



Sedimentologia e Química do Testemunho SIS-460 do Talude Continental defronte à Foz do Rio Acaraú, Ceará

Daniel de Ponti SOUZA¹, Inácio Ocinaí de LIMA NETO¹, Jéssica Patrícia Capistrano LINS², Jeziel Pena Forte LOPES², George Satander Sá FREIRE³

Resumo: O conhecimento disponível acerca do talude continental é dado principalmente através de projetos de grande escala como o REMAC. Portanto, há uma carência em estudos de detalhe que retratam aspectos sedimentológicos e químicos em regiões com maior profundidade. O presente artigo enfoca a sedimentologia e a composição química de um testemunho de sondagem do talude continental defronte à foz do Rio Acaraú, Ceará. Geologicamente, a área de estudo está localizada na Sub-bacia de Acaraú, pertencente a Bacia do Ceará. Através de pesquisas bibliográficas, atividade de campo e análises laboratoriais foi realizado o estudo sedimentológico e químico da área. O testemunho SIS-460 é classificado como lama arenosa, composto predominantemente por lama com menores proporções de areia e cascalho. Ao longo do testemunho ocorrem variações na cor acompanhadas por mudanças no ambiente, onde do topo até 30 cm o testemunho possui cor laranja acinzentado em ambiente de sedimentação oxidante. O meio é caracterizado por uma zona de transição para meio redutor onde a cor passa a ser cinza esverdeado, deste nível até a base o ambiente torna-se totalmente redutor com coloração cinza escuro médio. O sedimento é classificado como bioclástico, em razão da elevada taxa de carbonato de cálcio presente. Confirmada pela forte presença de óxido de cálcio, calcita e aragonita, marcando a sedimentação marinha. A sedimentação continental é evidenciada pela presença de minerais detríticos como quartzo, anortita, muscovita, margarita e rutilo, reforçada pelos óxidos de silício, potássio, alumínio, ferro e titânio. Minerais estes, que foram transportados do continente ao talude pelo Rio Acaraú. O talude continental defronte ao Rio Acaraú é composto por partículas finas e dominado pela sedimentação marinha de baixa energia com menores contribuições continentais na sedimentação.

Palavras-Chave: Bacia do Ceará, Talude Continental, Sedimentologia.

Abstract: *The knowledge available about the continental slope is mainly given by large-scale projects such as REMAC. Therefore, few studies detail sedimentological and chemical aspects in regions with greater depth. The present article focuses on the*

¹ LGMA – Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada – Departamento de Geologia – Universidade Federal do Ceará

² Programa de Pós-Graduação em Geologia - Universidade Federal do Ceará - UFC

³ Departamento de Geologia - Universidade Federal do Ceará - UFC

Autor para correspondência: Daniel de Ponti Souza

Universidade Federal do Ceará. Av. Humberto Monte, S/N. Campus do Pici – Bloco 912. CEP 60455-760. Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: danieldeponti@hotmail.com

Recebido em 31 de Agosto de 2017 / Aceito em 23 de Março de 2018.

sedimentology and chemical composition of a testimony of the continental slope opposite the mouth of the Acaraú River, Ceará. Geologically, the study area is located in the Sub-basin of Acaraú, belonging to the Ceará Basin. Through the bibliographical research, field activity and laboratory analysis, the sedimentological and chemical study of the area was carried out. The SIS-460 is classified as sandy mud, dominantly composed of mud with smaller proportions of sand and gravel. Throughout the testimony, there are variations in color accompanied by changes in the environment, where from the top up to 30 cm the testimony is grayish orange in an environment of oxidizing sedimentation. The middle is characterized by a transition zone for reducing medium where the color becomes greenish gray, from this level to the bottom, the environment becomes fully reducing with medium dark gray color. The sediment is classified as bioclastic because of the high rate of calcium carbonate present. Confirmed by the strong presence of calcium oxide, calcite and aragonite, marking the marine sedimentation. Continental sedimentation is evidenced by the presence of detrital minerals such as quartz, anortite, muscovite, margarita and rutile, reinforced by oxides of silicon, potassium, aluminum, iron and titanium. The Acaraú River transported these minerals from the continent to the testimony. The continental slope opposite the mouth of the Acaraú River is composed of fine particles and dominated by low energy marine sedimentation with lower continental contributions in sedimentation.

Keywords: Ceará Basin, Continental Slope, Sedimentology.

1. INTRODUÇÃO

Devido à localização do talude continental e sua conseqüente dificuldade de acesso, poucos são os estudos realizados nesta região, principalmente no que se refere ao talude continental de Acaraú.

O conhecimento do talude é dado através de projetos de grande escala como o REMAC (Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira). Entretanto, Emery (1965), afirmou que os dados da superfície do leito marinho são muito restritos em relação à topografia e ao seu sedimento, os quais são de grande uso para realização de inferências sobre a história recente e pleistocênica.

O talude continental é a porção dos fundos marinhos com declive muito pronunciado que fica entre a plataforma continental e a planície abissal, sendo caracterizado por um gradiente topográfico acentuado onde são geradas, com frequência, correntes de turbidez formadas por sedimentos de origem terrígena (Tessler & Mahiques, 2000).

No talude continental, conforme Mendes (1992) são encontrados sedimentos finos como silte e argila, transportados principalmente por fluxos gravitacionais.

Os depósitos sedimentares marinhos, em sua maioria, são formados por diferentes tipos de sedimentos, tais como os siliciclásticos, bioclásticos, autigênicos, vulcanogênicos e cosmogênicos (D'Ávila et al., 2008).

O presente artigo enfoca a sedimentologia e composição química de um testemunho do talude continental defronte ao Rio Acaraú, visando fornecer suporte a uma melhor compreensão sobre este ambiente deposicional.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado através do testemunho de sondagem SIS-460 (Figura 1), de 69,00 cm de comprimento, o qual foi coletado nas coordenadas 379326E/ 9776136N a uma profundidade

de 2.300 m, distando cerca de 90 km da foz do Rio Acaraú, município de Acaraú, Ceará.

A escolha do testemunho baseou-

se na sua localização, defronte ao Rio Acaraú, buscando analisar a influência da sedimentação terrígena na região através do transporte de sedimentos pelo rio.

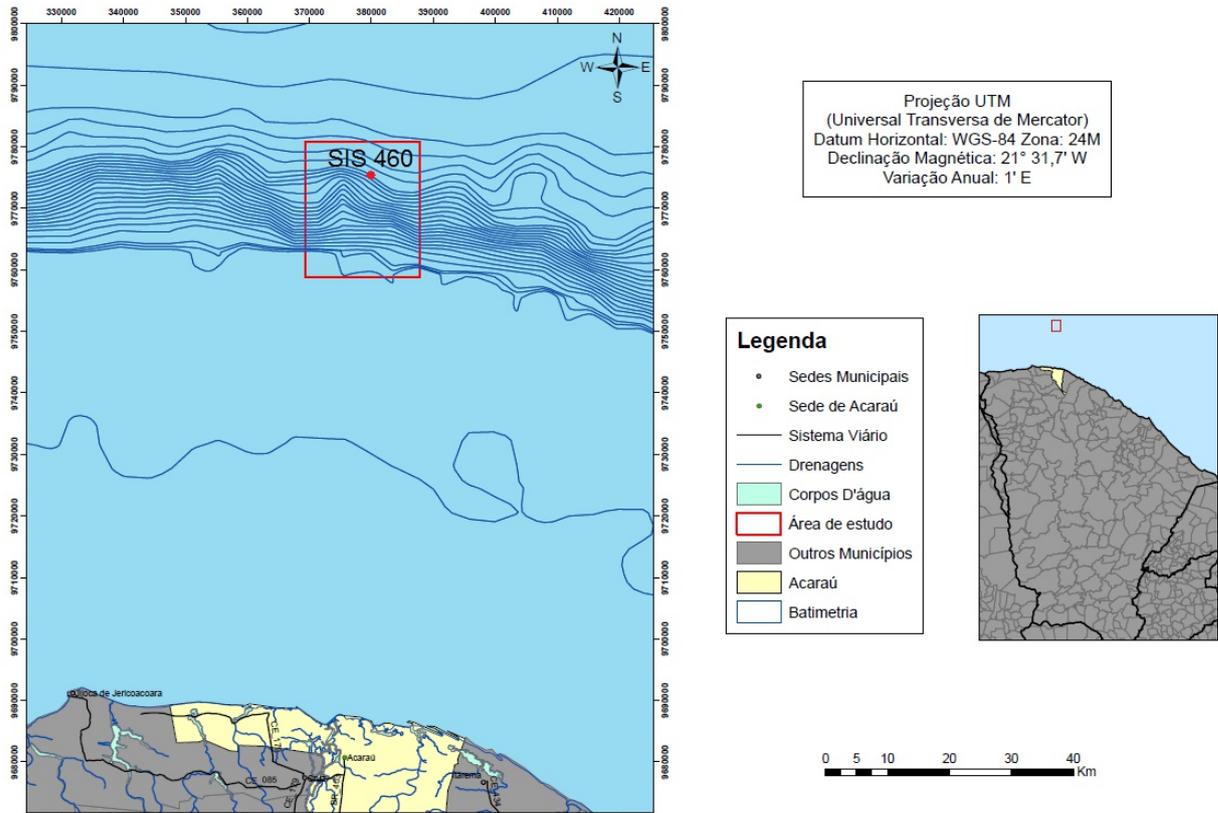


Figura 1 – Localização do testemunho de sondagem SIS-460.

2.2 Método

Inicialmente foram realizados levantamentos bibliográficos de artigos, teses, dissertações e livros relevantes ao tema, além do levantamento de dados batimétricos da região. Os dados batimétricos foram adquiridos através dos sites National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) e National Aeronautics and Space Administration (NASA).

O testemunho foi coletado através de um testemunhador a pistão do tipo piston-corer pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), a qual cedeu a amostra para o Laboratório de Geologia Marinha Aplicada (LGMA) da Universidade Federal do Ceará. Posteriormente foi cortado longitudinalmente, ao longo de seu

comprimento, com auxílio de um fio de aço, onde uma metade do testemunho foi armazenada e a outra seccionada em 07 amostras, com alíquotas a cada 10 cm, com exceção da última (com 9 cm).

Seguidamente realizaram-se análises granulométrica (método do peneiramento), teor de carbonato de cálcio (método do calcímetro de Bernard modificado), teor de matéria orgânica e carbono orgânico (método de Walkley-Black modificado), nitrogênio total (método de Kjeldahl por via úmida), difração de raios-x (método do pó desorientado) e análise no espectrômetro de fluorescência de raios-x (método da espectrometria por dispersão de comprimento de onda). Todas as análises foram realizadas com as 07 amostras,

com exceção dos ensaios de difração e fluorescência de raios-x que utilizaram apenas as amostras de topo (0-10 cm), meio (30-40 cm) e base (60-69 cm) do testemunho.

Por fim, foi elaborada a integração dos dados, na qual se utilizaram de softwares como o ANASED 5.0, Excel 2013, X'Pert HighScore Plus, ArcGIS 9.3 e Corel Draw X3, onde foram gerados gráficos e diagramas para interpretação dos resultados.

3. GEOLOGIA REGIONAL

A área de estudo está geologicamente inserida no contexto da Sub-bacia Acaraú, pertencente a Bacia do Ceará. Partindo deste ponto segue-se uma descrição a cerca desta bacia.

A Bacia do Ceará (Figura 2) se localiza na plataforma continental da margem equatorial brasileira, abrangendo uma área de aproximadamente 34.000 km². Seu limite a sudeste com a Bacia Potiguar é definido 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).

Sua origem está relacionada ao rompimento do supercontinente Gondwana e, provavelmente, iniciou sua evolução no Eoaptiano, possuindo três estágios tectono-sedimentares apresentados na carta estratigráfica da Bacia (Figura 3): Fase rifte, Fase transicional (ou Pós-rifte) e Fase drifte (Costa *et al.*, 1990; Beltrami *et al.*, 1994; Condé *et al.*, 2007).

Devido a características tectônicas distintas, a Bacia do Ceará é compartimentada em quatro Sub-bacias: Piauí-Camocim, Acaraú, Icarai e Mundaú, de oeste para leste, as quais apresentam histórias deposicionais e deformacionais ligeiramente distintas. As Sub-bacias de Icarai e Acaraú estão separadas pelo prolongamento norte do Lineamento Sobral-Pedro II (Lineamento Transbrasiliiano), sendo que a última está separada da Sub-bacia de Piauí-Camocim pelo Alto do Ceará, feição positiva de provável origem magmática (Morais Neto *et al.*, 2003). A Sub-bacia de Mundaú, por sua vez, limita-se com a Sub-bacia de Icarai por uma importante inflexão da falha de borda, no

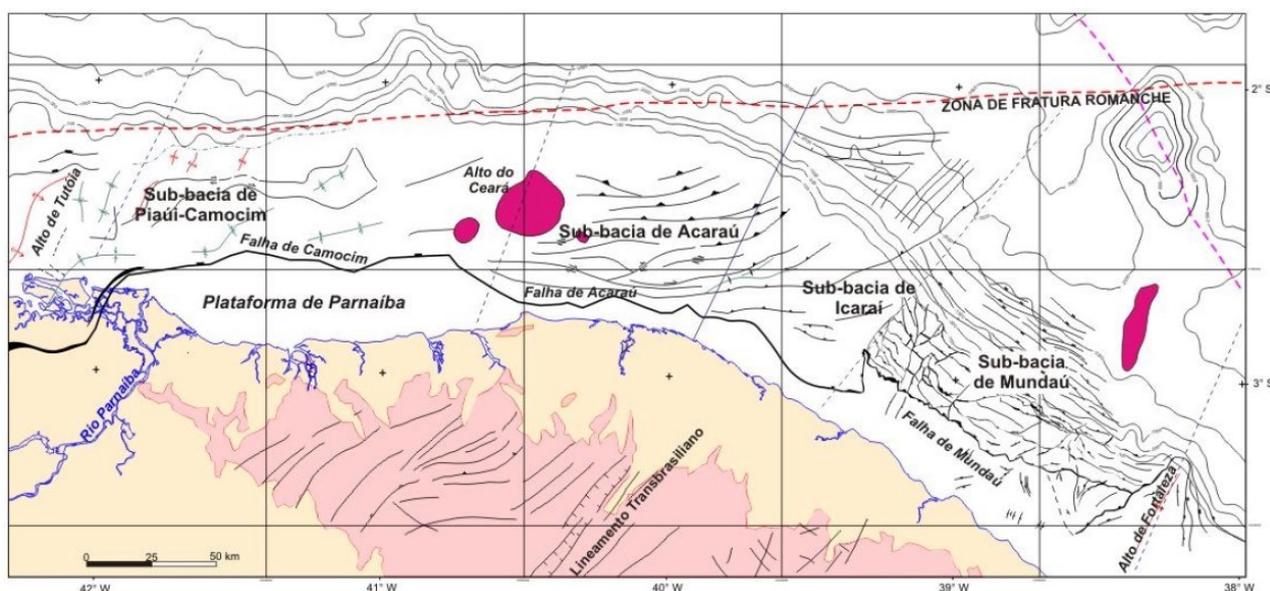


Figura 2 - Localização, limites e arcabouço da Bacia do Ceará (Fonte: Morais Neto *et al.*, 2003).

prolongamento nordeste da falha de Forquilha (Morais Neto et al., 2003).

Nas Sub-bacias de Icaraí, Acaraú e Piauí-Camocim, situadas no domínio transpressivo, os principais traços estruturais alinham-se na direção Leste-

Oeste e Nordeste-Sudoeste, claramente influenciados pela movimentação direcional associada à tectônica transcorrente ao longo daquele megacorreio de cisalhamento dextral (Morais Neto et al., 2003).

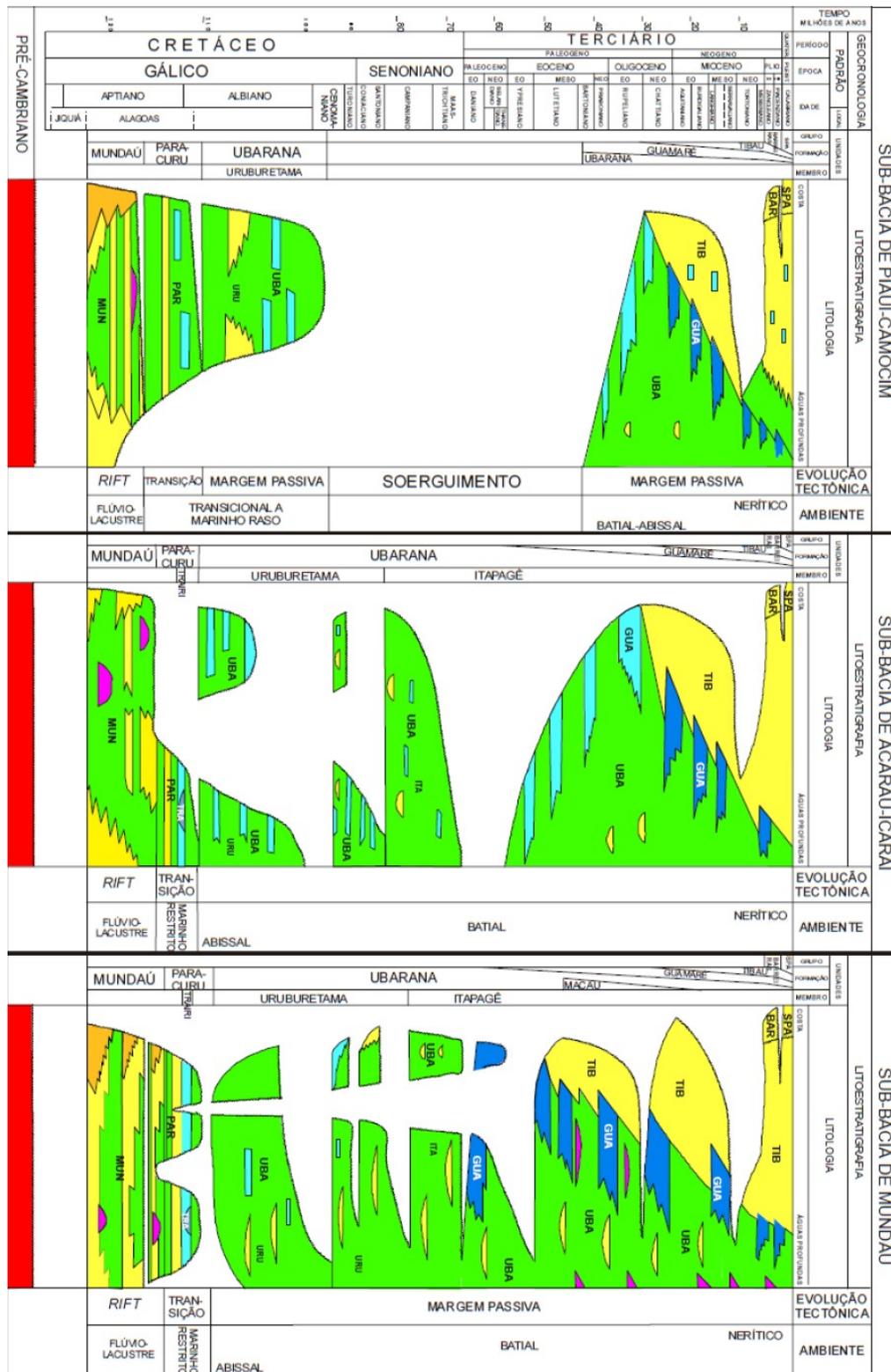


Figura 3 – Carta estratigráfica composta da Bacia do Ceará (Fonte: Morais Neto et al., 2003).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Descrição Macroscópica

Ao longo do testemunho SIS-460 o sedimento é classificado como lama, apresentando estrutura homogênea, onde a partir do nível de 30 cm até a base observa-se a presença de concreções carbonáticas (Figura 4).

Do topo (0-10 cm) até o nível de 30 cm, possui cor laranja acinzentado e ambiente de sedimentação oxidante, a partir do nível de 30-40 cm ocorre uma zona de transição para meio redutor e mudança na coloração para cinza esverdeada. Deste nível até a base (60-69 cm) o ambiente torna-se totalmente redutor e a cor passa a ser cinza escuro médio.

A classificação da cor foi baseada na carta de cores de "Rock-Color Chart" (1984) a qual foi traduzida para o português com base no Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Santos *et al.*, 2005).

4.2 Análise Granulométrica

A figura 5 mostra os percentuais de cascalho, areia e lama para o testemunho SIS-460.

O cascalho é a fração menos abundante em todas as amostras do testemunho, com exceção do nível de 60-69 cm. A média dos seus teores é de 9,09%, na qual estes valores estão compreendidos entre 0,16% a 39,56%, sendo situado na base (60-69 cm) o maior teor de cascalho. Observa-se o aumento de acordo com a profundidade.

A média dos teores de areia é de 26,79%, onde estes variam desde 15,69% a 35,41%, onde o maior teor está contido no nível de 50-60 cm. Exibindo assim uma ampla variação ao longo do testemunho.

A fração lama é a mais abundante em todas as amostras, apresentando

média de 64,12%, variando de 40,84% a 78,39%, no qual o maior destes está localizado no meio (30-40 cm). Do topo (0-10 cm) até o meio (30-40 cm) o teor de lama aumenta após este nível ele diminui de acordo com a profundidade.

Para a classificação granulométrica dos sedimentos utilizou-se o diagrama triangular de Sheppard (1954) modificado por Lima (2001), que se baseia nas percentagens de cascalho, areia e lama (Figura 6).

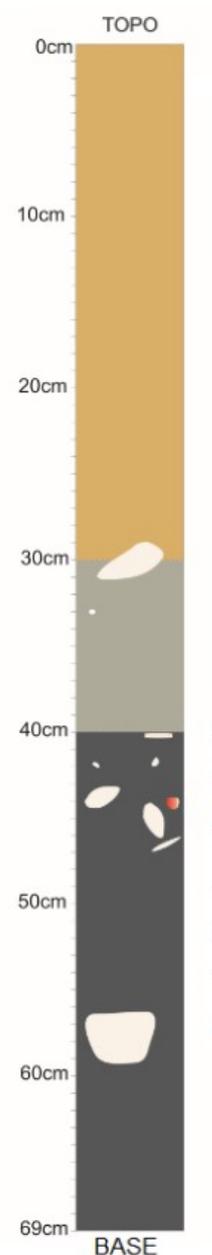


Figura 4 – Representação do testemunho de sondagem SIS-460.

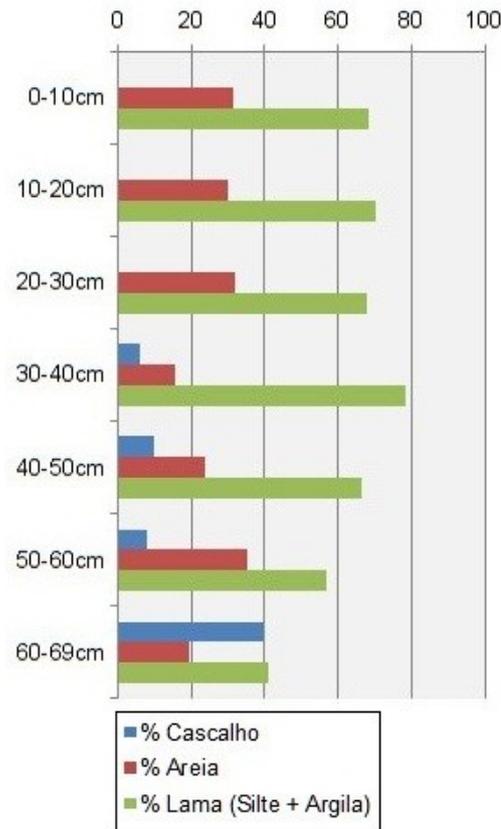


Figura 5 – Variação textural das amostras do testemunho de sondagem SIS-460.

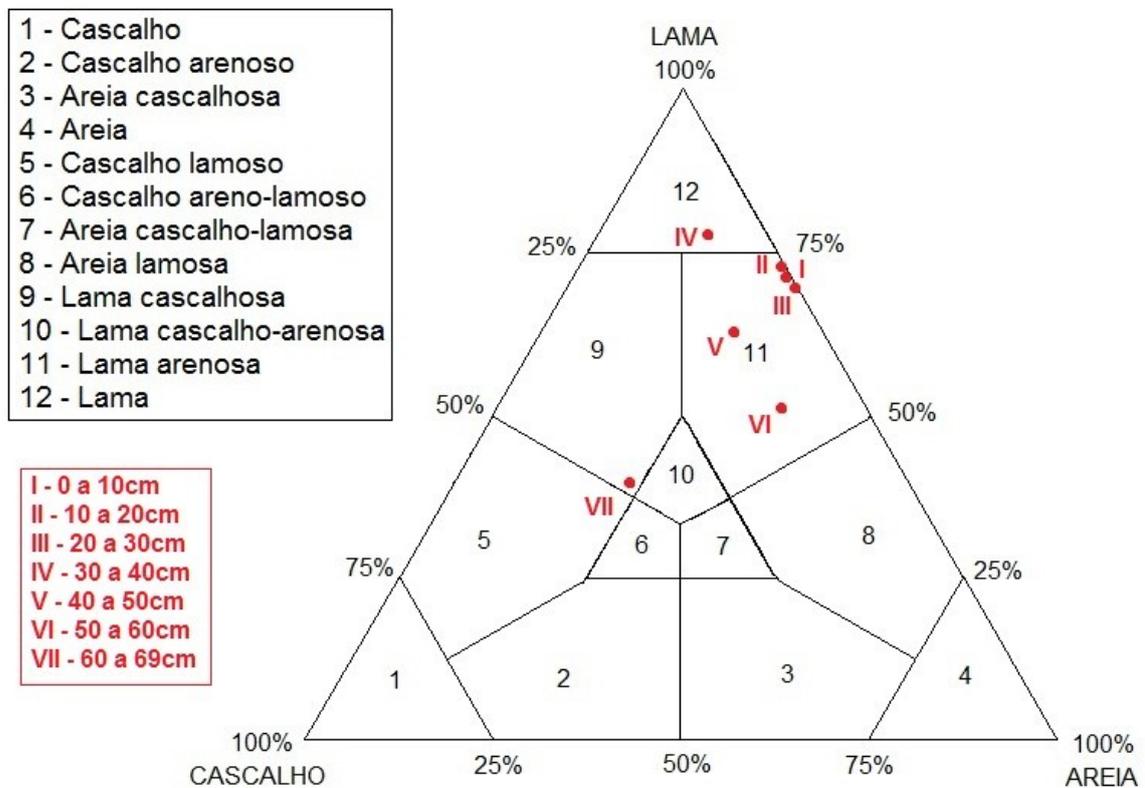


Figura 6 – Diagrama triangular com a plotagem das amostras do testemunho de sondagem SIS-460 (Fonte: Shepard 1954 modificado por Lima 2001).

Em todas as amostras se tem um material classificado como lama arenosa, com exceção dos níveis 30-40 cm e 60-69 cm. As amostras classificadas como lama arenosa apresentam teor de lama entre 56,84% e 70,06%, percentual de areia entre 23,74% e 35,4%, e teor de cascalho inferior a 10,00%.

No nível de 30-40 cm o sedimento é classificado como lama, onde o seu teor é de 73,09%, o teor de areia é 15,69%, enquanto que o percentual de cascalho é de 5,29%.

No nível de 60-69 cm tem-se uma lama cascalhosa, com 40,84% de lama, 39,56% de cascalho e 19,60% de areia.

4.3 Carbonato de Cálcio

As amostras possuem 100,00% de CaCO_3 , com exceção do nível de 10 cm que apresenta 97,18% (Figura 7).

Segundo a classificação dos sedimentos marinhos de Larsonneur (1977), modificada por Dias (1996), todas as amostras são compostas por sedimento bioclástico, classificado como

vasa calcária arenosa, pois o teor de CaCO_3 está acima de 70,00% e o teor de lama entre 25,00% e 75,00%. Exceto o nível de 30-40 cm que é classificado como vasa calcária, pois o teor de CaCO_3 está acima de 70,00% e o teor de lama acima de 75,00%.

O alto teor de carbonato presente no testemunho sugere uma região acima da profundidade de compensação do carbonato de cálcio (lisoclina), onde ocorre pouca dissolução de CaCO_3 . Segundo Knoppers *et al.* (1999) a distribuição dos sedimentos é influenciada pela relação entre a sedimentação carbonática e continental, sugerindo uma baixa influência da sedimentação continental através dos elevados teores de CaCO_3 encontrados.

4.4 Matéria Orgânica e Carbono Orgânico

A média de matéria orgânica é 0,30%, com valores entre 0,09% a 0,51%, estando no nível de 0-10 cm o maior dentre estes.

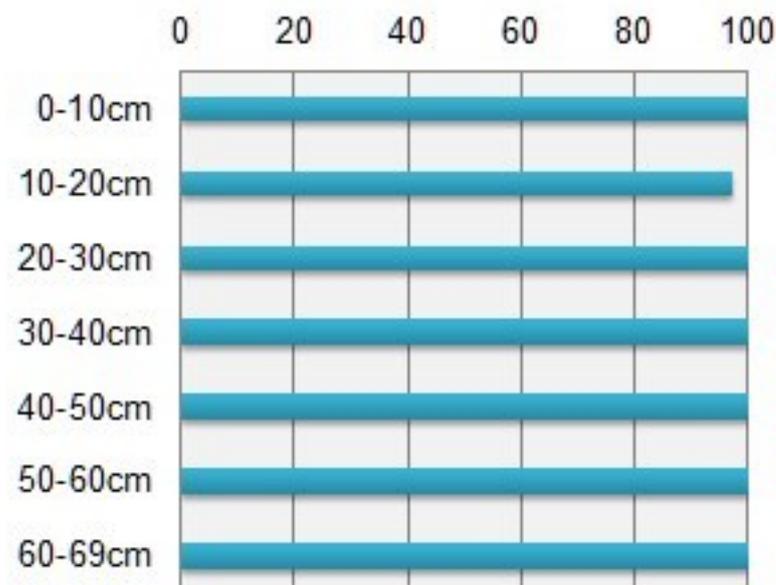


Figura 7 – Teores de CaCO_3 do testemunho de sondagem SIS-460.

A média dos valores de carbono orgânico é de 0,17%, onde seus valores variam entre 0,05% a 0,30%, sendo situado no nível de 0-10 cm o maior destes.

Nas demais cinco amostras restantes a análise não detectou matéria orgânica e carbono orgânico (Figura 8), impossibilitando uma relação dos teores de matéria orgânica e carbono orgânico com o aumento da profundidade. Entretanto, a presença de matéria orgânica nas duas amostras do testemunho propõe uma sedimentação de baixa energia com contribuição de elementos orgânicos.

4.5 Nitrogênio total

O teor médio das alíquotas é de 0,04%, ocorrendo uma variação entre 0,00% até 0,07%, sendo o maior teor encontrado no nível de 30-40 cm (Figura 9). O testemunho mostra uma uniformidade, com exceção do nível 10-20 cm que possui 0,00% de nitrogênio total.

A variação do teor de nitrogênio nas amostras pode ser explicada por mudanças na sedimentação, baseadas no aumento ou diminuição deste teor, onde menores valores sugerem uma

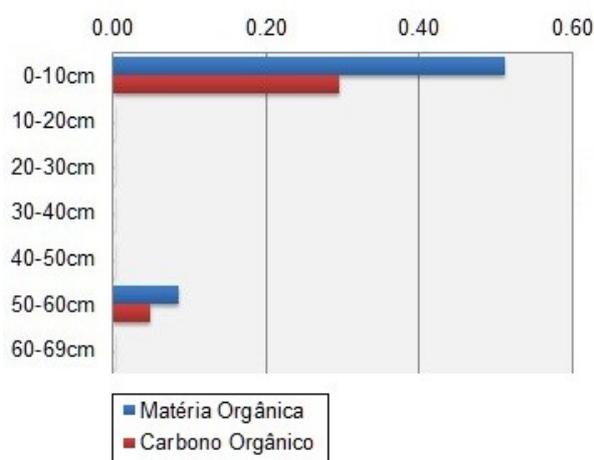


Figura 8 – Teores de matéria orgânica e carbono orgânico no testemunho de sondagem SIS-460.

sedimentação dominada por sedimentos marinhos.

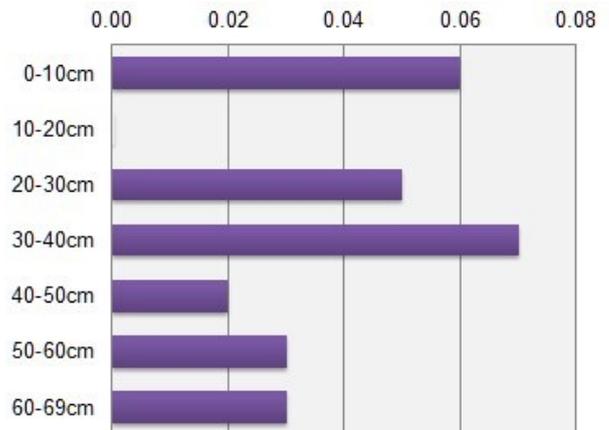


Figura 9 – Teores de nitrogênio total para o testemunho SIS-460.

4.6 Carbono/Nitrogênio

A razão elementar entre o carbono e nitrogênio tem sido uma ferramenta bastante utilizada na caracterização do aporte da matéria orgânica para o ambiente aquático, a qual pode fornecer informações sobre a natureza e origem da matéria orgânica, que pode estar associada a plantas terrestres ou a algas marinhas (Meyers, 1997).

Cinco amostras não possuem teores de matéria orgânica, apresentando razão carbono/nitrogênio igual à zero. A partir das demais amostras (0-10 e 50-60 cm) obteve-se a média da razão carbono/nitrogênio de 0,94; exibindo uma variação entre 0 e 4,94; sendo registrado no topo do testemunho (0-10 cm) o maior valor dentre estes valores (Figura 10).

É possível notar que ocorre o decréscimo nos valores de acordo com o aumento da profundidade. Por apresentarem razão menor que 10, sugere-se que as amostras são compostas por sedimentos finos originários de fontes marinhas (Meyers & Ishiwatari, 1993; Meyers, 2003; Kendall et al., 2001; Usui et al., 2006; Hu et al., 2006).

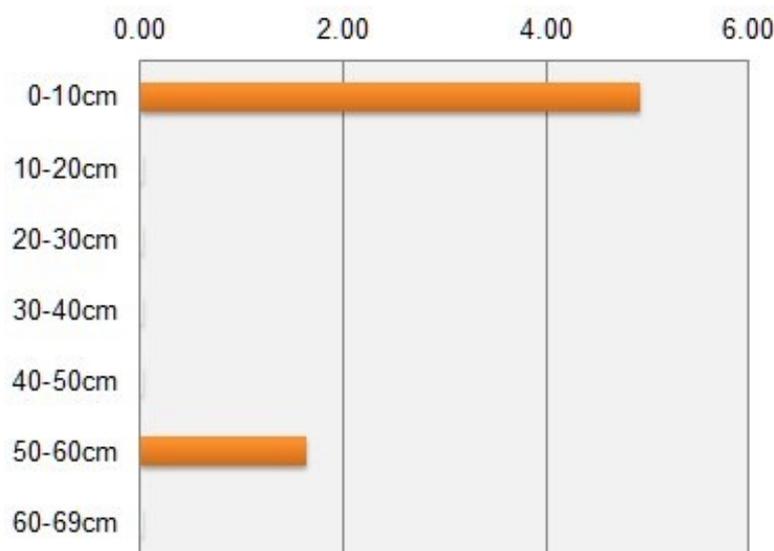


Figura 10 – Teores de carbono/nitrogênio para o testemunho de sondagem SIS-460.

4.7 Fluorescência de Raios-X

O topo do testemunho (0-10 cm) apresenta predominância de CaO (81,35%), SiO₂ (8,03%), Fe₂O₃ (4,86%), Al₂O₃ (2,08%) e TiO₂ (1,24%), enquanto que os demais óxidos possuem valores abaixo de 1,00% e são: potássio, estrôncio, enxofre, fósforo, manganês e cloro (Figura 11). O CaO é abundante em relação aos demais, com uma diferença expressiva de 73,32% para o SiO₂, mostrando o predomínio da sedimentação marinha sobre a continental.

No meio do testemunho (30-40 cm)

o CaO continua como o mais abundante (55,10%), seguido do SiO₂ (23,10%), Fe₂O₃ (10,89%), Al₂O₃ (4,07%), K₂O (3,19%) e TiO₂ (2,39%), o restante dos óxidos que estão abaixo de 1,00% são: estrôncio, enxofre, manganês e cloro (Figura 12). O teor de óxido de cálcio diminui em relação ao topo deste testemunho, entretanto os teores de óxido de silício e ferro (origem continental) aumentam consideravelmente, evidenciando um maior equilíbrio entre a sedimentação marinha e continental.

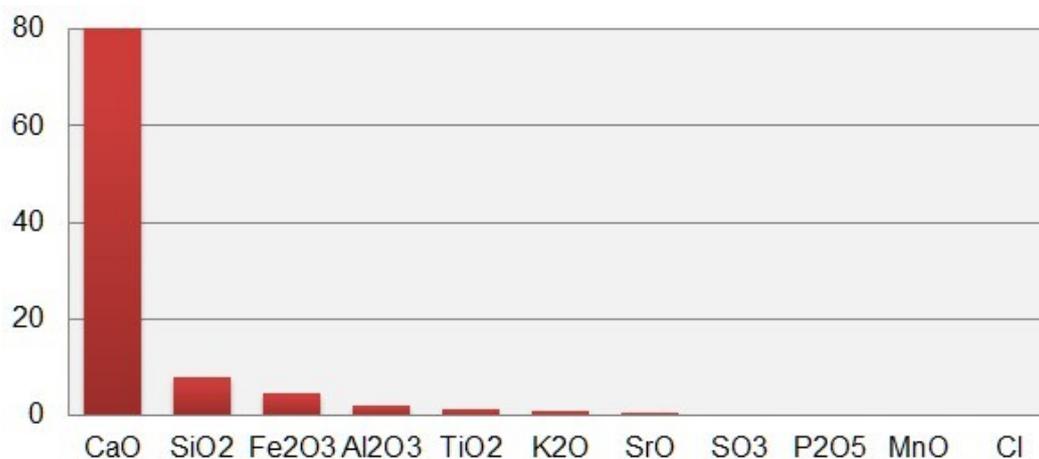


Figura 11 – Composição química do topo do testemunho (0-10 cm).

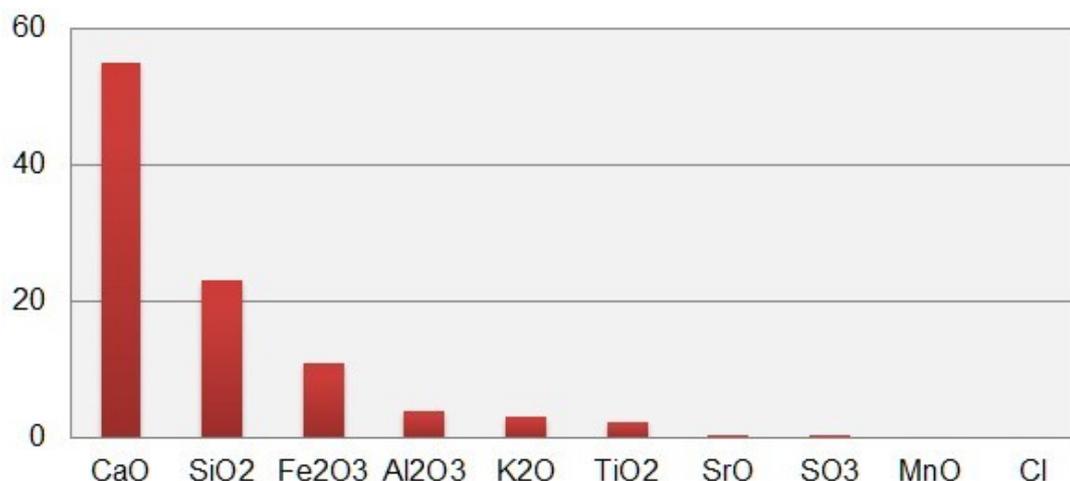


Figura 12 – Composição química do meio do testemunho (30-40 cm).

Na base (60-69 cm), o CaO é mais abundante (61,30%) seguido do SiO₂ (16,30%), Fe₂O₃ (12,84%), Al₂O₃ (3,74%), K₂O (2,20%) e TiO₂ (1,87%), enquanto que os óxidos de estrôncio, enxofre e cloro possuem teores inferiores a 1,00% (Figura 13). Os valores de óxido de cálcio (6,20%) e de ferro (1,95%) aumentam em relação àqueles encontrados no meio do testemunho (30-40 cm), enquanto que o valor de óxido de silício diminui 6,80%.

O CaO corresponde ao maior percentual composicional encontrado neste testemunho e é oriundo principalmente da precipitação química da água marinha em ambiente restrito, assim, o testemunho apresenta maior

influência da precipitação química se comparado aos grãos terrígenos, representados principalmente por SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, K₂O e TiO₂.

4.8 Difração de Raios-X

No topo do testemunho (0-10 cm) os seguintes minerais foram detectados: wollastonita (CaSiO₃), aragonita (CaCO₃), calcita (CaCO₃) e quartzo (SiO₂), com respectivos teores de 38,00%, 36,00%, 22,00% e 4,00%, onde os valores apresentados correspondem à porcentagem relativa dos picos difratométricos (Figura 14).

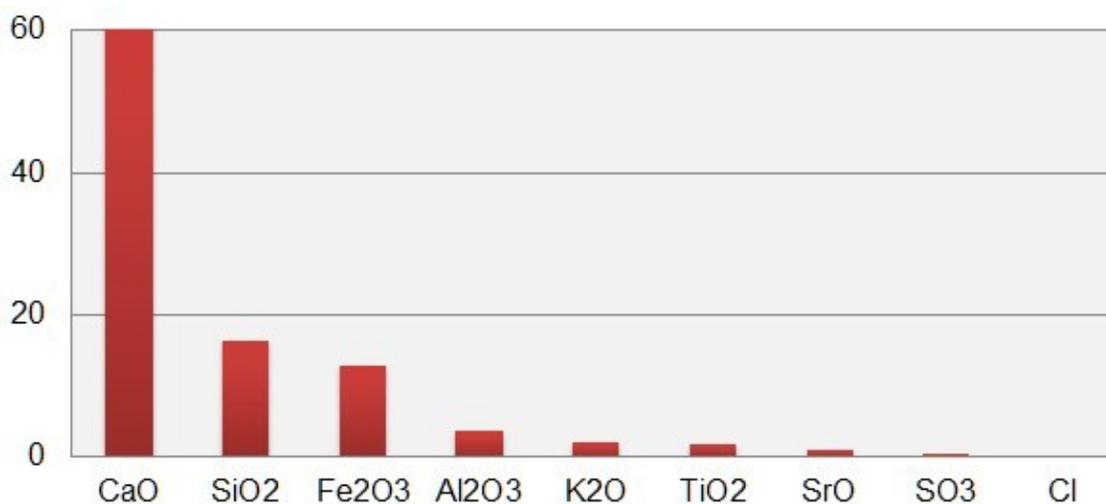


Figura 13 – Composição química da base do testemunho (60-69 cm).

Aragonita e calcita formaram-se através da precipitação química na água do mar, enquanto que a wollastonita e quartzo são minerais detríticos de rochas continentais, com isto estima-se uma relação de 58% de contribuição de minerais de origem química e 42% de detríticos.

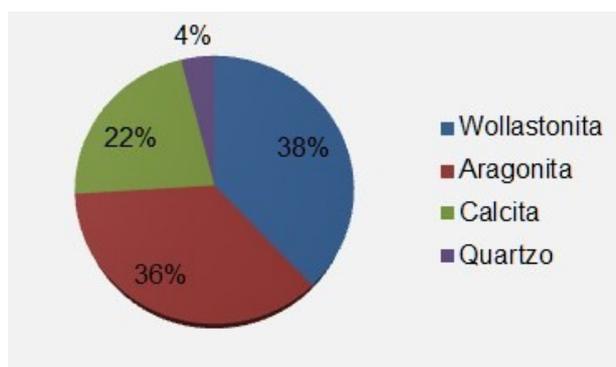


Figura 14 – Composição mineral do topo do testemunho.

No meio do testemunho (30-40 cm) os seguintes minerais foram detectados: muscovita ($KAl_2Si_3AlO_{10}(OH,F)_2$), quartzo (SiO_2), anortita ($CaAl_2Si_2O_8$), calcita ($CaCO_3$) e rutilo (TiO_2), com respectivos teores de 40,00%, 21,00%, 20,00%, 17,00% e 2,00% representando as porcentagens relativas destes no difratograma (Figura 15).

Observa-se o aparecimento de muscovita (formada em granitos), anortita (típicas de rochas magmáticas) e rutilo (mineral acessório de alta pressão e temperatura em rochas ígneas, sendo comum detrítico) além do aumento no teor de quartzo em relação ao topo deste testemunho, minerais os quais são resíduos da hidrólise provenientes do intemperismo de rochas continentais. A partir disso, a contribuição continental aumenta para 83% enquanto que a deposição de minerais de origem química reduz para 17%.

Na base do testemunho (60-69 cm) os seguintes minerais foram detectados:

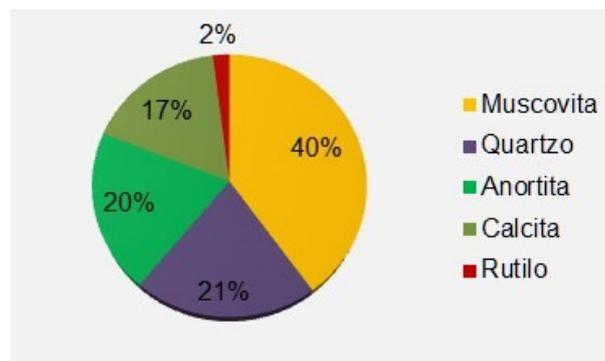


Figura 15 – Composição mineral do meio do testemunho.

calcita ($CaCO_3$), margarita ($Ca_2Al_4(Si_2Al_4O_{10})(OH)_2$), aragonita ($CaCO_3$), e quartzo (SiO_2). E respectivos teores de 51,00%, 29,00%, 11,00% e 9,00% (Figura 16).

Nesta seção do testemunho o teor de calcita é maior do que o encontrado no topo e meio, enquanto que é detectado a margarita, mineral formado a partir da alteração do coríndon (Al_2O_3). A influência neste nível de minerais terrígenos reduz para 38,00%, enquanto que os teores de minerais depositados por ação química aumentam para 62,00%.

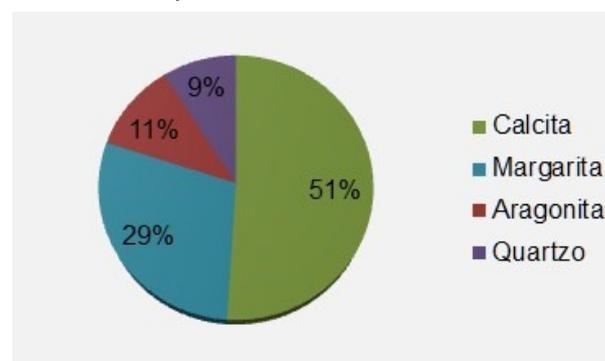


Figura 16 – Composição mineral da base do testemunho.

Na amostra do topo do testemunho tem-se o predomínio da sedimentação marinha, em direção ao meio observa-se um grande aumento e consequente domínio da sedimentação continental marcada pelo aparecimento de minerais como muscovita, anortita e rutilo. Na base

a influência continental diminui ocasionando novamente a dominância marinha, onde estas mudanças de sedimentação podem ser explicadas por períodos de menores e maiores contribuições do Rio Acaraú na sedimentação do talude.

5. CONCLUSÕES

O testemunho SIS-460 é classificado como lama arenosa, composto predominantemente por lama com menores proporções de areia e cascalho. Possui estrutura homogênea e presença de concreções carbonáticas do meio até a base.

Ao longo do testemunho ocorrem variações na cor acompanhadas por mudanças no ambiente, onde do topo até 30 cm o testemunho possui cor laranja acinzentado em ambiente de sedimentação oxidante. O meio é caracterizado por uma zona de transição para meio redutor onde a cor passa a ser cinza esverdeada, deste nível até a base a ambiente torna-se totalmente redutor com coloração cinza escuro médio.

O sedimento é classificado como bioclástico, em razão da elevada taxa de carbonato de cálcio presente, a qual sugere um ambiente onde a deposição de CaCO_3 é favorecida, ocorrendo pouca dissolução do mesmo. Confirmada pela forte presença de óxido de cálcio, calcita e aragonita, marcando a sedimentação marinha. Onde calcita e aragonita são minerais formados a partir da precipitação química de sais dissolvidos em meio aquoso.

A sedimentação continental é evidenciada pela presença de minerais detríticos como quartzo, anortita, muscovita, margarita e rutilo, reforçada pelos óxidos de silício, potássio, alumínio, ferro e titânio. Minerais estes, que foram transportados do continente até o talude

pelo Rio Acaraú.

O talude continental defronte ao Rio Acaraú é composto por partículas finas e dominado pela sedimentação marinha de baixa energia com menores contribuições continentais na sedimentação da região.

Agradecimentos

Agradecemos ao Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada (LGMA), ao Laboratório de Geoquímica Ambiental (LGA) da Universidade Federal do Ceará e ao professor doutor George Satander Sá Freire por todo o suporte concedido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELTRAMI, C.V.; ALVES, L.E.M.; FEIJÓ, F.J. 1994. Bacia do Ceará. Boletim de Geociências da Petrobras, v.8, n.1, p. 117-125.
- CONDÉ, V.C.; LANA, C.C.; PESSOA NETO, O.C.; ROESNER, E.H.; MORAIS NETO, J.M.; DUTRA, D.C. 2007. Bacia do Ceará. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 347-355
- COSTA, I.G.; BELTRAMI, C.V.; ALVES, L.E.M. 1989. A evolução tectono-sedimentar e o "habitat" do óleo da Bacia do Ceará. I Seminário de Interpretação Exploratória, p. 75-85. 2.
- 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 Petrobras, 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. 338p.

- DIAS, G.T.M. 1996. Classificação dos sedimentos marinhos proposta de representação em cartas sedimentológicas. XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador, Brasil, SBG, p. 432-426.
- EMERY, K.O. 1965. Characteristics of Continental Shelves and Slopes. Massachusetts. AAPG Bulletin, v.49, p.1379-1384.
- HU, J.; PENG, P.; JIA, G.; MAI, B.; ZHANG, G. 2006. Distribution and sources of organic carbon, nitrogen and their isotopes in sediments of the subtropical Pearl River estuary and adjacent shelf, Southern China. *Marine chemistry*, v. 98, p. 274-285.
- KENDALL, C.; SILVA, S.R.; KELLY, V.J. 2001. Carbon and nitrogen compositions of particulate organic matter in four large river systems across the United States, *Hydrological Processes*, v.15, p.1301–1346.
- 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.
- LARSONNEUR, C. 1977. La cartographie des dépôts meubles sur le plateau continental français: méthode mise au point et utilisée en Manche. *Journal de Recherche Oceanographique*. v. 2, p. 34-39.
- LIMA, S.F. 2001. ANASED: programa de análises, classificação e arquivamento de parâmetros metodológicos. XIII Congresso Da Associação Brasileira de Estudos Quaternários, Mariluz-Imbé, ABEQUA, p. 458-459.
- MENDES, C.J. 1992. Elementos de Estratigrafia. Editora Edusp. v.12, 592p.
- MEYERS, P.A.; ISHIWATARI, R. 1993. Lacustrine organic geochemistry - an overview of indicators of organic matter sources and diagenesis in lake sediments. *Organic Geochemistry*, v. 20, p.867-900.
- MEYERS, P.A. 1997. Organic geochemical proxies of paleoceanographic, paleolimnologic, and paleoclimatic processes. *Organic Geochemistry*, v. 27, p.213–250.
- MEYERS, P.A. 2003. Applications of organic geochemistry to paleolimnological reconstructions: a summary of examples from the Laurentian Great Lakes. *Organic Geochemistry*, v. 34, p. 261–289.
- MORAIS NETO, J.M.; NETO, O.C.P.; LANA, C.C.; ZALÁN, P.V. 2003. Bacias sedimentares brasileiras – Bacia do Ceará. *Fundação Paleontológica Phoenix*, v. 57. Aracaju, p. 1-6.
- ROCK-COLOR CHART. 1984. Rock-Color Chart Committee, Geol. Soc. America, Repr., 8 unnumbered pages, figs. In 1 appendix; Boulder, Colo.
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. 2005. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Editora Folha de Viçosa Ltda. v. 5, 92p.
- SHEPARD, F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal of Sedimentary Petrology*. USA, v. 24, n. 3, p. 151-158, September.
- TESSLER, M.G.; MAHIQUES, M.M. Processos oceânicos e a fisiografia dos fundos marinhos. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. (Org.). *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.
- USUI, T.; NAGAO, S.; YAMAMOTO, M.; SUZUKI, K.; KUDO, I.; MONTANI, S.; NODA, A.; MINAGAWA, M. 2006. Distribution and sources of organic matter in surficial sediments on the shelf and slope off Tokachi, western North Pacific, inferred from C and N stable isotopes and C/N ratios. *Marine*