

CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DO POÇO SIS 720 TALUDE CONTINENTAL QUATERNÁRIO DO LITORAL DO PIAUÍ

Jéssica Patrícia Capistrano Lins ¹

Jeziel Pena Forte Lopes ²

George Satander Sá Freire ³

10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v28n1p72-85

¹Programa de Pós-Graduação em Geologia – UFC. jehpah@hotmail.com

²Programa de Pós-Graduação em Geologia – UFC. jeziel-lobes@hotmail.com

³Departamento de Geologia – UFC. satanderfreire@gmail.com

RESUMO

Apesar da importância e dos vários trabalhos realizados na margem continental brasileira, e especificamente sobre a plataforma continental, ainda são poucos os trabalhos realizados no talude continental, particularmente no talude do Piauí. Desta forma, o presente artigo reflete a lacuna do conhecimento sobre o talude continental do Piauí e tem como finalidade a sua caracterização sedimentológica. O estudo foi realizado através do testemunho do poço SIS 720, localizado no talude continental do litoral do Piauí, o qual dista cerca de 91 km da linha de costa compondo a porção oeste da bacia do Ceará, sub-bacia de Piauí-Camocim. Por meio do levantamento cartográfico, levantamento bibliográfico, atividades de campo e análises laboratoriais foi executada a caracterização sedimentológica da região. O testemunho SIS 720 é constituído por dois tipos de sedimentos, os bioclásticos e os siliciclásticos. Os bioclásticos representam a maioria, sendo estes compostos por carapaças e organismos como foraminíferos (planctônicos e bentônicos), gastrópodes, orbulinas e pterópodes. As carapaças dos organismos encontram-se inteiras, evidenciando um ambiente de baixa energia. O elevado teor de CaCO_3 presente na região é dado pela grande quantidade de carapaças de organismos, sugerindo um ambiente onde ocorre pouca dissolução de carbonato. Os siliciclásticos são compostos por quartzo, feldspato potássico, caulinita e ilita. Estes minerais são resultantes da alteração de rochas graníticas e marcam a influência da sedimentação continental na região, sugere-se que estes tenham chegado ao talude por meio de fluxos gravitacionais. A presença de caulinita marca o clima temperado úmido e a ilita marca a ação da sedimentação fluvial. O predomínio do sedimento de granulação silte indica um ambiente de baixa energia com lenta deposição destes minerais. A região estudada do talude continental inferior do Piauí é marcada pela forte influência da sedimentação marinha, altos teores de CaCO_3 , com uma menor contribuição da sedimentação continental, quartzo, feldspatos e argilominerais. Espera-se que este estudo venha fornecer suporte a uma melhor compreensão sobre este ambiente deposicional.

Palavras Chaves: Talude Continental, Testemunho, Bioclásticos, Siliciclásticos, Silte.

ABSTRACT

Despite the importance and the various works carried out in the Brazilian continental margin, and specifically on the continental shelf, there are still few works in the continental slope, particularly in the slope of Piauí. In this way, the present article reflects the knowledge gap on the continental slope of Piauí and its purpose is its sedimentological characterization. The study was carried out through the SIS 720 core, located on the continental slope of the Piauí coast, which is about 91 km off the coast line, forming the western portion of the Ceará basin, Piauí-Camocim sub-basin.

72

Through the cartographic survey, bibliographical survey, field activities and laboratory analyses, the sedimentological characterization of the region was performed. The SIS 720 core consists of two types of sediments, the bioclastics and the siliciclastics. The bioclastics represent the majority, being these compounds by carapace of organisms like foraminifera (planktonic and benthic), gastropods, orbulins and pteropods. The carapace of the organisms are well preserved, evidencing a low energy environment. The high content of CaCO_3 present in the region is given by the large amount of shells of organisms, suggesting an environment where little dissolution of carbonate occurs. The siliciclastics are composed of quartz, potassium feldspar, kaolinite and illite. These minerals result from the alteration of granitic rocks and mark the influence of the continental sedimentation in the region, it is suggested that these have reached the slope by means of gravitational flows. The presence of kaolinite marks the humid temperate climate and the illite marks the action of fluvial sedimentation. The predominance of sediment of silt granulometry indicates a low energy environment with slow deposition of these minerals. The studied region of the lower continental slope of Piauí is marked by the strong influence of the marine sedimentation, high CaCO_3 contents, with a lower contribution of continental sedimentation, quartz, feldspar and clay minerals. It is hoped that this study will provide support for a better understanding of this depositional environment.

Keywords: Continental Slope, Testimony, Bioclastics, Siliciclastics, Silt.

INTRODUÇÃO

Apesar da importância e dos inúmeros trabalhos realizados na margem continental brasileira, esta é uma região ainda pouco conhecida se comparada aos setores emersos do território brasileiro. Da mesma forma, apesar dos vários trabalhos sobre a margem continental brasileira, e especificamente sobre a plataforma continental, ainda são poucos os trabalhos realizados no talude continental, particularmente no talude do Piauí.

O talude continental é uma unidade de relevo, de constituição sedimentar, que fica entre a plataforma continental e a planície abissal e se inclina acentuadamente, até profundidades da ordem de 3.000 m (Tessler & Mahiques, 2000). O relevo do talude não é homogêneo, ocorrendo quebras de declividade e frequentemente cânions e vales submersos, onde podem ser geradas correntes de turbidez formadas por sedimentos de origem terrígena (Tessler & Mahiques, 2000).

O transporte de sedimentos para o talude continental se dá principalmente pela ação da gravidade através de correntes de turbidez, corridas de lama, fluxo de sedimentos, fluxos granulares e deslizamentos. Todos os processos citados, com exceção do último, são classificados como fluxos gravitacionais (Mendes, 1992).

A sedimentação de ambientes profundos como taludes continentais pode ser constituída por diversos tipos de sedimentos, tais como os sedimentos siliciclásticos, bioclásticos, autigênicos, vulcanogênicos e cosmogênicos (D'Ávila et al., 2008).

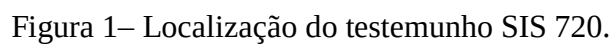
Desta forma, o presente artigo reflete a lacuna do conhecimento sobre o talude continental do Piauí e tem como finalidade a sua caracterização sedimentológica.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado através de um testemunho do talude continental do litoral do Piauí, município de Luís

O testemunho dista cerca de 91 km da linha de costa compondo a porção oeste da bacia do Ceará, sub-bacia de Piauí-Camocim.



Metodologia

A metodologia utilizada para a realização deste trabalho foi dividida em 4 etapas:

- 1) Levantamento cartográfico e bibliográfico: fase onde foi realizada um reconhecimento prévio da área e uma revisão geral de todos os trabalhos relevantes ao tema.
- 2) Atividade de campo: foi realizada pela Agência Nacional do Petróleo (ANP), a qual coletou o testemunho do poço SIS 720 nas coordenadas 222872 E / 9770142 N (Zona UTM: 24S), a uma profundidade de 1.791 m, distando cerca de 91 km da linha de costa.
- 3) Atividades de laboratório: o testemunho foi cortado longitudinalmente ao longo de seu comprimento com auxílio de um fio de aço, onde uma metade do testemunho foi guardada e a outra seccionado em 6 amostras. Com estas amostras foram realizadas análises, começando pela granulométrica (método do peneiramento), seguida do teor de carbonato de cálcio (método do calcímetro de Bernard modificado), teor de matéria orgânica (método de Walkley-Black modificado), difratometria de raios-x e determinação de bióticos.
- 4) Integração e Interpretação dos Dados: para realização desta etapa utilizou-se de *softwares* como o ArcGIS 10.3, Corel Draw X3 e ANASED 5.0.

GEOLOGIA REGIONAL

A Bacia do Ceará (Fig. 2) está localizada na margem equatorial brasileira, abrangendo uma área de aproximadamente 34.000 km², limitando-se a sudeste com a Bacia Potiguar pelo Alto de Fortaleza, e a oeste limita-se com a Bacia de Barreirinhas pelo Alto de Tutóia. O limite sul é dado pela faixa de afloramento do embasamento cristalino,

junto à linha de costa, enquanto ao norte limita-se pelo ramo sul da Zona de Fratura Romanche (Costa et al., 1989 *apud* Beltrami et al., 1994).

Tem sua gênese relacionada ao rompimento do supercontinente Gondwana e, provavelmente, iniciou sua evolução no Eoaptiano (Costa et al., 1989; BELTRAMI et al., 1994). Tal inferência dá-se a partir da grande espessura de sedimentos, ainda não atingido por poços, sob a seção aptiana da bacia e pela considerável espessura de rochas sedimentares paleozoicas e mesozoicas presentes na Bacia de Keta, que é considerada sua contraparte africana (Costa et al., 1989).

Costa et al. (1989) e Beltrami et al. (1994) reconhecem três estágios tectono-sedimentares na bacia, cada qual tendo sido responsável pela deposição de sequências litoestratigráficas correspondentes: fase rifte, fase transicional (ou pós-rifte) e fase drifte. Cada fase de evolução da bacia apresenta sua conformação estrutural específica que propiciou uma mudança cíclica de ambientes deposicionais, gerando assim uma litoestratigrafia que registra cada momento da evolução e que guarda uma correlação com a Bacia Potiguar.

Devido a características tectônicas distintas e feições estruturais proeminentes, a Bacia do Ceará foi subdividida em quatro sub-bacias que são, de leste para oeste, Mundaú, Icarai, Acaraú e Piauí-Camocim (Costa et al., 1990).

As sub-bacias de Piauí-Camocim, Acaraú e Icarai constituem a parte oeste da bacia do Ceará, que engloba ainda a sub-bacia de Mundaú compondo a parte leste. Estas localizam-se na margem equatorial brasileira, ao longo do litoral dos estados do Piauí e do Ceará (Beltrami et al., 1989). As sub-bacias Piauí-Camocim e Acaraú estão separadas pelo Alto do Ceará, a sub-bacia de Icarai, por

sua vez, está separada da sub-bacia de Acaraú pelo prolongamento norte do Lineamento de Sobral-Pedro II, segmento norte do Lineamento Transbrasiliano e as sub-bacias de

Mundaú e Icarai estão separadas por uma inflexão da falha de borda da bacia, no prolongamento nordeste da falha de Forquilha (Morais Neto et al., 2003).

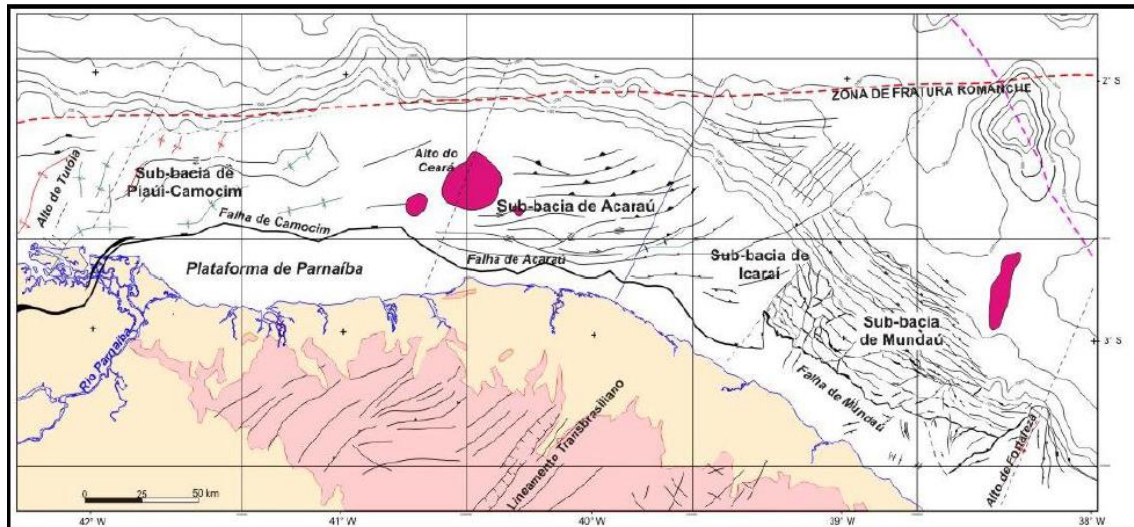


Figura 2 – Localização, limites e arcabouço da Bacia do Ceará (Fonte: Moraes Neto et al., 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Descrição Macroscópica

O testemunho é uniforme no que se refere ao tipo de sedimento, coloração e estrutura (Fig. 3A e 3B). É composto por uma lama com estrutura homogênea de coloração *light olive gray* (The Rock - Color Chart Committee, 1984).

Análise Granulométrica

Foi realizada a partir do peneiramento de 40 g de cada amostra,

onde se pode extrair os percentuais de cascalho, areia, silte e argila para o testemunho (Fig. 4). O testemunho é composto predominantemente por silte com menores proporções de argila, areia e cascalho. A fração cascalho tem valores variando de 0% a 0,025% com média de 0,016%, onde o menor deles se encontra no topo do testemunho. As partículas de cascalho representam menos de 1% dos percentuais granulométricos encontrados no testemunho. Toda a fração cascalho presente é composta essencialmente por bióticos.



Figura 3 – A) Fotografia do testemunho do poço SIS-720; B) Representação do testemunho do poço SIS-720 com escala centimétrica.

Os valores de areia variam de 4,59% a 7,46 % com média de 5,72%, estando o maior destes no meio do testemunho.

A fração silte é a mais representativa com valores variando de 77,5% até 84,46% e uma média de 81,52%, onde o maior destes valores encontra-se no topo do testemunho.

Os valores de argila variam de 9,173% a 15,25% com uma média de 12,71%, onde o maior destes valores está no meio do testemunho.

Para a classificação granulométrica dos sedimentos utilizou-se o diagrama triangular de Shepard com base nas percentagens de areia, silte e argila (Fig. 5).

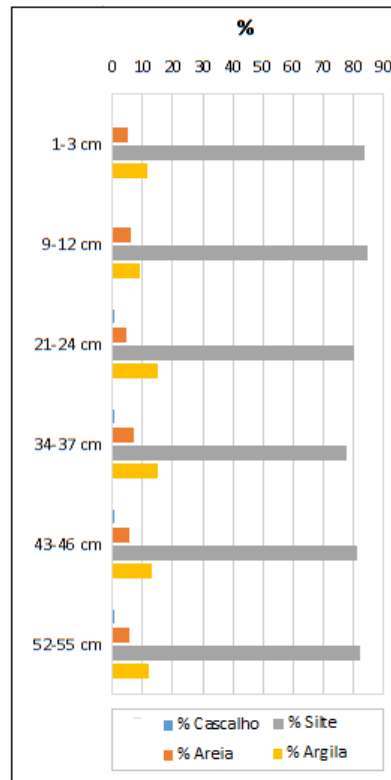


Figura 4 – Variação textural no testemunho do poço SIS-720.

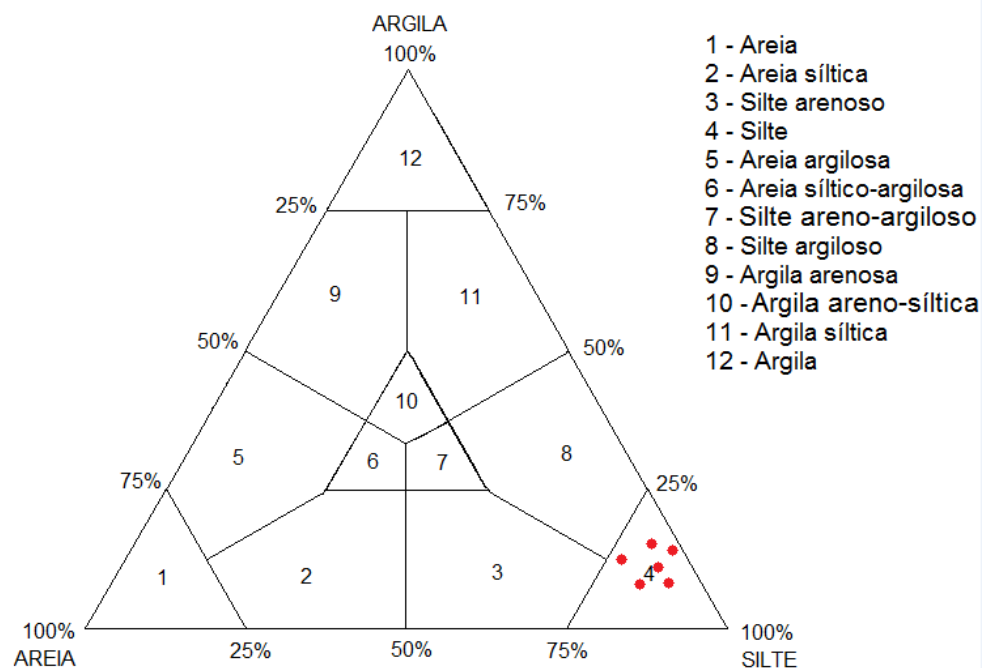


Figura 5 – Diagrama triangular de Shepard para classificação dos sedimentos com base nas percentagens de areia, silte e argila (Fonte: Shepard, 1954).

De acordo com a classificação dos sedimentos no diagrama triangular tem-se um material classificado como silte, pois todas as amostras plotam no campo do silte, indicando que a área compõe um ambiente de baixa energia onde se depositam os sedimentos de granulação mais fina.

Carbonato de Cálcio

O carbonato de cálcio (CaCO_3) ocorre no ambiente marinho como componente de conchas, corais e carapaças de organismos. Em consequência da grande quantidade de foraminíferos encontrados nas amostras, fez-se necessária a análise do teor de carbonato de cálcio, a qual foi realizada pelo método do calcímetro de Bernard modificado (Lamas *et al.*, 2005).

O testemunho (Fig. 6) apresentam uma média de 99,0% de

CaCO_3 , onde a variação está compreendida entre 95,0% (43-46 cm) e 100,0% (52-55 cm). Este elevado teor sugere um ambiente onde ocorre pouca dissolução de CaCO_3 , acima da profundidade de compensação do carbonato de cálcio (lisoclina). A relação entre a sedimentação carbonática e a influência continental afeta a distribuição dos sedimentos (Knoppers *et al.*, 1999), possibilitando uma correlação entre a baixa influência do continente na região com o elevado teor de CaCO_3 presente nas amostras.

Segundo a classificação dos sedimentos marinhos de Larssonneur (1977), modificada por Dias (1996), o testemunho é composto por um sedimento bioclástico classificado como vasa calcárea, pois todas as amostras possuem teor de CaCO_3 acima de 70,00% e teor de lama acima de 75%.

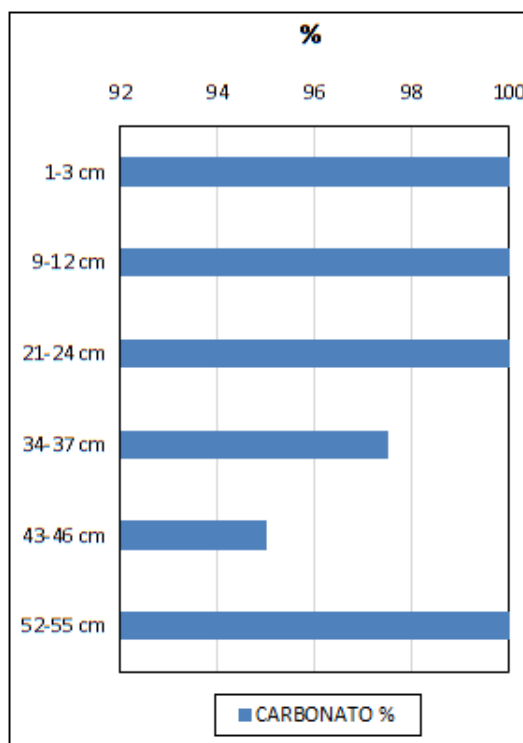


Figura 6 – Teores de CaCO_3 do testemunho do poço SIS-720.

Matéria Orgânica e Carbono Orgânico

A análise foi realizada pelo método de Walkley-Black modificado (1933), onde obteve-se um gráfico com as porcentagens do teor de matéria orgânica e carbono orgânico (Fig. 7).

Os valores de matéria orgânica variam de 1,7% a 2,0% com média de 1,85%, sendo o maior destes encontrado na base do testemunho. O carbono orgânico tem seus valores variando em conformidade com os valores de matéria orgânica, apresentando uma variação de 1,0% a 1,2% com uma média de 1,08%, onde seu maior valor está na base do testemunho.

Maiores concentrações de matéria orgânica estão associadas a

áreas com baixa movimentação junto ao fundo e ao maior teor de sedimentos finos (Oliveira et al., 2014). A presença de matéria orgânica nas amostras se dá pela baixa energia e lenta deposição dos sedimentos.

Difratometria de Raios-X

A análise de difratometria de raios-x foi realizada a partir de amostras da fração argila das seções topo (1-3 cm) e base (52-55 cm) do testemunho.

A amostra do topo do testemunho tem predominância de quartzo, feldspato potássico, caulinita e illita (Fig. 8). Na amostra da base observa-se o predomínio de feldspato potássico, quartzo, caulinita (Fig. 9).

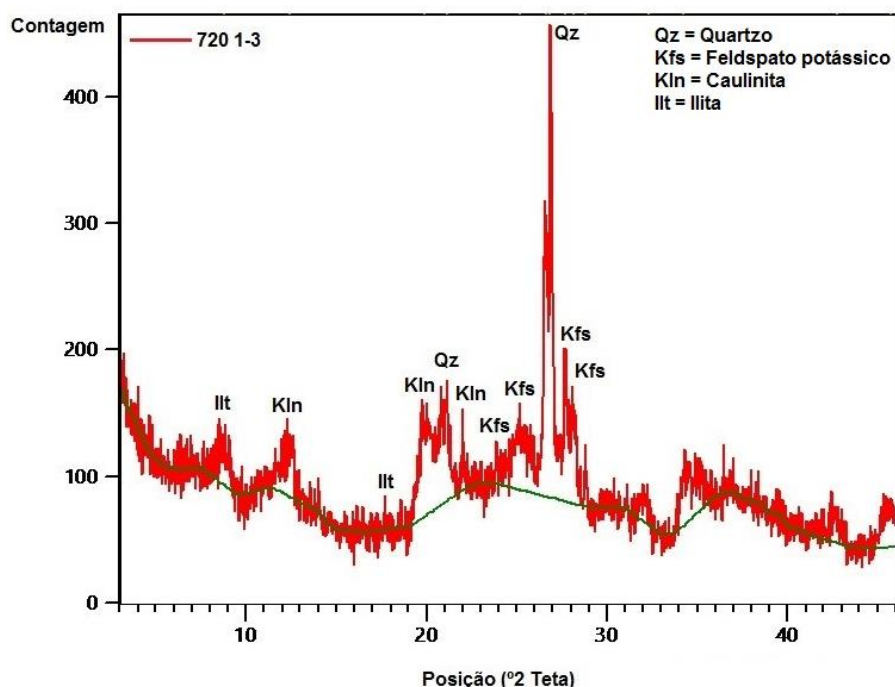


Figura 7 – Teores de matéria orgânica e carbono orgânico para o testemunho do poço SIS-720.

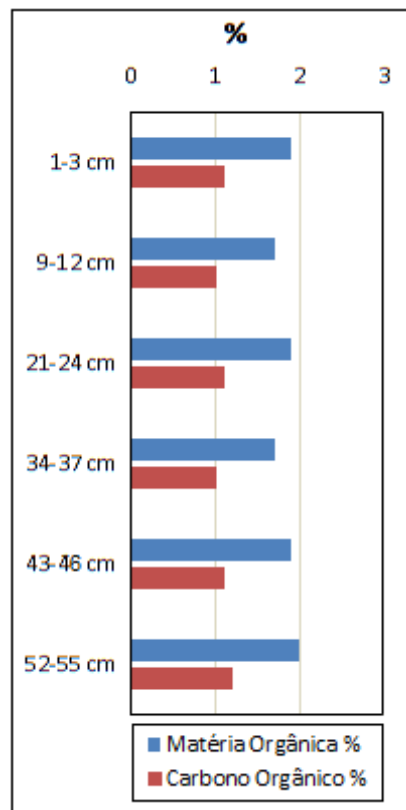


Figura 8– Difratoograma da seção topo do testemunho do poço SIS 720 com identificação dos picos.

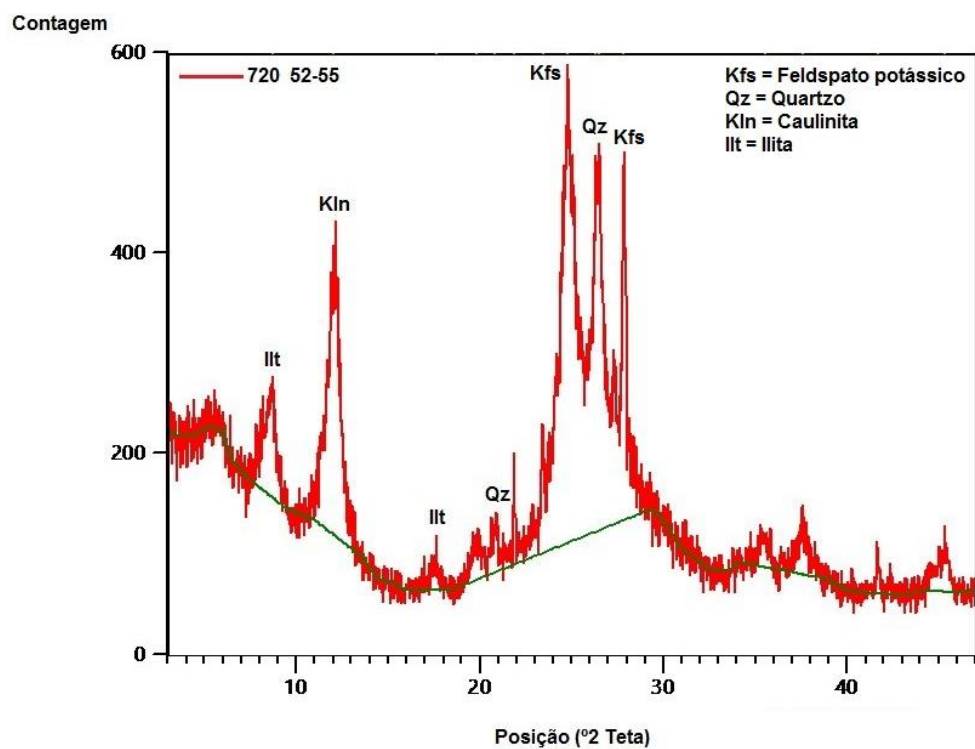


Figura 9– Difratoograma da seção base do testemunho do poço SIS 720 com identificação dos picos.

Quartzo e feldspato potássico são resíduos da hidrólise, provenientes do intemperismo de rochas continentais. A presença do quartzo é explicada em razão de sua maior resistência à hidrólise que os demais minerais silicáticos com quem estava associado nas rochas originais.

Caulinita e illita são produtos da hidrólise de rochas de composição granítica. A caulinita é o argilomineral mais estável, característico de clima tropical úmido onde ocorrem processos acentuados de lixiviação (hidrólise parcial) do feldspato potássico. Caulinita se forma a partir do feldspato potássico e geralmente ocorre associada a minerais aluminosos, como a illita. A illita, um produto comum da hidrólise de micas (muscovita), pode indicar que no passado houve uma maior influência da ação fluvial na sedimentação deste ambiente.

A presença de quartzo, feldspato potássico, caulinita e illita marcam a influência da sedimentação continental na região, dado que estes minerais têm sua origem relacionada à alteração de alumino-silicatos primários (rochas graníticas). Sugere-se que estes minerais tenham chegado ao talude por meio de fluxos gravitacionais.

Componentes Bióticos

Para a contagem de foraminíferos foi utilizada a fração 0,354 mm (areia média) de cada amostra, das quais foram retirados 300 foraminíferos para a classificação em planctônicos e bentônicos.

Os componentes bióticos presentes são os foraminíferos planctônicos e bentônicos, gastrópodes, orbulinas e pterópodes (Fig. 10). As carapaças de foraminíferos encontram-se inteiras, sugerindo que o transporte se deu por suspensão em um ambiente de baixa energia (Alve & Murray, 1999). Foi observada a presença de grãos de quartzo ângulosos e sem sinais de retrabalhamento, sugerindo que estes tenham sido transportados ao talude por meio de um fluxo gravitacional.

A partir da contagem de foraminíferos, foi calculada a porcentagem da quantidade de planctônicos e bentônicos presentes no testemunho (Fig. 11). Pode-se observar o domínio de foraminíferos planctônicos com relação aos bentônicos em todas as amostras, estando o maior teor de planctônicos (98%) no topo do testemunho.

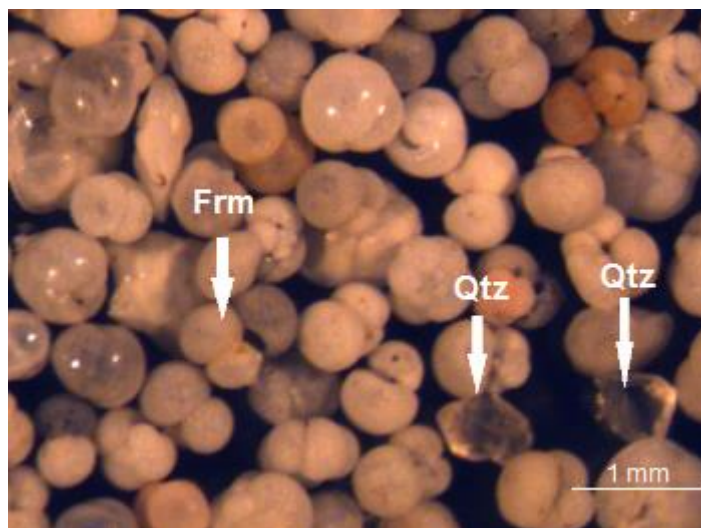


Figura 10 – Foraminíferos e grãos de quartzo do testemunho do poço SIS 720. Na figura Frm = Foraminífero, Qtz = quartzo.

Murray (1991, 1995) postulou que o talude continental superior é caracterizado por mais de 70 % de plactônicos. Segundo Boersma, (1983 *apud* Sanjinés, 2006), os maiores valores foram estabelecidos para o

talude continental inferior, em torno de 90 % de formas planctônicas. A região é classificada como talude continental inferior por possuir mais de 90% de foraminíferos planctônicos (Boersma, 1983 *apud* Sanjinés, 2006).

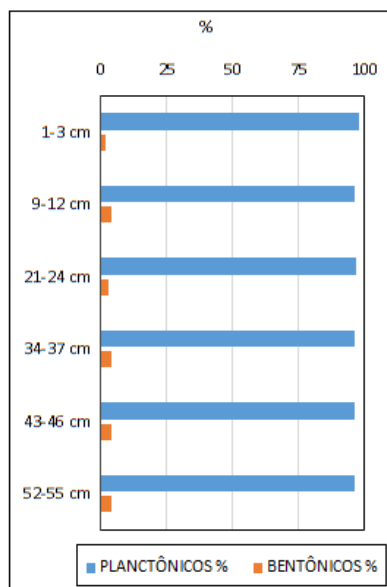


Figura 11 – Representação quantitativa da porcentagem de bentônicos e plactônicos ao longo do testemunho do poço SIS-720.

CONCLUSÕES

O testemunho do talude continental do Piauí é constituído por dois tipos de sedimentos, os bioclásticos e os siliciclásticos.

Os bioclásticos representam a maioria dos sedimentos, sendo estes compostos por carapaças de organismos como foraminíferos (planctônicos e bentônicos), gastrópodes, orbulinas e pterópodes. As carapaças dos organismos encontram-se inteiras, evidenciando um ambiente de baixa energia. O elevado teor de CaCO_3 presente na região é dado pela grande quantidade de carapaças de organismos, sugerindo um ambiente onde ocorre pouca dissolução de carbonato.

Os siliciclásticos são compostos por quartzo, feldspato potássico,

caulinita e illita. Estes minerais são resultantes da alteração de rochas graníticas e marcam a influência da sedimentação continental na região, sugere-se que estes tenham chegado ao talude por meio de fluxos gravitacionais. A presença de caulinita marca o clima temperado úmido e a illita marca a ação da sedimentação fluvial. O predomínio do sedimento de granulometria silte indica um ambiente de baixa energia com lenta deposição destes minerais.

A região estudada do talude continental inferior do Piauí é marcada pela forte influência da sedimentação marinha, altos teores de CaCO_3 , com uma menor contribuição da sedimentação continental, quartzo, feldspatos e argilominerais.

Espera-se que este estudo venha fornecer suporte a uma melhor compreensão sobre este ambiente deposicional.

REFERÊNCIAS

- Alve, E., Murray, J.W., 1999. Marginal marine environments of the skagerrak and kattegat: a baseline study of living (stained) benthic foraminiferal. Ecology. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 146: 171–193.
- Beltrami, C. V.; Caldeira, J. L. & Freitas, R. W., 1989. Análise sismoestratigráfica dos sedimentos oligo/miocênicos da bacia do Ceará, águas profundas. In: Seminário de Interpretação Exploratória, 1, Rio de Janeiro. PETROBRAS/DEPEX, Anais, 1989. pp. 185-194.
- Beltrami, C.V., Alves, L.E.M., Feijó, F.J., 1994. Bacia do Ceará. Boletim de Geociências da Petrobrás, Rio de Janeiro, v.8, n.1, p. 117-125.
- Boersma, A. y Premoli Silva, J., 1983. Micropaleontology (29(4)): 355-381.
- Costa, M. P., Beltrami, C. V., Alves, L. E. M., 1989. A evolução tectono-sedimentar e o Habitat do óleo da bacia do Ceará. Boletim Técnico da Petrobrás, v.4, n.1, p. 65-74.
- Costa, M. P., Beltrami, C. V., Alves, L. E. M., 1990. A evolução tectono-sedimentar e o Habitat do óleo da bacia do Ceará. Boletim Técnico da Petrobrás, v.4, n.1, p. 65-74.
- D'Ávila, R.S.F., Arienti, L.M., Aragão, M.A.N., Vesely, F.F., Santos, S.F., Voelcker, H.E., Viana, A.R., Kowsmann, R.O., Moreira, J.L.P., Coura, A.P.P., Paim, P.S.G., Matos, R.S., Machado, L.C.R., 2008. Ambientes de sedimentação siliciclástica do Brasil. Ambientes Marinhos Profundos: Sistemas turbidíticos. Editora Beca. p. 244-301.
- Dias, G.T.M., 1996. Classificação dos sedimentos marinhos proposta de representação em cartas sedimentológicas. In: XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia, 1996. Salvador. Anais...Salvador: SBG v.3, 432-426.
- Knoppers, B., Ekau, W., Figueiredo, A. G., 1999. The coast and shelf of east and northeast Brazil and material transport. Geo-Marine Letters, Germany, v.19, n. 3, p. 171–178, December.
- Lamas, F.; Irigaray, C.; Oteo, C.; Chacon, J., 2005. Selection of the most appropriate method to determine the carbonate content for engineering purposes with particular regard to marls. Engineering Geology. p.32-41.
- Larsonneur, C. La., 1977. caryographie de's dépôts meubles sur le plateau continental français: méthode mise du points et utilisée en Manche. Journal de Recherche Oceanographique. p. 34-39.
- Mendes, C. J., 1992. Ambientes de sedimentação marinhos. In: Elementos de Estratigrafia. São Paulo: T. A. Queiroz. v.12.
- Morais Neto, J. M., Neto, O. C. P., Lana, C. C., Zalán, P. V., 2003. Bacias sedimentares brasileiras – Bacia do Ceará. Fundação Paleontológica Phoenix, 57: 1–6.
- Oliveira, T.S.; Barcellos, R.L.; Schettini, C. A.F.; Camargo, P.B., 2014. Processo sedimentar atual e distribuição da matéria orgânica em um complexo estuarino tropical, Recife, PE, Brasil. Journal of Integrated Coastal Zone Management, v.14, n.3, p. 399-411.
- Chairman, E. N. G. & Trask, P. D., Ford, R. K., Rove, O. N.,

- Singewald Jr, J. T., Overbeck, R. M., 1984. Rock Color Chart. Colorado: Geological Society of America, 10 p.
- Sanjinés, A. E.S., 2006. Biocronoestratigrafia em três testemunhos do Pleistoceno-Holoceno do talude continental da Bacia de Campos, Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Geologia – UFRJ. 119p.
- Shepard, F.P., 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal Sedimentary Petrology*. USA, v. 24, n 3, p. 151-158, September.
- Smart, C. W., 2002. Environmental applications of deep-sea benthic foraminifera. 14-58. En: Haslett, S. K. (Ed.). *Quaternary environment Micropaleontology*. Arnold Publishers, Londres. 288 p.
- Tessler, M. G., Mahiques, M. M., 2000. Processos oceânicos e a fisiografia dos fundos marinhos. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Org.). *Decifrando a Terra*. P. 261–284.
- Walkley, A.; Black, I.A., 1933. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*. v.37,1934. p.29-38.