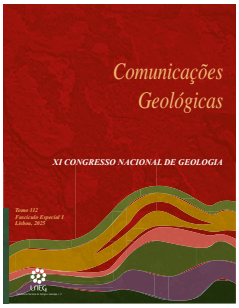
Comunicações Geológicas

Comunicações Geológicas (2025) 112, Especial I, 125-128
ISSN: 0873-948X; **e-ISSN**: 1647-581X

Evolução morfo-sedimentar oligo-holocénica do baixo curso do rio Piranhas-Açu, Rio Grande do Norte (Brasil)

Oligo-Holocene morpho-sedimentary evolution of the lower course of the Piranhas-Açu river, Rio Grande do Norte (Brazil)



P. Í. C. Aderaldo[1,2*], A. Perez Filho[1], P. Proença Cunha[2]

DOI: https://doi.org/10.34637/d52g-wx65
Recebido em 01/10/2023 / Aceite em 27/02/2024
Publicado online em abril de 2025
© 2025 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP

Artigo original
Original article

Resumo: É objetivo deste trabalho identificar, cartografar e interpretar as principais unidades morfo-sedimentares datáveis do Oligocénico à atualidade, no baixo curso do rio Piranhas-Açu. Durante o Oligocénico e Miocénico ocorreram pulsos vulcânicos na Bacia Potiguar, gerando basaltos. Durante o provável Pliocénico a Gelasiano, houve o preenchimento sedimentar culminante (Formação Barreiras). No Plistocénico, a etapa de incisão fluvial na Formação Barreiras e unidades anteriores, gerou vales com escadarias de terraços. No Holocénico, o dominante controlo eustático gerou várias unidades costeiras que representam sucessivos sistemas de ilhas barreiras-laguna. Caracterizou-se a evolução do canal Piranhas-Açu. A representação das unidades morfo-sedimentares em um mapa com escala 1:100.000 permite a observação dos dados espacializados e suporta as interpretações e discussões de dados.

Palavras-chave: Cenozóico, unidades morfo-sedimentares, Rio Piranhas--Açu.

Abstract: This work aims to identify, characterize and map the main sedimentary lithostratigraphic units ascribed to date between the Oligocene and Present, in the lower Piranhas-Açu River. During the Oligocene and Miocene, volcanic pulses in the Potiguar Basin generate the basalts of the Tibau Formation. During the Pliocene, a culminating sedimentary filling (Barreiras Formation) covered the study area. In the Pleistocene, paleovalley incision in the Barreiras Formation and older units was made, but the evolution also included the genesis of alluvial terraces. Holocene eustatic control on coastal sedimentation in the study area is interpreted as the dominant, recorded by several units of sandy barrier-lagoon systems. The geological evolution of the Piranhas-Açu channel was characterized. The cartography of the morpho-sedimentary units on a 1:100.000 scale map, allows the observation of spatialized data in the area and supports the interpretation and discussion of data.

Keywords: Cenozoic, morpho-sedimentary units, Piranhas-Açu River.

[1] Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências da UNICAMP. Rua João Pandiá Calógeras, Cidade Universitária, Campinas SP, Brasil.
[2] Universidade de Coimbra; MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente/ ARNET – Rede de Investigação Aquática; Dep. Ciências da Terra, Rua Sílvio Lima, 3030-790 Coimbra, Portugal.

[*] Corresponding author / Autor correspondente: pedroitalo@ige.unicamp.br

1. Introdução

A área de estudo corresponde ao baixo curso do rio Piranhas-Açu, localizado na costa leste do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. O clima presente é semiárido, com período chuvoso de 4-5 meses, motivado por atuação primordial da Zona de Convergência Intertropical (Nimer, 1979). A morfologia litoral é caracterizada por uma extensa faixa de praia (~90 km), acompanhada por barreiras arenosas, planícies de maré e campos de dunas eólicas. Nas áreas central, noroeste e nordeste, observam-se terraços marinhos e um vasto estuário com manguezais. A leste, a maior altitude, afloram a Formação Barreiras e basaltos; a oeste há terraços fluviais plistocénicos, em vale entalhado principalmente na Formação Barreiras, evidenciando soerguimento tectónico e arqueamento anticlinal. A rede de drenagem predominante é a dendrítica. A deriva litoral dá-se no sentido E-O, com 20-105 cm/s; há regime de mesomareal, com ondulação dominante no sentido NNE-SSO e altura máxima de 3 m (Vital, 2009). A vegetação é rasteira e de caatinga. As principais atividades antrópicas incluem a produção de sal e camarão, a agricultura, extração de petróleo e produção de energia eólica.

A área de estudo pertence à Bacia Sedimentar Potiguar (Pessoa Neto *et al*., 2007). As unidades litostratigráficas do Oligocénico ao atual traduzem uma acomodação e evolução morfo-sedimentar com uma atuação da Falha de Afonso Bezerra (FAB) (NW-SE) e da Falha Carnaúba (FC) (NE-SW), bem como o dobramento da Serra do Mel. A ativação dessas estruturas, advém de movimentos compressivos paralelos à costa, e movimentos distensivos, perpendiculares à costa, motivados pela confluência (E-W), resultantes da expansão da cadeia Mesoatlântica e Andina (Assumpção *et al*., 1992), assim como, de movimentos dextrais, ocasionado a partir do prolongamento ocidental das falhas transformantes, ao longo da Margem Equatorial Brasileira (Dantas, 1998).

A contribuição do dobramento da Serra do Mel, a oeste, é retratada, a partir do seu soerguimento superior aos 200 m, que propiciou na sua porção central, o surgimento de um extenso afloramento da Formação Barreiras, como também, a leste e oeste, nos seus respectivos flancos suaves e escalonados, a formação de terraços aluviais plistocénicos, com altitudes inferiores aos 100 m, correspondentes aos antigos depósitos dos rios Apodi-Mossoró e Piranhas-Açu (Maia, 2012).

No contexto dos sistemas de falhas, observa-se que a FAB (NO-SE), além de delimitar a noroeste, a Formação Barreiras e a cascalheira plistocénica do Piranhas-Açu, também direciona a sudeste os

alinhamentos de vales, constituídos por base onde aflora a Formação Jandaíra e por vertente/topo, com depósitos aluviais plistocénicos ou da Formação Barreiras. No que concerne a FC (NE-SO), é notado a sua atuação durante a delimitação do término desses vales (Caldas, 1998).

Em conjunto, as FAB e FC também atuaram na evolução holocénica costeira. Nota-se que a linha de praia atual, segue o sentido aproximado dos seus controles estruturais, bem como, a paleolinha sugerida para período de máximo transgressivo ~5.000 anos AP (Fonseca, 1996).

Este trabalho tem como objetivo identificar, interpretar e cartografar as principais unidades sedimentares do Oligocénico ao atual, no baixo curso do rio Piranhas-Açu.

2. Metodologia

Para a identificação das unidades litostratigráficas cenozóicas, realizaram-se trabalhos de gabinete e campo. No gabinete, iniciou-se a delimitação preliminar das unidades, através de imagens: Landsat 8 adquiridas em julho de 2019, disponíveis no software Google Earth; SRTM - Shuttle Radar Topography Mission, resolução de 30 m (1 arco-segundo global); e ALOS PALSAR (FBS), com re-amostragem para 12,5 m, ambas acedidas nos respectivos repositórios https://earthexplorer.usgs.gov e https://asf.alaska.edu. Nessa etapa, também se utilizou base cartográfica geológica (1:100.000) (Bezerra *et al.*, 2007).

Nos trabalhos de campo, verificaram-se os dados organizados em gabinete, registraram-se particularidades morfológicas, coletaram-se amostras de sedimentos nos 2 m superficiais e mediram-se cotas altimétricas com auxílio de GPS, com precisão de ~1 m.

Por último, a partir da associação entre informações adquiridas no gabinete e no campo, realizaram-se discussões e representação cartográfica, desenhada no software ArcGIS (ESRI), em escala de 1:100.000.

3. Resultados

Apresentam-se, a seguir, as principais unidades morfo-sedimentares que compõem as paisagens no baixo curso do rio Piranhas-Açu (Figura 1).

As rochas do magmatismo Macau são constituídas por diabases e basaltos, observadas a leste sobrepostos aos arenitos da Formação Tibau. Este registro de intensa atividade magmática, condicionada por stress extensional E-O, tem idade oligocénica e miocénica (Bezerra *et al.*, 2007).

A Formação Barreiras é a unidade culminante no enchimento sedimentar da região (última fase de evolução agradativa da Bacia Potiguar, antecedendo a etapa de encaixe da rede hidrográfica), é constituída por arenitos friáveis e argilas, com concreções ferruginosas e coloração variando de alaranjada a esbranquiçada (Nunes *et al.*, 2011). A sua bordadura norte é expressa por arribas vivas e mortas,

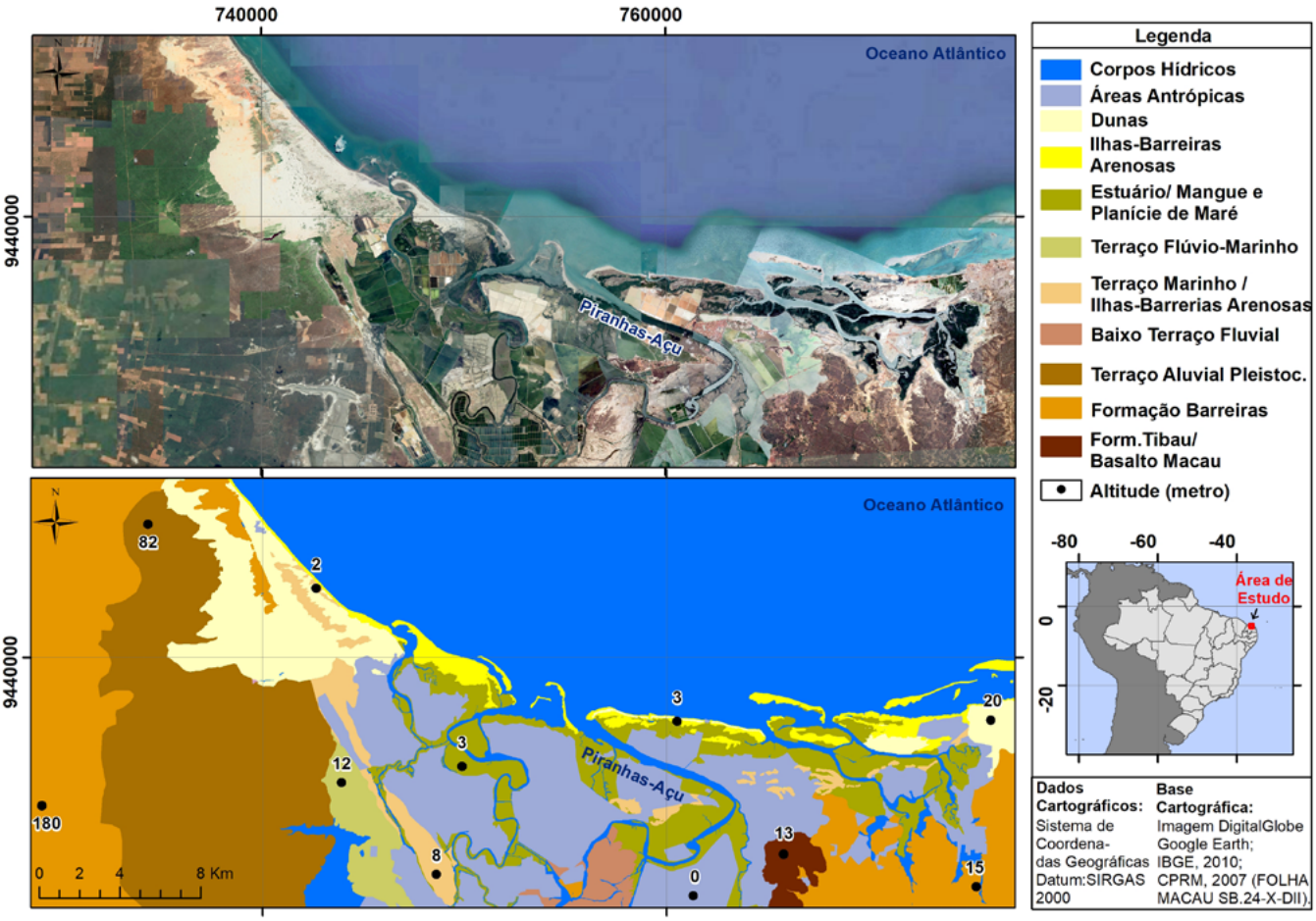


Figura 1. Unidades morfo-sedimentares no baixo curso do rio Piranhas-Açu, Rio Grande do Norte, Brasil.
Figure 1. Morpho-sedimentary units in the lower course of the Piranhas-Açu River, Rio Grande do Norte, Brazil.

talhadas por incursões marinhas plistocénicas e holocénicas. No setor oeste, a sua superfície apresenta-se deformada em anticlinal com eixo NNE-SSO, resultante de tectónica ativa compressiva, com altitudes variando entre ~200 e 10 m. No setor a leste, a superfície do topo tem altitude entre ~70 a 5 m e está coberta por dunas eólicas ao se aproximar da costa. A Formação Barreiras é interpretada como de ambiente deltaico, incluindo rede fluvial entrançada que passa distalmente a fácies de planície deltaica e litoral. É-lhe atribuída uma idade do Miocénico superior ao Pliocénico (Fortes, 1986; Pfaltzgraff e Torres, 2010), mas pode ser do Pliocénico ao Gelasiano.

Os terraços fluviais plistocénicos, correspondem ao enchimento sedimentar do paleovale do Piranhas-Açu, orientado SSO-NNE. As camadas são granodecrescentes, com espessura decimétrica a métrica (Bezerra *et al*., 2007). A oeste, sua altitude varia entre ~140 m (no eixo predominantemente a SSO, onde sofreu maior soerguimento tectónico e contém as maiores altitudes) e ~14 m (no eixo predominantemente a NNE, onde se encontram em contato com depósitos marinhos holocénicos e estão a menores altitudes). Há predominância de conglomerados e arenitos, os quais estão depositados sobre a superfície erosiva (desconformidade) embutida na Formação Barreiras. Suas idades identificadas, variam entre ~325 ka a ~13 ka (Moura-Lima, 2010).

Os terraços flúvio-marinho, marinho e as ilhas barreiras mais antigas, têm suas evoluções correlacionadas e atribuídas a dois momentos de Níveis Relativos Marinhos - NRM, diferentes do atual.

No primeiro momento holocénico de NRM, foi formado um terraço flúvio-marinho, atingindo um máximo de incursão a 12 km da costa atual. A deposição marinha, com areias médias esbranquiçadas, ocorreu aos ~6 ka, sobre depósitos fluviais e transicionais. O topo deste terraço é uma superfície plana, com altitude entre ~10 a 7 m, podendo alcançar os ~13-10 m, em porções isoladas com depósitos eólicos e em porções a oeste com depósitos aluviais erodidos (contato estrutural com o terraço fluvial plistocénico). Acredita-se no soerguimento tectónico deste terraço, visto que há identificação desse soerguimento em feições costeiras semelhantes e próximas (Bezerra e Vita-Finzi, 2000).

O segundo momento de NRM proporcionou a formação do terraço marinho e ilhas-barreiras arenosas, compreendendo um outro sistema de ilhas barreiras-laguna, com altitudes de ~7 a 4 m, situados entre 0,2 e 8 km para o interior da costa atual. Abrange áreas desde o atual estuário até porções a oeste, embutidas entre as arribas e a faixa de praia. Seus sedimentos são constituídos por areias médias bioclásticas, mal calibradas, de cor esbranquiçada e idade de ~2,5 a ~2,0 ka. Idades semelhantes também foram encontradas por Bezerra *et al*. (2003). Neste trabalho feito toda a costa do Estado do Rio Grande do Norte, indicando dois picos de alto nível do mar; um representado por depósitos aos ~6 m de altitude com ~5 ka e um outro aos ~5 m de altitude e com ~1,8 ka.

O estuário ocupa a porção central com, aproximadamente, 180 km² e contém significativas atividades antrópicas, representadas pela produção de sal e de camarão. Os seus aspectos físicos, são reconhecidos pelas planícies lodosas intermareais de manguezal, que alcançam altura entre ~2 e 5 m, constituídas por sedimentos orgânicos e localmente areias finas quartzosas. A sua evolução está sobreposta a depósitos marinhos com ~2,5 ka a 2,0 ka e tiveram fechamento estuarino após os ~500 anos AP, com o crescimento das mais recentes ilhas-barreiras arenosas.

Os baixos terraços fluviais do rio Piranhas-Açu, são reconhecidos a cotas de 6 a 2 m acima do nível do mar atual e de 2 a 1 m acima da moderna planície aluvial. A sua evolução compreende sucessivos momentos deposicionais e erosivos, com migração de sentido predominante para leste. Apresentam areia fina micácea e silte médio-fino de cor castanho escuro ou claro. Os terraços têm superfície plana ou suavemente inclinada em direção ao canal, com constantes marcas erosivas advindas de cursos de água com menor caudal. As suas idades remetem-se aos últimos ~500 anos, estando relacionadas aos eventos que consolidaram as atuais ilhas-barreiras arenosas.

As ilhas-barreiras arenosas mais recentes fazem o limite atual entre o ambiente transicional e o Oceano Atlântico, apresentando-se com 3 a 8 km de extensão e 0,1 a 1,8 km de largura. Registra-se migração no sentido E-O e em duas posições foram calculadas velocidades de migração entre 8 e 15 m/ano, nos últimos séculos. No contacto com o mar, as maiores ilhas-barreiras apresentam faixa de praia com areias finas a grosseiras bioclásticas. Para o interior, desenvolve-se uma cobertura de areias eólicas médias a finas, de cor esbranquiçada e dunas fixas por vegetação rasteira que podem atingir 12 m de altura. Sua evolução corresponde aos últimos ~500 anos.

4. Discussão

Com base no anteriormente exposto, propõe-se a seguinte evolução desde o Oligocénico, no baixo curso do rio Piranhas-Açu.

A primeira atividade, do Oligocénico ao Miocénico, está expressa pela vigorosa atividade vulcânica na bacia Potiguar. Após esse período, a Formação Barreiras, do provável Pliocénico a Gelasiano, representa um importante acarreio siliciclástico, em sistema fluvial a litoral, preenchendo toda a área de estudo.

Durante o Plistocénico houve dinâmica fluvial, com incisão na Formação Barreiras e formando o vale do Piranhas-Açu, com bordaduras que alcançam, a partir da linha central do atual canal, ~20 km a leste e ~25 km a oeste. Evidencia-se a formação de sucessivos níveis de terraços aluviais, com preservação desse escalonamento principalmente na porção oeste. Ressalva-se que durante esse período plistocénico, deposições marinhas não foram evidenciadas durante as observações de campo.

No Holocénico ocorreram dois picos de NRM, que alcançam setores diferentes na área de estudo. O primeiro pico, ocorrido aos ~6.000 anos AP, foi observado a ~12 km da costa, representado pela camada marinha de terraço flúvio-marinho. O segundo pico foi responsável por formar terraço marinho e ilhas-barreiras arenosas com idades entre ~2,5 e 2,0 ka. O terraço dos ~6 ka, corresponde ao máximo eustático evidenciado em muitos setores da costa brasileira (Suguio, 2010); o terraço dos ~2,5-2,0 ka, corresponde a deposição em período mais úmido e com maior acarreio sedimentar, no intervalo entre os eventos Bond 2 e Bond 1 (Bond *et al*., 2001).

Por último, correspondendo aos últimos ~500 anos AP, deu-se a formação das atuais ilhas-barreiras arenosas em contato com o oceano, consolidação do atual estuário, a formação do nível de baixo terraço fluvial e o encaixe do atual leito do Piranhas-Açu.

Notaram-se evidências de soerguimento tectónico afetando a Formação Barreiras, os terraços fluviais plistocénicos e o terraço flúvio-marinho holocénico.

5. Conclusão

Esta pesquisa contribuiu para identificação e interpretação das principais unidades litoestratigráficas, no baixo curso do rio Piranhas-Açu, do Oligoceno ao atual. A representação dessas unidades em um mapa com escala 1:100.000, permitiu a compreensão da distribuição geográfica das diferentes unidades e favoreceu a observação holística da evolução geológica e geomorfológica da área de estudo.

Foram identificadas diversas unidades litoestratigráticas, com características e evoluções diferentes ao longo do tempo. O Magmatismo Macau, com rochas contidas por diabásios e basaltos, reflexo de uma intensa atividade magnética, advém do período entre oligocénico e miocénico (Bezerra *et al*., 2006). A Formação Barreiras, com idade miocénica superior ao pliocénico, embora possa-se

estender até o gelasiano, apresenta características geomorfológicas como arribas, superfícies deformadas e cobertura por dunas eólicas em alguns setores (Fortes, 1986; Pfaltzgraff e Torres, 2010). Os terraços fluviais plistocénicos correspondem à preenchimento sedimentar do paleovale do Piranhas-Açu, datados do plistocénico, com camadas granodecrescentes e altitudes variadas (Moura-Lima, 2010). O terraço flúvio-marinho, formado no holocénico, durante o pico transgressivo marinho, tem idade ~6 ka. Durante ~2,5 a ~2,0 ka, houve nova oscilação marinha no estuário, formando terraço marinho e as ilhas-barreiras arenosas, com altitudes de ~7-4 m. Ulteriormente, baixos terraços fluviais e ilhas-barreiras atuais, são formados nos ~500 anos AP.

Ao fornecer essas interpretações e análises, este artigo, enriquece o conhecimento sobre a evolução geológica da área de estudo e colabora para a compreensão das paisagens e dos processos geológicos em uma escala regional.

Agradecimentos

Este trabalho teve apoio financeiro de: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo fomento de pesquisa, processos (2018/23828-8); (2022/05005-0); e da Fundação para a Ciência e Tecnologia, nos projetos UIDB/04292/2020 e UIDP/04292/2020 (MARE) e LA/P/0069/2020 (Laboratório Associado ARNET).

Referências

Assumpção, M., 1992. The regional intraplate stress field in South America. *Journal of Geophysical Research*, **97**: 889–903.

Bezerra, F.H.R., Amaral, R.F., Silva, F.O., Sousa, M.O.L., Fonseca, V.P., Vieira, M.M., Lima, E.N.M., Aquino, M.R., 2007. *Folha Macau SB.24-X-D-II e SB.24-X-V*. CPRM/FINEP/UFRN, 1-63.

Bezerra, F.H.R, Barreto, A.M.F, Suguio, K., 2003. Holocene sea-level history on the Rio Grande do Norte State coast, Brazil. *Marine Geology*, **196**: 73-89.

Bezerra, F.H.R, Vita-Finzi, C., 2000. How active is a passive margin? Paleoseismicity in northeastern Brazil. Geology, **7**: 591–594.

Bond, G., Kromer, B., Beer, L., Muscheler, R., Evans, M. N., Showers, W., Hoffmann, S., Lotti-Bond, R., Hajdas, I., Bonani, G., 2001. Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene. *Science*, **294**: 2130-2135. https://doi:10.1126/science.1065680.

Caldas, L.H.O., 1998. *Estudo geológico e geofísico da Falha de Carnaubais, Bacia Potiguar - RN, e implicações neotectônicas*. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN, 1-89.

Dantas, E. P., 1998. *Gravimetria e sensoriamento remoto: uma aplicação ao estudo da tectônica recente entre Macau e São Bento do Norte (RN)*. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN, 1-97.

Fonseca, V.P., 1996. Estudo morfo-tectônico da área do baixo curso do Rio Açu (Açu-Macau), Rio Grande do Norte. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

Fortes, F. P., 1986. *A tectônica de teclas da Bacia Potiguar*. Congresso Brasileiro de Geologia, Goiânia.

Maia, R. P., 2012. *Geomorfologia e Neotectônica no Vale do Rio Apodi-Mossoró RN*. Tese de Doutoramento, Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Centro de Ciências Exatas e da Terra. Natal, RN.

Moura-Lima, E. N., Bezerra, F. H. R., Lima-Filho, F. P., Castro, D. L. de., Sousa, M. O. L., Fonseca, V. P., Aquino, M. R., 2010. 3-D geometry and luminescence chronology of Quaternary soft-sediment deformation structures in gravels, northeastern Brazil. *Sedimentary Geology*, **235**(3-4): 160-171

Nimer, E., 1979. Um Modelo Metodológico da Classificação de Climas. *Revista Brasileira de Geografia*, **41**(4): 59-89.

Nunes, F. C., Silva, E. F., Vilas Boas, G. S., 2011. *Grupo Barreiras: características, gênese e evidências de neotectonismo*. Rio de Janeiro. Embrapa Solos.

Pessoa Neto, O. C., Soares, U.M., Silva, J.G.F., Roesner, E.H., Florencio, C.P., Souza, C.A.V., 2007. Bacia Potiguar. *Boletim de Geociência PETROBRAS*, Rio de Janeiro, **15** (2): 1-23.

Pfaltzgraff, P. A. S., Torres, F. S. M., 2010. Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte. CPRM.

Suguio, K. 2010., Geologia do Quaternário e mudanças ambientais. Oficina de Textos. São Paulo.

Vital, H., 2009. The mesotidal barrier of Rio Grande do Norte. In: Dillemburg, S., Hesp, P. (Eds) *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil*, Springer-Verlag, Berlin.