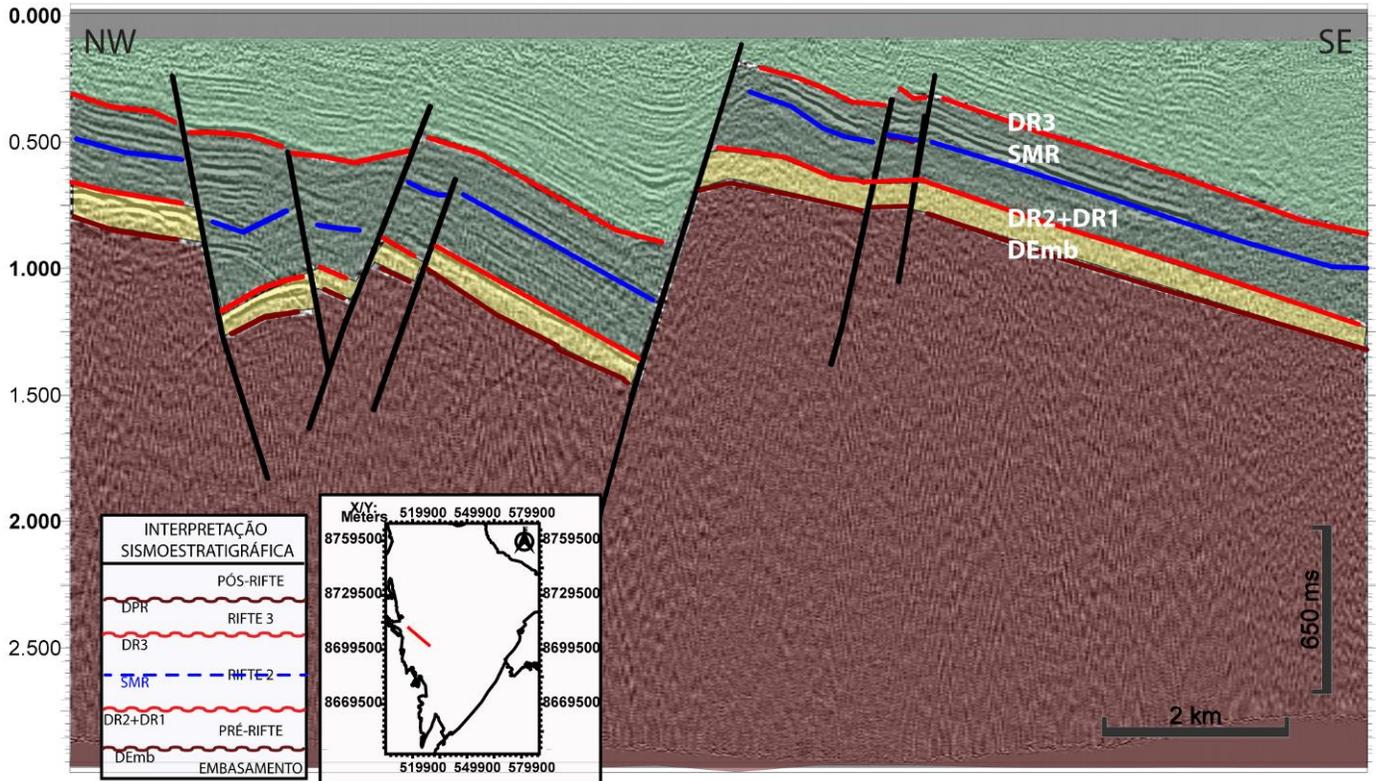
Tempo (s):

0.000



Tempo (s):

0.000



ANEXO A – REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA GEOCIÊNCIAS - UNESP

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO DE TRABALHOS

GEOCIÊNCIAS é uma revista trimestral on-line, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Rio Claro, que divulga trabalhos sobre temas de Geologia e Geografia Física, básicos e de aplicação, de autores da Unesp e de outras instituições, do país e do exterior, de interesse para a comunidade geocientífica, e a coletividade em geral.

A partir do ano de 2009, a revista passou a ser editada apenas no formato eletrônico, com o ISSN 1980-900X, seguindo a tendência das revistas internacionais.

1. TIPO DE TRABALHO PUBLICADO

A revista publica Artigos com dados e resultados originais e inéditos de pesquisas científicas e técnicas, redigidos em português, inglês ou espanhol.

2. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

a) O trabalho deve ter:

1. Título, coerente com o conteúdo.
2. Nomes do(s) autor(es), completos e por extenso, encaminhados em separado do texto do artigo.
3. Instituição(ões)/empresa(s) a que se vincula(m), com endereço(s): logradouro, CEP, cidade, estado, endereço eletrônico, completos e sem abreviaturas ou siglas.
4. Sumário dos itens e subitens, mostrando a hierarquia deles.
5. Resumo de até 200 palavras, em parágrafo único, sem incluir citações bibliográficas, seguido de até cinco palavras-chave que reflitam a natureza e conteúdo do trabalho e escritos na língua utilizada no artigo.
6. Título, resumo e palavras-chave vertidos para outra língua dentre as indicadas acima.

b) A estrutura do artigo deve ter, ressalvada a natureza do trabalho que exija explanação diferente e mais adequada à boa exposição das informações:

1. Introdução, contextualizando o trabalho e definindo o objetivo do artigo.
2. Materiais, métodos e técnicas.
3. Apresentação de dados.
4. Discussões, interpretações e resultados.
5. Conclusões ou considerações finais.
6. Agradecimentos.
7. Lista das referências bibliográficas citadas.

c) A hierarquia de itens e subitens deve ser feita em até 5 níveis:

1. Nível 1: negrito, em maiúsculas, centrado. Ex.: INTRODUÇÃO.
2. Nível 2: negrito, caixa alta, alinhado à esquerda. Ex.: LITOLOGIA.
3. Nível 3: negrito, primeiras letras em maiúsculas e as demais em minúsculas, alinhado à esquerda. Ex.: Aspectos do Relevo.
4. Nível 4: itálico, negrito, primeiras letras em maiúsculas e as demais em minúsculas, alinhado à esquerda. Ex.: Xistos do Grupo São Roque.
5. Nível 5: itálico, não-negrito, primeiras letras em maiúsculas e as demais em minúsculas, alinhado à esquerda. Ex.: Características Texturais dos Sedimentos.

3. SUBMISSÃO DO ARTIGO

a) O texto deve ser elaborado em tamanho A4, margens de 2 cm, espaço duplo, recuos (parágrafos) de 0,5 cm, fonte Times New Roman de 12 pontos, sem formatação, sem hifenização, utilizando o editor de textos Microsoft Word. Extensão: até 30 páginas, incluindo texto, ilustrações e referências bibliográficas. Não são aceitos textos escaneados.

1. Unidades e símbolos de medidas devem seguir o sistema de padronização internacional (exs.: M para milhão, G para bilhão, m, cm, km, kb, MPa etc.). Símbolos não-usuais e abreviaturas, quando utilizados, devem ter os significados explicitados quando da primeira citação no texto.
2. Equações e fórmulas devem ser inseridas no texto em formato JPG. Todos os símbolos e abreviaturas utilizados devem ter seus significados explicitados. Se forem citadas no texto podem ser numeradas com algarismos arábicos sucessivos, colocados à direita.

3. Palavras estrangeiras e citações, se usadas, devem aparecer em itálico.
4. Notas de rodapé não são aceitas (inclusive para indicação dos nomes de instituições ou empresas). Eventuais notas complementares podem ser inseridas no fim do texto, referidas como APÊNDICES, limitados à exposição de detalhes imprescindíveis à compreensão do texto (p. ex., minúcias de ensaios, deduções de equações).
5. A redação deve ser impessoal (terceira pessoa).

4. ILUSTRAÇÕES

a) As ilustrações e suas legendas devem ser apresentadas em separado do texto, com as respectivas legendas.

b) São ilustrações:

1. TABELAS (sem molduras verticais das células) e QUADROS (com molduras horizontais e verticais das células) elaboradas no Winword ou Excel, dispostas em formato Retrato.
2. FIGURAS, que são mapas, perfis, diagramas e assemelhados, em preto & branco, tons de cinza ou coloridas, numeradas sequencialmente com algarismos arábicos, na ordem de inserção no texto. As figuras devem ser apresentadas em formato tif. No texto devem ser apontados os locais de inserção em uma linha logo após o parágrafo em que é feita a primeira citação.
3. FOTOS, FOTOMICROGRAFIAS, IMAGENS e assemelhados, e PRANCHAS, que são quadros de tais documentos. Devem se apresentadas em tons de cinza, em formato jpg, com resolução mínima de 300 dpi. Não são aceitas cópias xerográficas. Inserir escala gráfica, se necessário. Indicações devem ter tamanhos ou espessuras que comportem redução e visibilidade no tamanho de largura máxima entre 8 a 17 cm (largura útil da página impressa).

c) Ilustrações coloridas podem ser utilizadas.

5. CITAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

a) Citações no texto:

1. de um autor – ex.: Adams (1989), (Adams, 1996);
2. de dois autores – exs.: Cox & Singer (1986), (Cox & Singer, 1986);
3. de trabalhos de mais de 2 autores – exs.: Lopes et al. (1992), (Lopes et al., 1992);

4. de mais de um trabalho do mesmo autor e do mesmo ano ou de anos distintos – exs.: Johnson (1995a, b, c); Roberts (1996, 1997); (Johnson, 1995a, b; Roberts, 1996a, b, 1997);
5. Para citações indiretas, usar segundo em vez de apud – ex.: Lucas (1975, segundo Silva, 1993).
6. Evitar o uso de op. cit. – ex.: Martins (1998) em vez de Martins (op. cit.).

b) Lista de REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Seguir a ordem alfabética dos nomes dos autores e numerar consecutivamente. Se houver mais de um trabalho do(s) mesmo(s) autor(es) num ano, indicar no final (a), (b), (c)...
2. Entrada de um autor – ex.: SILVA, A.L. DA.
3. Entrada de dois autores – ex.: SILVA, J.L. & RUIZ, A. DA S.
4. Entrada de de três ou mais autores – citar todos. Ex.: LIMA, E.S.; MARQUES, J.S.; CAMPOS, A.
5. Exemplos de citação de publicações:

Livros, monografias, relatórios

COSTA, M.C. da & ANGÉLICA, R.S. (Coordenadores). **Contribuições à Geologia da Amazônia**. Belém: Financiadora de Estudos e Projetos e Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo Norte, 446 p., 1997.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Jacupiranga-Guará - geologia, levantamento geoquímico, processamento aerogeofísico e metalogenia das folhas SG22-X-8-VI-2 (Jacupiranga) e SG22-X-B-VI-4 (Rio Guará), Estado de São Paulo, Escala 1 :50.000**. São Paulo: Convênio Secretaria de Estado de Energia / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Serviço Geológico do Brasil, 245 p., 1999.

Capítulos de livros

ROOSEVELT, A.C. The influence of geology on soils, biota and the human occupation of Amazonia. In: COSTA, M.C. da & ANGÉLICA, R.S. (Coordenadores), **Contribuições à Geologia da Amazônia**. Belém: Financiadora de Estudos e Projetos e Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo Norte, p. 1-14, 1997.

Dissertações e Teses

SANTOS, M. DOS. **Serra da Mantiqueira e Planalto do Alto Rio Grande: a bacia terciária de Aiuruoca e evolução morfotectônica**. Rio Claro, 1999. 134 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

Artigos de periódicos

FERREIRA, M.C. Análise espacial da densidade de drenagem em Sistema de Informação Geográfica através de um modelo digital de distâncias interfluviais. **Geociências**, v. 18, n. 1, p. 7-22, 1999.

Resumos (estendidos ou não) publicados em eventos técnico-científicos

ROY, P. Estuaries and coastal valley-fills in Southeast Australia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 6, 1997, Curitiba. **Resumos Expandidos...** São Paulo: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 1997, p. 12-13.

c) Outros

1. Programas de computação (softwares) citados no texto devem ser referenciados como trabalhos, com dados de autoria, versão, local, data.
2. Documentos consultados na Internet: citar a URL e data de acesso. Ex.: C.M.L. da Cunha & I.A. Mendes. Proposta de análise integrada dos elementos físicos da paisagem: uma abordagem geomorfológica. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista/Sumario0301.htm>. Acessado em: 25jan2006.
3. Trabalhos aceitos para publicação ou no prelo: citar, com indicação da situação.
4. Comunicações pessoais e trabalhos em preparação ou submetidos para publicação não devem ser citados na listagem bibliográfica, mas apenas no texto.
5. Não devem ser citados documentos (relatórios e outros) confidenciais ou inacessíveis aos leitores.

6. ANÁLISE DOS TRABALHOS E PROCEDIMENTOS DA EDITORIA

1. O autor ou primeiro autor será comunicado da recepção do trabalho, dos resultados das avaliações pelos Consultores e aceitação para publicação.

2. Os trabalhos receberão avaliação crítica do mérito por um ou dois membros do Conselho Editorial e/ou Corpo Consultivo tendo em vista a publicação na revista. O prazo para avaliação é de 30 dias.
3. Trabalhos não recomendados serão devolvidos. Aqueles cuja aceitação dependa de modificações ou ajustes serão devolvidos ao(s) autor(es) para adequação.
4. Revisões de aspectos formais dos trabalhos, antes da impressão final, serão efetuadas pelo Conselho Editorial.
5. Os dados, informações e conceitos emitidos nos trabalhos são de inteira responsabilidade dos autores. O autor ou primeiro autor do trabalho responde pela autorização de sua publicação e cessão de direitos autorais à revista.

7. ENCAMINHAMENTO

Os trabalhos devem ser enviados exclusivamente por meio eletrônico pelo sistema SEER através do endereço:

<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias>

ANEXO B – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO

Prof. Dr. Norberto Morales <revigeoc@rc.unesp.br>

qua., 7 de ago. de 2019 08:03



 para mim ▾

nair lorena gaspar nonato,

Agradecemos a submissão do seu manuscrito "Sismoestratigrafia Sismoestratigrafia Correlativa entre as bacia de Tucano Sul e Recôncavo" para Geosciences = Geociências. Através da interface de administração do sistema, utilizado para a submissão, será possível acompanhar o progresso do documento dentro do processo editorial, bastando logar no sistema localizado em:

URL do Manuscrito: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/authorDashboard/submission/14353>

Login: loregeologia

Em caso de dúvidas, envie suas questões para este email. Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de transmitir ao público seu trabalho.

Prof. Dr. Norberto Morales

Geosciences = Geociências <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias>

ANEXO C – LISTAGEM DOS DADOS TRABALHADOS

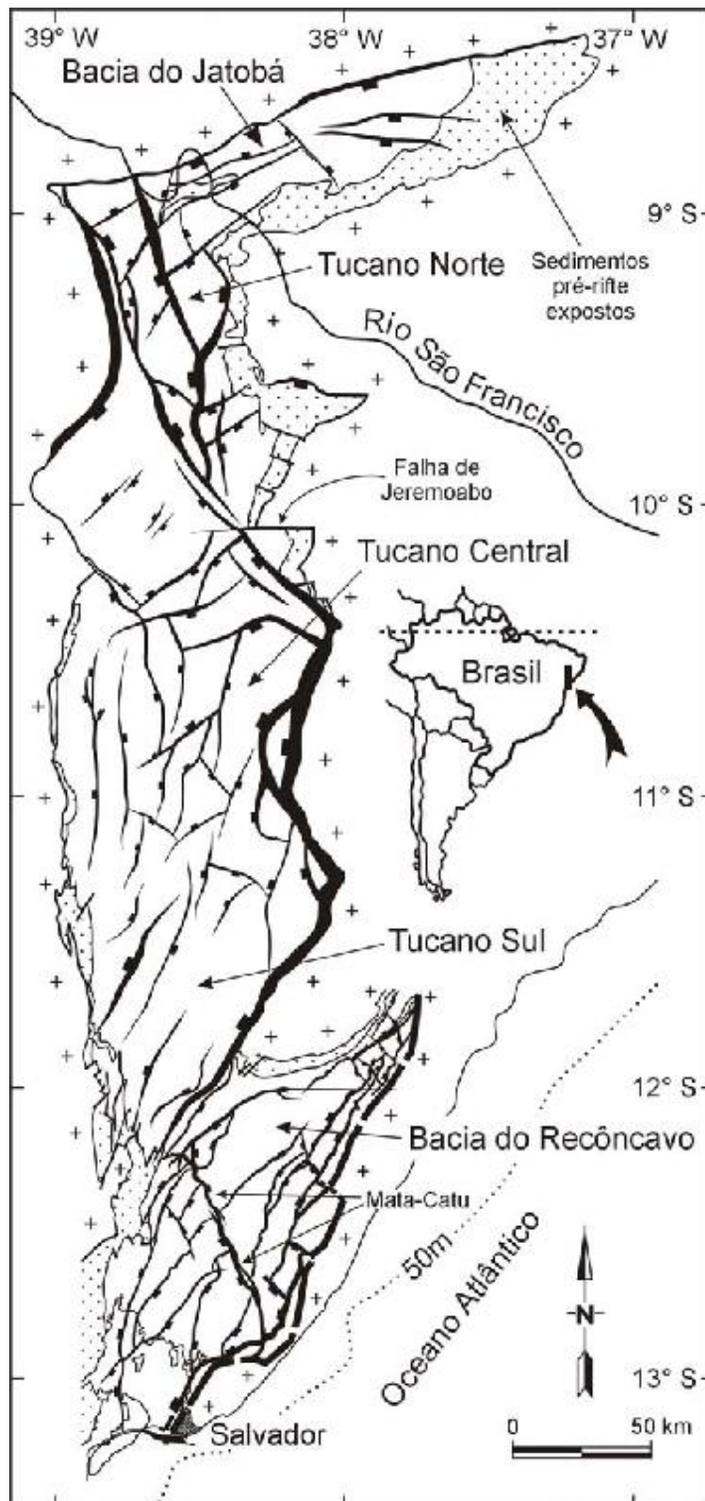
-Dados sísmicos e dados de poços:

Programa / Levantamento	Linha Sísmica
0026_TUCANO_SUL_39	0026-1778
0026_TUCANO_SUL_39	0026-0992
0026_TUCANO_SUL_39	0026-1064
0026_TUCANO_SUL_39	0026-0953
0026_TUCANO_SUL_39	0026-1740
0026_TUCANO_SUL_39	0026-1077
0027_TUCANO_SUL_39	0027-1901
0026_TUCANO_SUL_39	0026-1743
0026_TUCANO_SUL_39	0026-1071
0026_TUCANO_SUL_39	0026-1046
0027_TUCANO_SUL_39	0027-1896
0026_TUCANO_SUL_39	0026-1045
0027_TUCANO_SUL_39	0027-0992
0026_TUCANO_SUL_39	0026-1753
0026_TUCANO_SUL_39	0026-1053
0027_TUCANO_SUL_39	0027-1879
0027_TUCANO_SUL_39	0027-1881
0026_TUCANO_SUL_39	0026-1763
0027_TUCANO_SUL_39	0027-1887
0026_TUCANO_SUL_39	0026-1768
0027_TUCANO_SUL_39	0027-1001

0026_TUCANO_SUL_39	0026-0999
0027_TUCANO_SUL_39	0027-0981
0026_TUCANO_SUL_39	0026-1736
0065_TUCANO_SUL_39	0065-0031
0026_TUCANO_SUL_39	0026-1050
0026_TUCANO_SUL_39	0026-1064
0026_TUCANO_SUL_39	0026-1049
0026_TUCANO_SUL_39	0026-1067
0027_TUCANO_SUL_39	0027-0983
0026_RECONCAVO_39	0026-0997
0026_RECONCAVO_39	0026-0995
0026_RECONCAVO_39	0026-1407
0026_RECONCAVO_39	0026-1411
0026_RECONCAVO_39	0026-1429
0026_RECONCAVO_39	0026-1687
0026_RECONCAVO_39	0026-1690
0026_RECONCAVO_39	0026-0935
0026_RECONCAVO_39	0026-1327

Nome do Poço	Perfil Digital de Poço	Pasta de Poço ou CDPE	Perfil Composto	AGP
1FMT 0001 BA	x	x	x	x
1CF 0001 BA	x	x	x	x
1CNS 0001 BA	x	x	x	x
1FCI 0001 BA	x	x	x	x
1FVM 0001 BA	x	x	x	x
1IN 0001 BA	x	x	x	x
1NI 0005 BA	x	x	x	x
1O 0003 BA	x	x	x	x
1SV 0002 BA	x	x	x	x
1VI 0001 BA	x	x	x	x
2CLST0001BA	x	x	x	x
2MOST0001BA	x	x	x	x
2PIST0001 BA	x	x	x	x
3QE 0010 BA	x	x	x	x
4-BRSA-386BA	x	x	x	x

**ANEXO D – MAPA ESTRUTURAL DO RIFTE RECÔNCAVO-
TUCANO-JATOBÁ, RETIRADO DE DESTRO 2002**



ANEXO E – CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA DAS BACIAS DE TUCANO SUL E CENTRAL DE COSTA *ET AL.*, 2007

