

# breves comunicações

## Identificação de uma estrutura de impacto no Cretáceo Superior da Bacia de Santos em sísmica de reflexão 3D

*Identification of an impact structure in the Upper Cretaceous of the Santos Basin in 3D seismic reflection data*

Gustavo Alberto Correia | Jorge Rui Corrêa de Menezes | Gilmar Vital Bueno  
Edmundo Julio Jung Marques

(originais recebidos em 20.04.2005)

**Palavras-chave:** estruturas de impacto | interpretação sísmica |  
Bacia de Santos

**Keywords:** *impact structures | seismic interpretation | Santos Basin*

Dados sísmicos tridimensionais de reflexão, adquiridos e processados em 2004 para prospecção petrolífera de um bloco em fase exploratória, sob concessão à Petrobras na Bacia de Santos, mostraram a estruturação anômala de rochas do Cretáceo Superior na forma de uma área circular de cerca de 20 km de diâmetro, que está recoberta por aproximadamente 4 km de rochas sedimentares não perturbadas. Com base na geometria sísmica dessas estruturas, postula-se que tais feições estão relacionadas a um provável impacto meteorítico durante o Santoniano (85,8 – 83,5 Ma), cujo centro se localiza no Oceano Atlântico, há cerca de 200 km a sudeste de Praia Grande, no litoral de São Paulo, nas coordenadas 25°38'50"S e 45°37'30"W. Pelo seu caráter

inédito, propõe-se para essa feição o nome de estrutura de impacto de Praia Grande (fig. 1a).

Existem vários exemplos publicados de imagens sísmicas 2D de estruturas de impacto (e.g. Mazur *et al.* 2000). No Brasil, a primeira estrutura de impacto identificada sísmicamente foi a do Rio Tefé, que atingiu rochas do Cretáceo Superior da Bacia do Solimões, no Estado do Amazonas (Menezes *et al.* 1999). A estrutura de Praia Grande, no entanto, é o primeiro exemplo brasileiro de impacto em bacias de margem continental, e é apenas o segundo caso no mundo identificado por imageamento sísmico 3D (fig. 2), seguindo-se à cratera de Silverpit, no Mar do Norte (Stewart e Allen, 2005).

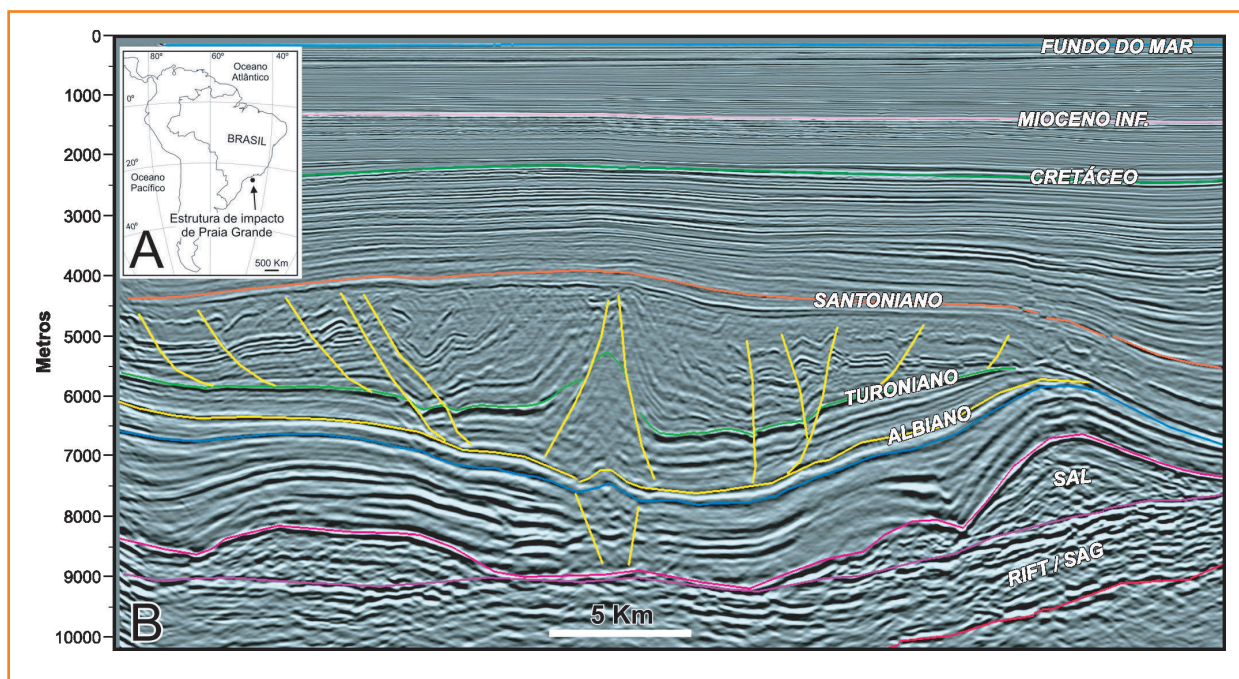
Os critérios diagnósticos para identificação de estruturas de impacto abrangem aspectos geométricos, geofísicos, geoquímicos e de metamorfismo de choque. Estes últimos são considerados os critérios decisivos, dado que ocorrem sob um campo de pressões extremamente altas que é exclusivo dos impactos de corpos em hipervelocidade, da ordem de 20 a 70 km/s (Grieve e

Figura 1

a) mapa de localização da estrutura de impacto de Praia Grande, b) linha sísmica 1734, convertida para profundidade e mostrando um alto estrutural no centro da cratera. Este é circundado por um sinclinal aneliforme e, mais externamente, por falhas lístricas normais. A localização da linha sísmica está indicada na figura 3.

Figure 1

A) Location map of the Praia Grande impact structure, B) Depth-converted seismic line 1734, crossing the structure and showing a structural high in the center of the crater. This high is surrounded by ring syncline, and, externally, by listric normal faults. Seismic line location is shown in Figure 3.



Pilkington, 1996). Por isso, ainda que a assinatura sísmica da estrutura estudada seja perfeitamente compatível com a geometria esperada para uma estrutura de impacto, a origem por choque é assumida ainda como a hipótese mais provável, pois aguarda comprovação pela identificação futura de feições de metamorfismo de choque (deformações planares do quartzo, cones de estilhaçamento).

Outras hipóteses possíveis para a origem da estrutura de Praia Grande são vulcanismo e diapirismo de sal ou de lama. A modelagem dos dados gravimétricos disponíveis não mostra respostas compatíveis com a presença de corpos extensos de rocha vulcânica no centro da estrutura. Com relação à presença de sal ou de lama, cujos contrastes de densidade com a encaixante são mais sutis, a modelagem gravimétrica é inconclusiva devido à grande profundidade de soterramento da estrutura. De qualquer forma, critérios estratigráficos enfraquecem a hipótese de diapirismo de lama ou sal, já que não são conhecidas ocorrências de sal autóctone ou alóctone nem de movimentação de folhelhos no intervalo Cenomaniano-Santoniano da Bacia de Santos. Além disso, os critérios de interpretação sísmica não apóiam o delineamento de corpos salíferos ou lamosos capazes de justificar o padrão de deformação observado.

A estrutura de impacto de Praia Grande é do tipo morfológico complexo, que é próprio das crateras maiores do que 4 km. Essa morfologia é resultado do colapso gravitacional da cratera transiente produzida pelo choque. Imediatamente após o impacto, instala-se um regime de escorregamento centrípeto das rochas-alvo em direção à cavidade aberta na crosta, resultando na implantação de um alto estrutural no centro da cratera, que é circundado por um sinclinal aneliforme adjacente e, mais externamente, por falhas lístricas normais circulares concêntricas (fig. 3). Ao final desse processo de colapso gravitacional, que não dura mais do que poucos segundos, a cratera adquire uma forma mais ampla e mais rasa do que a original. Por interpretação sísmica, estima-se que as rochas que compõem o alto central sofreram um soerguimento estratigráfico (SE) de pelo menos 2 km (fig. 4), valor esse que é compatível com o esperado para uma estrutura de impacto de 20 km de diâmetro (D), segundo a equação  $SE = 0,1 D$  (Grieve e Pilkington, 1996).

A estrutura de impacto de Praia Grande aparentemente sofreu pouca erosão, como demonstra uma discordância próxima ao topo do Santoniano (fig. 1b). A ocorrência de reflexões múltiplas de alta frequência logo abaixo dessa interface obscurece a visualização do preenchimento do

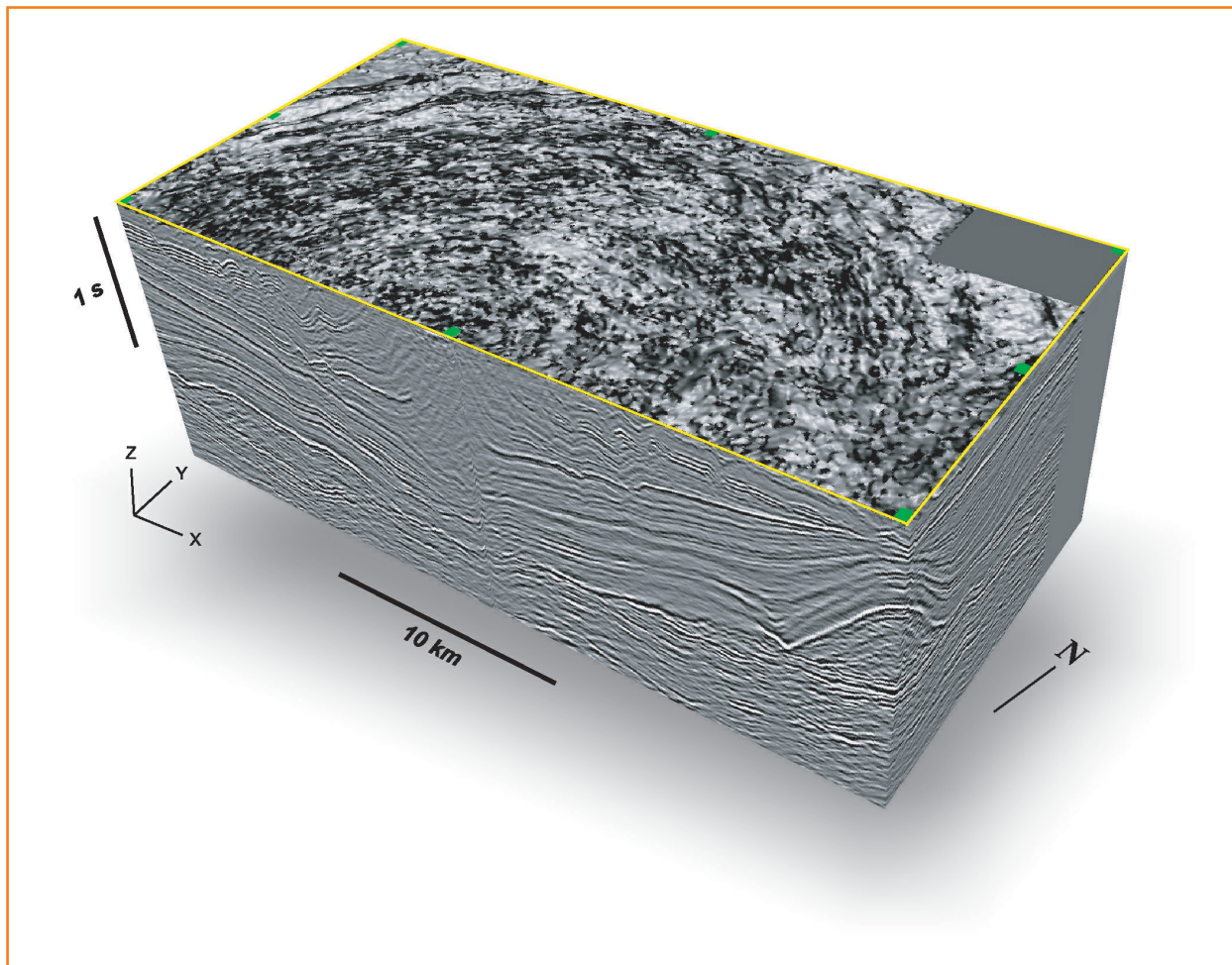


Figura 2

Cubo de dados sísmicos em tempo e horizontalizado para reconstrução aproximada da geometria à época do impacto. Notar a distribuição concêntrica das falhas em torno do alto central na seção horizontal do topo do cubo, onde é mostrado o atributo sísmico de mergulho dos refletores.

Figure 2

Seismic data cube in time and flattened by approximate reconstruction of the geometry at the time of impact. Notice the concentric distribution of faults around the central high in the horizontal section of the top of the cube, where the dip seismic attribute of the reflectors is shown.

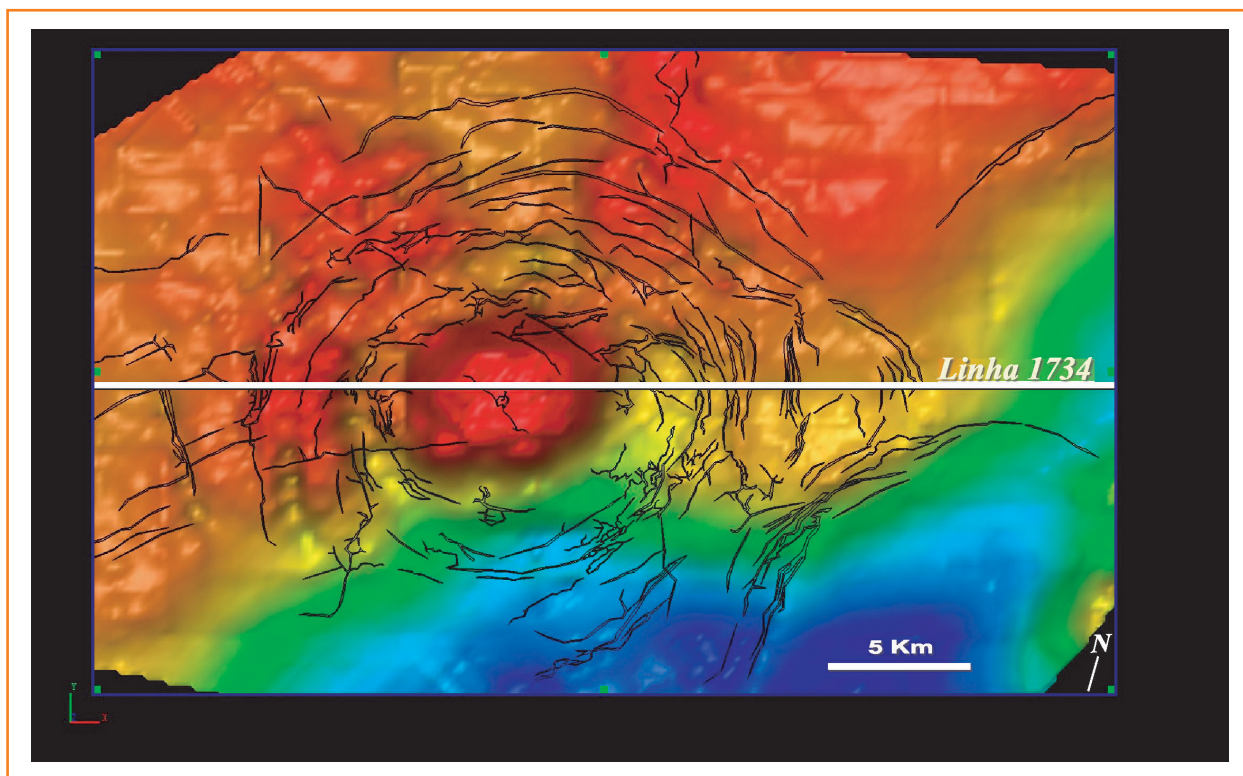
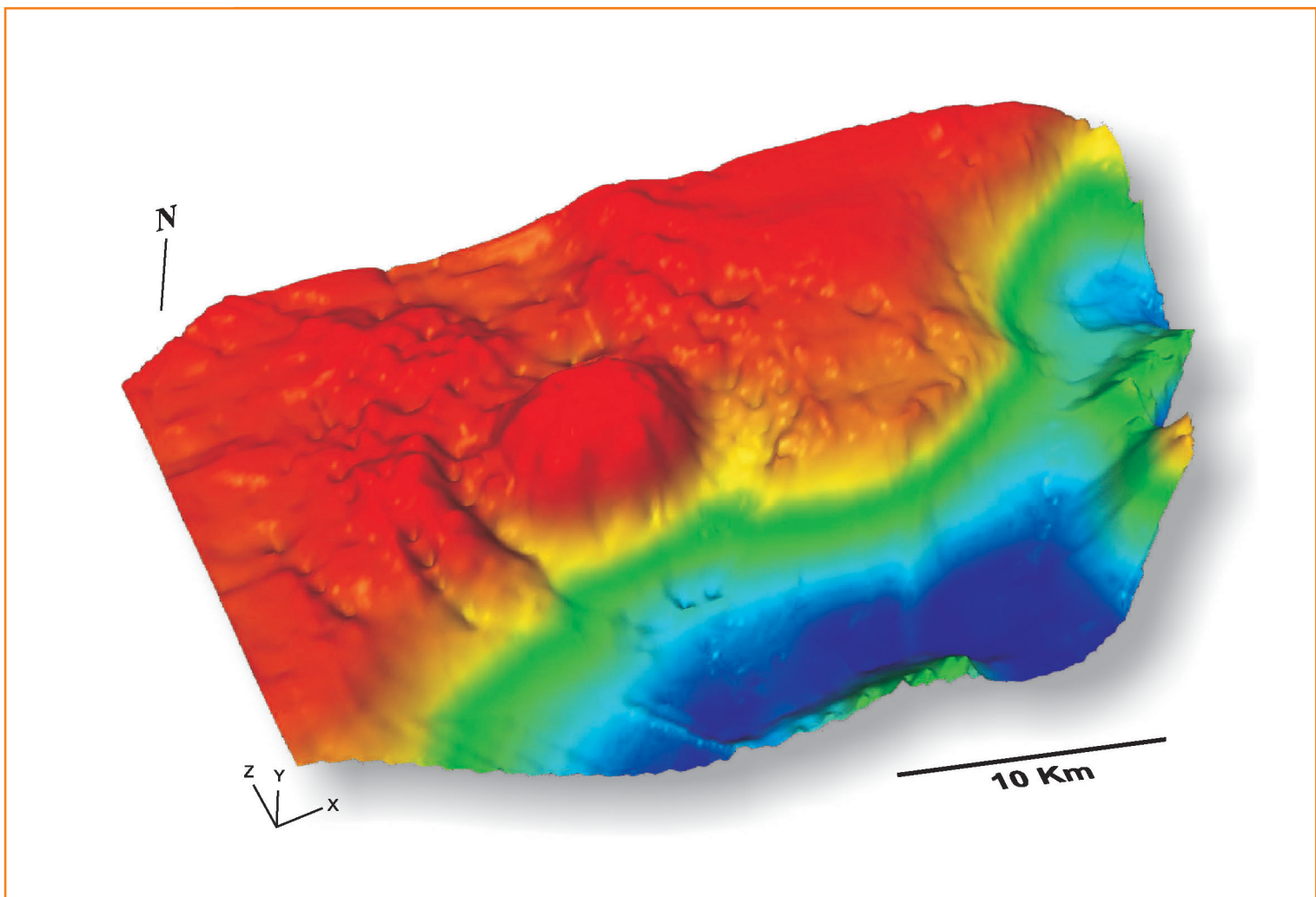


Figura 3

Mapa de falhas associadas ao processo de impacto, sobrepostas ao contorno estrutural em tempo, de um horizonte interpretado no intervalo Santoniano.

Figure 3

Map of impact process associated faults, superposed to structural contour in time of a horizon interpreted in the Santonian interval.



**Figura 4**

Vista oblíqua de um horizonte sísmico em tempo interpretado no intervalo deformado (Santoniano), mostrando o alto central, o sinclinal aneliforme adjacente e as falhas circulares concêntricas produzidos pelo impacto.

**Figure 4**

*Oblique view of a seismic horizon in time, interpreted in the deformed Santonian interval, showing the central high, the ring syncline and the concentric circular faults produced by the impact.*

sinclinal que contorna o alto central, além de dificultar a interpretação do limite entre os estratos pré e pós-impacto. No centro do impacto, a deformação se estende em profundidade por mais de 4 km de rochas das formações Itajaí-Açu, Itanhaém e Guarujá. As falhas normais circulares mais internas, cujos planos assumem uma forma cônica em três dimensões, sofrem descolamento nos carbonatos do topo da Formação Itanhaém. Já as falhas circulares mais externas sofrem descolamento em interfaces estratigráficas cada vez mais rasas em direção ao anel mais externo da estrutura, algumas vezes mostrando preferência por níveis argilosos, como o folhelho anóxico Turoniano. O núcleo do alto central é composto por rochas provavelmente cenomanianas a santonianas, cujos mergulhos situam-se em 30°. Os estratos cenozóicos posteriores ao choque estão

arqueados em torno da área central por compactação diferencial, corroborando a hipótese de rochas soerguidas mais adensadas nesse local. Essa maior rigidez relativa do alto central, que não é observada na estrutura de Silverpit, talvez também possa denunciar a presença de rochas provenientes de fusão parcial (suevitos), já que em uma pequena área do ápice do alto central observam-se fortes reflexões positivas, que, em outras áreas da bacia estão associadas a rochas vulcânicas. (fig. 1b)

## agradecimentos

A CGG (*Compagnie Générale de Géophysique*) Multi-Client pela permissão da publicação das imagens sísmicas.

## referências bibliográficas

GRIEVE, R. A. F.; PILKINGTON, M. **The signature of terrestrial impacts.** AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics. V. 16 (4), p. 399-420, 1996.

MAZUR, M. J.; STEWART, R. R.; HILDEBRAND, A. R. **The seismic signature of meteorite impact craters.** CSEG Recorder, julho, p. 10-16, 2000.

MENEZES, J. R. C.; SOUZA, C. F.; FORTES, F. P.; BARBOSA FILHO, C. **Geophysical evidence of a possible impact structure at the K-T boundary of the Solimões basin, Brazil.** In: International Congress of the Brazilian Geophysical Society, 9, 1999, Rio de Janeiro. CD-ROM... Rio de Janeiro : Sociedade Brasileira de Geofísica, 1999.

STEWART, S. A.; ALLEN, P. J. **3D seismic reflection mapping of the Silverpit multi-ringed crater, North Sea.** GSA Bulletin, v. 117, n. 3/4, p. 354-368, 2005.

## abstract

*This work presents the unpublished Praia Grande impact structure, located in the Santos basin, approximately 200 km southeast from the coastline of São Paulo State, Brazil. The identification of this structure is based on the interpretation of three-dimensional seismic data, acquired and processed in 2004 for petroleum exploration in a Petrobras concession block in the Santos Basin. The main morphological elements imposed on Upper Cretaceous rocks are a structural high in the center of the crater, an adjacent ring syncline, and, externally, several concentric circular listric normal faults. The structure is apparently well preserved from erosion, measures around 20 km in diameter, is buried by 4 km of rocks and occurred in the Santonian (85,8–83,5 Ma).*

## autor author



**Gustavo Alberto Correia**

E&P - Exploração

Interpretação e Avaliação das Bacias da Costa Sul

Pólo Sul

e-mail: [gustavoac@petrobras.com.br](mailto:gustavoac@petrobras.com.br)

**Gustavo Alberto Correia** nasceu em 18 de maio de 1956 no Recife – PE e graduou-se em Geologia em 1977 pela Universidade Federal de Pernambuco. Ingressou na Petrobras em 1978 como geofísico de campo na RENOR (Belém), passando em seguida a intérprete exploratório nas bacias de São Luis, Parnaíba e Alto Amazonas, atividade que ocupa até os dias de hoje. Em janeiro de 1981 foi transferido para o DENOC (Manaus), onde atuou na Bacia do Alto Amazonas. Em dezembro de 1984 passou a trabalhar no Edise (Rio de Janeiro), tendo atuado nas bacias de Campos, Ceará-Potiguar, Santos, Sergipe-Alagoas, Jacuípe e Pernambuco-Paraíba. Desde junho de 2002 trabalha com a Bacia de Santos.