



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Geologia Marinha

**Determinação do Carbonato Biodetrítico nos Sedimentos do
Fundo do Estuário Bons Sinais-Quelimane**

Autor:

António Manuel Guzia



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Geologia Marinha

**Determinação do Carbonato Biodetrítico nos Sedimentos do
Fundo do Estuário Bons Sinais-Quelimane**

Autor:

António Manuel Guzia

Supervisora:

Msc. Inocência António Paulo

Quelimane, Fevereiro de 2018

Dedicatória

Dedico este trabalho a memória do meu tio Sacur Joaquim e meu pai Manuel António Guzia, e especialmente a minha mãe Luisa Joaquim, minha avo Nhachua Sacur, e aos meus tios Manuel Joaquim e Carlos Joaquim.

Esta dedicatória se estende ainda aos meus irmãos mais novos Joaquim Carlos, Isabel António, Sacur António e Manuel António. Aos meus primos Helena, Marta, Joaquim Sacur, Julieta, Luisa, Maria, Sacur, Moisés e a minha sobrinha Daniela. E a todos aqueles que evidenciaram esforços para o meu progresso e sucesso.

Agradecimentos

Depois de uma longa caminhada nesta vida académica é chegado o momento de agradecer. Em primeiro lugar quero agradecer a Deus todo poderoso pela bênção, vida e saúde que proporcionou durante esta rotina, sem ele não teria ultrapassado todas as dificuldades e enfrentado todos os obstáculos que surgiram para almejar este objectivo.

Agradecer aos meus pais, principalmente a minha mãe Luisa Joaquim por ter me colocado ao mundo, aos meus tios Carlos Joaquim, Sacur Joaquim e Manuel Joaquim pela educação e pelo amor de pai, por me incentivar a correr atrás dos meus objectivos, pelo investimento na minha formação e ainda por acreditarem em mim e na minha capacidade.

Os meus profundos e imensuráveis agradecimentos vão a minha supervisora Msc. Inocência Paulo e também para PhD. Valera Dias pela atenção prestada em todos os momentos que solicitei, críticas e comentários que foram construtivos para o melhoramento do trabalho, pela paciência e prontidão na transmissão dos seus conhecimentos desde aos trabalhos do campo, análises laboratoriais e na redacção do trabalho.

A todos docentes da UEM-ESCM pelo sacrifício e paciência na transmissão dos seus conhecimentos na ciência. Foi através destes conhecimentos transmitido e partilhados por vós que fez desenvolver os resultados adquiridos neste trabalho. Especialmente ao Msc. Noca Fura pela paciência e prontidão nas nossas saídas do campo.

A todos meus colegas de Geologia Marinha e amigos da faculdade , Paulo Nota, Norton Cossa ,Sérgio Caetano, Erasnes Honwana, Samuel Chichava, Ermenigildo Tomás, Adérito Maússe, Jordão Tsamba, Catarina Tuáira, Balbina Siteo, Mércia Chico, José Xiéo, Nilton Nhantumbo, Flávio Jeje, Agostinho da Silva, Nelson Sufiante, Germano Nigalube, Fernando Niquice, Zunchany Matola, Lucas Muhai, Raimundo Da Silva, Gulamo Bonga, Lourindo Bazilio, Camacho Melo, Cecílio Matsumane, Edson Muianga, Alberto Sibie, Olinda Rufo, Helio Mangoma, Marla Pestana, Amida Zeca, Mauro Gune, Vicente Brás, Augusto Vuja, João Daniel e a todos outros que não pude citar incluindo os do curso de Biologia Marinha, Química Marinha e Oceanografia pelo companheirismo, partilha de conhecimento e apoio que prestaram durante os 4 anos da minha formação e muita aprendizagem.

Aos meus irmãos da Igreja de Cristo Unida em Moçambique (ICUM-Ex. Missão American Board) pelas orações, pelos conselhos, pela força e pelo apoio proporcionado durante estes anos da minha estadia nesta cidade.

Muito obrigado

Declaração e compromisso de honra

Eu, António Manuel Guzia, filho de Manuel António Guzia e de Luisa Joaquim, nascido aos 16 de Janeiro de 1993, natural da cidade da Beira, província de Sofala, portador do BI nº 070101611172Q, emitido pelo Arquivo de Identificação Civil da cidade da Beira, em 13/03/2017, declaro sob o meu compromisso de honra que o trabalho de licenciatura intitulado Determinação do Carbonato Biodetrítico nos Sedimentos do Fundo do Estuário Bons Sinais-Quelimane, é da minha inteira responsabilidade, as informações contidas no trabalho espelha a realidade dos dados obtidos. Este trabalho nunca foi submetido em nenhuma instituição para a obtenção de qualquer grau académico.

Assinatura

António Manuel Guzia

Quelimane, Fevereiro de 2018

Resumo

Os estuários são ambientes sedimentares costeiros cuja evolução depende da interação entre parâmetros hidráulicos, sedimentares e aspectos morfológicos. O carbonato biodetrítico é de origem biogénica e que de acordo com os teores de carbonatos presentes nos sedimentos caracterizam a qualidade de sedimentos. É nesse contexto que o presente estudo de determinação do carbonato biodetrítico nos sedimentos do Fundo do Estuário Bons Sinais-Quelimane tem como objectivo principal de fornecer subsídios sobre o ambiente sedimentar do estuário e o seu papel relevante na geologia, ecologia, e outras áreas através do conhecimentos dos níveis das concentrações do carbonato biodetrítico. O estuário do rio dos bons sinais localiza-se na província da zambézia, no distrito de Quelimane entre as coordenadas 17°57'00.55'' S e 36°54' 36.83''E, e ocupa uma área total estimada em 60 km², sendo 30 km de comprimento e 2 km de largura. E o seu fundo é maioritariamente constituído por argila e apresenta uma profundidade de 12 m. Quinze amostras de sedimentos foram colectadas em Outubro de 2017, e a metodologia usada incluiu a determinação do teor carbonato biodetrítico (%CaCO₃) e da matéria orgânica segundo o método por Gross, 1971 . Os resultados indicaram que os teores do carbonato biodetrítico variam de 2.696 a 15.1%, com a média de 7.828 % e desvio padrão de 3.0388 %, os teores da matéria orgânica variam de 0.279 a 7.278% com a média de 3.2724% e desvio padrão de 1.9263 %. De modo geral o carbonato biodetrítico teve maiores concentrações em relação a matéria orgânica, e a sua distribuição foi de uma forma não uniforme ao longo de todos os pontos de amostragem, e as maiores concentrações dos dois parâmetros foram encontradas próximo as margens em detrimento ao interior do estuário. A correlação entre o carbonato biodetrítico com a profundidade e matéria orgânica foi directa com excepção de alguns pontos ao longo de todas as estações. Em relação aos sedimentos, são classificados como sendo litoclásticos de acordo com o teor do carbonato.

Palavras Chaves: Estuário Bons Sinais, Sedimentos, Carbonato Biodetrítico, Matéria Orgânica.

Abstract

Estuaries are coastal sedimental environment where its evolution depends on the interaction between hydraulic parameters, sediments and morphologic aspects. The biotric carbonate present in the sediments characterizes the quality of the sediments. It is in this context that research of determining the biotric carbonate in the sediments the deep ends of Bons Sinais estuary in Quelimane, has a main objective of providing materials about the environmental sedimentary of the estuary and its relevant function in geology, ecology and other through the concepts of concentration levels of biotric carbonate. Bons Sinais estuary is located in the Zambézia province, in the district of Quelimane where its coordinates are found at 17°57'00.55" S and 36°54' 36.83" E covering a total area estimated in 60 km². The area has length of 30 km and a width of 2 km. The deep ends are mainly composed of clay with 12 m in length. Fifteen samples of sediments were collected in October 2017. The methodology used included the determination of biotric carbonate content (%CaCO₃) and the organic material, according to Gross (1971). The result indicated that biotric carbonate content varied from: 2.696 to 15.1% with an average of 7.828% and its standard deviation of 3.0388. The organic material content varied from 0.279 to 7.278% with average of 3.2724% and standard deviation of 1.9263%. In general, the biotric carbonate, had a greater concentration in relation to the organic material and its distribution was not uniform in the samples. The greater concentration of parameters were found near the margin of the estuary for both parameters. The correlation between the biotric carbonate with the depth and organic material was direct with exceptions of some few points along every station. In relation to the sediments, they are classified as lithoclastic in accordance with carbonate theory.

Key Words: Bons Sinais Estuaries, Sediments, Biotric Carbonate, Organic Material.

Lista de abreviaturas

Sigla/Abreviatura	Significado
M.O	Matéria Orgânica
CaCO ₃	Carbonato Biodetrítico
HCl	Ácido Clorídrico
H ₂ O ₂	Peróxido de Hidrogénio
°C	Graus Centrígados
g	Gramas
m	Metro
%	Percentagem
ml	Mililitro
km	Quilómetros
S	Sul
E	Este

Lista de Figuras

Figura 1: Mapa do estuário e estações de amostragem (A, B, C, D e E) com pontos (PT1, PT2 e PT3).....	18
Figura 2: A) GPS, B) Barco, C) Amostrador do fundo do tipo Van Venn, D) Estufa, E) Balança Analítica, F) Bequer.....	20
Figura 3: Variação do carbonato biodetrítico com a profundidade.....	26
Figura 4: Variação do carbonato biodetrítico com a matéria orgânica.....	27
Figura 5: A) Verificação do instrumento para o lançamento na água, B) Lançamento do instrumento na água para a colecta da amostra, C e D) Processo da viagem ao longo da área de colecta de amostras.....	35

Lista de Tabelas

Tabela 1: Classificação dos sedimentos de acordo com teor do carbonato segundo Larssonneur (1977), posteriormente modificada por Dias (1996).	17
Tabela 2: Coordenadas geográficas e suas respectivas profundidades.	19
Tabela 3: Distribuição percentual do carbonato biodetrítico ao longo dos pontos de amostragem. .	23
Tabela 5: Coordenadas geográficas, Percentuais do carbonato biodetrítico e suas respectivas profundidades.	34
Tabela 4: Distribuição percentual da matéria orgânica ao longo dos pontos de amostragem.	25
Tabela 6: Coordenadas geográficas, Percentuais da matéria orgânica e suas respectivas profundidades.	34

Índice geral

Declaração e compromisso de honra	v
Resumo	vi
Abstract.....	vii
Lista de abreviaturas	viii
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas.....	x
1. INTRODUÇÃO	10
1.1. Problematização.....	11
1.2. Justificativa.....	11
1.3. Objectivos.....	11
1.3.1. Geral:	11
1.3.2. Específicos:	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1. Estuários.....	13
2.2. Sedimentos	14
2.3. Carbonato biodetrítico.....	14
2.3.1. Aspectos geológicos dos carbonatos	15
2.3.2. Aspectos Geotécnicos dos sedimentos carbonáticos.....	15
2.3.3. Matéria Orgânica.....	16
2.4. Classificação dos sedimentos de acordo com o teor de carbonato	17
3. METODOLOGIA DA PESQUISA.....	18
3.1. Localização e caracterização da área do estudo	18
3.2. Materiais e equipamentos.....	19
3.3. Colecta de Amostras de Sedimentos.....	19
3.4. Procedimentos Laboratoriais	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1.1. Carbonato Biodetrítico	23

4.1.2. Matéria Orgânica	25
4.1.3. Correlação entre Carbonato Biodestrítico com a profundidade.....	26
4.1.3. Correlação entre o Carbonato Biodestrítico com a Matéria orgânica	27
4.1.3. Classificação dos sedimentos de acordo com o teor de carbonato	28
5. CONCLUSÃO	29
6. RECOMENDAÇÕES.....	30
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	31
8. ANEXOS	33

1. INTRODUÇÃO

O carbonato biodetrítico (CaCO_3), como o próprio nome sugere, é de origem biogénica, ou seja, é formado por restos de conchas de organismos bentónicos e algas calcárias. Esses restos ficam depositados no sedimento, onde sofrem processos gradativos de decomposição química e física, até se tornarem disponíveis novamente no meio (Vilas *et al.*, 2005).

Depois da deposição do CaCO_3 ocorrem vários processos que dão origem a minerais como calcira e aragonita (Amancio, 2017), actualmente os organismos construtores de recifes utilizam calcite e aragonite nas suas estruturas esqueléticas. As rochas carbonáticas originam-se na sua maioria por deposição, no ambiente marinho, de material calcário à base de carapaças e esqueletos de animais com conteúdo carbonático, como CaCO_3 . Este material sofre transporte através das marés e correntes dos ambientes estuarinos até chegar nos ambientes marinhos.

Os estuários são ambientes sedimentares costeiros cuja evolução depende da interação entre parâmetros hidráulicos, sedimentares e aspectos morfológicos, e onde a atividade biológica é uma condicionante fundamental. Constituindo meios receptores de sedimentos por excelência, onde os processos evolutivos são rápidos, os estuários são importantes zonas de investigação da morfodinâmica atual e fácies deposicionais da história geológica recente (Frazão, 2003).

Entretanto, cada estuário apresenta particularidades que se encontram associado diretamente à morfologia de fundo, ao regime de maré e a descarga fluvial, além de outros fatores que poderão ser mais ou menos importante para cada tipo de estuário, tais como ondas e ventos (Schettini, 2001).

Uma das vantagens de se trabalhar com os carbonatos biodetríticos deve-se a importância que tem na interpretação das condições climáticas do passado em ambientes marinhos, de acordo com a sua abundância pode ajudar para classificar os sedimentos. Além disso boa parte desses carbonatos biodetríticos são assimilados pelos organismos marinhos para fortificar as suas carapaças.

O principal foco deste trabalho de pesquisa é conhecer os níveis das concentrações do carbonato biodetrítico nos sedimentos do fundo do estuário bons sinais desde a confluência até arredores da zona do porto de cargas.

A descrição dos níveis das concentrações do carbonato biodetrítico nos sedimentos do fundo do estuário bons sinais poderá ser usado futuramente como base para estudos em outros locais estuarinos com maior dimensão espacial existente ao longo do país, assim como na comparação evolutiva deste mesmo local.

1.1. Problematização

Carbonato biodetrítico desempenha um papel importante sobre ponto vista geológico, científico, ecológico e até económico.

A falta de informações relativamente aos níveis do carbonato biodetrítico (CaCO_3) nos sedimentos do estuário dos bons sinais na área da geologia marinha, despertou a curiosidade para desenvolver um estudo com objectivo de ter um conhecimento aprofundado sobre os níveis do carbonato biodetrítico (CaCO_3).

Quais são os níveis das concentrações do carbonato biodetrítico (CaCO_3) nos sedimentos do fundo do estuário dos bons sinais?

Como estão distribuídas estas concentrações do carbonato biodetrítico (CaCO_3) nos sedimentos do fundo do estuário dos bons sinais?

1.2. Justificativa

Estudo sobre a determinação do Carbonato biodetrítico (CaCO_3) é de extrema importância porque fornece o conhecimento sobre os níveis de concentrações do CaCO_3 no ambiente estuarino, porque através deste conhecimento pode ser usado para interpretação de ambientes sedimentares, Além disso, a deposição do carbonato de cálcio nos sedimentos pode se tornar importante sistema de acumulação de hidrocarbonetos.

Os organismos segregam o CaCO_3 e também utilizam-o para a construção das suas conchas ou esqueletos. Recifes de corais são construídos através da precipitação de carbonato de cálcio secretado por organismos marinhos em suas estruturas carbonáticas, e os recifes de arenitos são formados através da precipitação inorgânica de carbonato de cálcio dominada por processos físicos-químicos.

1.3. Objectivos

1.3.1. Geral:

- Conhecer os níveis das concentrações do carbonato biodetrítico nos sedimentos do fundo do estuário bons sinais-Quelimane.

1.3.2. Específicos:

- Determinar as concentrações do carbonato biodetrítico e da matéria orgânica nos sedimentos do fundo do estuário bons sinais;

- Comparar os níveis das concentrações do carbonato biodetrítico e da matéria orgânica entre os pontos de todas estações;
- Relacionar o carbonato biodetrítico com a profundidade e com a matéria orgânica;
- Classificar os sedimentos de acordo com teor de carbonato segundo Larssonneur (1977).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Estuários

Os ambientes de sedimentação costeira, dos quais os estuários fazem parte, são considerados altamente dinâmicos e recebem grandes quantidades de matéria orgânica, nutrientes, sedimentos, contaminantes e outros (Gazeau *et al.*, 2004). Assim, segundo a definição geológica de Day *et al.* (1989), estuários são feições costeiras bastante efêmeras.

Os estuários são feições localizadas na interface continente-oceano, apresentando assim características de ambos os ambientes (Miranda *et al.*, 2002). São influenciados fortemente pela ação das marés, possuindo extrema importância no estudo dos processos dinâmicos de transferência de material terrestre para o oceano. Apesar dos estuários serem sistemas altamente produtivos, utilizam para consumo próprio a maior parte dos nutrientes orgânicos e inorgânicos durante a produção primária e o carbono fixado nos processos respiratórios internos (Davis, 1985).

Ecossistemas estuarinos são caracterizados pela mistura entre águas doces e salgadas e por possuir grande quantidade de material sedimentar fino disperso na coluna d'água, que é carregado para dentro do estuário por águas vindas do mar e dos rios, acumulando-se em bancos de lama (McLusky, 1981).

Os estuários sofrem influência direta e indireta de atividades urbanas, recreativas, portuárias, industriais, pesqueiras e desmatamentos modificando a estrutura dos ciclos biogeoquímicos através de alterações no potencial de exploração dos recursos naturais renováveis (knox, 1986).

Os sistemas estuarinos são também meios atrativos para ação antrópica, onde o desenvolvimento das atividades portuárias e marítimas é crescente. Constituem deste modo, pólos importantes para o desenvolvimento de estudos da geologia e geofísica marinha relacionados sobretudo com a manutenção de canais navegáveis, com o comportamento de zonas de dragagem e de rejeito, e com a construção e manutenção de obras (Frazão, 2003).

Quando o transporte sedimentar introduzido nesses ambientes, está diretamente relacionado aos fenômenos hidrodinâmicos presentes, estes, chegam a provocar inúmeras consequências sobre a evolução sedimentar dos fundos estuarinos, tais como conservação dos canais, evolução dos bancos e crescimento das margens (Cunha, 2005).

2.2. Sedimentos

O sedimento é um material fragmentado, formado originalmente através da desintegração física e química das rochas da crosta terrestre. As partículas de sedimento variam na sua dimensão, forma e na sua composição mineral (Suguio, 1973).

Os sedimentos nos ecossistemas estuarinos são genericamente a matriz de materiais detríticos, orgânicos e inorgânicos que compõem o fundo dos corpos de água. Eles são geralmente heterogêneos quanto aos padrões físicos, químicos e biológicos. Power & Chapman (1992) consideram quatro componentes importantes do sedimento: a água intersticial, que completa os espaços entre as partículas; a fase inorgânica, composta por fragmentos de rochas, conchas, partículas minerais derivados da erosão natural de materiais terrestres; a matéria orgânica, que regula a sorção e biodisponibilidade de alguns contaminantes; e por fim os materiais derivados de atividades antropogênicas.

Nos estuários há formação de depósitos de sedimentos finos que são derivados dos rios e/ou do mar, ou ainda das lavagens dos solos adjacentes pelas chuvas. Essa deposição é controlada pela velocidade das correntes e pelo tamanho das partículas, sendo que os sedimentos mais grosseiros, seixos e areias, tendem a depositar primeiramente enquanto que as partículas finas, as argilas e siltes permanecem em suspensão na coluna d'água (McLusky, 1981). Por conseguinte, as águas dos estuários tendem a ser escuras e essas partículas eventualmente são depositadas em bancos de lama. A velocidade de deposição está relacionada com processos de floculação quando em contato com água do mar, uma vez que os sais promovem o aumento das colisões e posterior agregação de partículas.

2.3. Carbonato biodetrítico

O carbonato biodetrítico, como o próprio nome sugere, é de origem biogênica, ou seja, é formado por restos de conchas de organismos bentônicos e algas calcárias. Esses restos ficam depositados nos sedimentos, onde sofrem processos de decomposição química e física, até se tornarem disponíveis novamente no meio. Como esses organismos são essencialmente marinhos, os depósitos de carbonato biodetrítico ocorrem em maiores concentrações nas áreas com maior influência oceânica (Vilas et al., 2005).

O carbonato biodetrítico é considerado um produto autóctone nos sedimentos marinhos, sendo produzido através da atividade biológica do ambiente. Os organismos bentônicos são os principais responsáveis pela utilização do carbonato de cálcio neste ambiente. Com a morte destes organismos, as partes duras (carapaças), formadas a partir de carbonatos, ficam novamente disponíveis no meio (Silva, 2002).

A associação do carbonato biodetrítico com as fácies sedimentares do ambiente permite diferenciar os tipos de sedimento e sua origem: sedimentos mais finos (lama e areia) com baixas concentrações de carbonato biodetrítico são siliciclásticos e, portanto, de origem continental e sedimentos mais grossos (areia e cascalho) com altas concentrações são bioclásticos, de origem marinha (Vilas *et al.*, 2005).

Além disso, maiores concentrações de carbonato biodetrítico no sedimento superficial também podem ser encontradas em áreas onde ocorrem bancos naturais ou de cultivo de moluscos (Vilas *et al.*, 2005).

A variável teor de carbonato no sedimento é apropriada para indicar a influência marinha nos paleoambientes (Machado, 2014).

2.3.1. Aspectos geológicos dos carbonatos

Aproximadamente um sexto da massa sedimentar da Terra é constituída por sedimentos carbonáticos, os quais por definição são aqueles que apresentam em sua composição mais de 50% em peso de materiais carbonáticos (Júnior, 2010).

Embora esses sedimentos possam se originar também em terra, é no mar que os mesmos são encontrados em maior abundância, especialmente em águas tropicais pouco profundas. Nesse ambiente existem as condições mais propícias a sua formação, relacionadas principalmente com a atividade orgânica, tais como temperaturas elevadas e a presença de calcita (CaCO_3) e outros carbonatos. A geração e deposição da maior parte dos carbonatos é controlada pela atividade biológica. Cerca de 90% dos carbonatos são de origem biológica (mccarthy, 2004).

No trabalho apresentado por Fookes (1988) ele caracteriza três processos de formação para os sedimentos carbonáticos:

- a) Restos orgânicos fragmentados, originados a partir de conchas, coral e algas.
- b) Material precipitado em ambiente aquático, como resultado da grande concentração de carbonato em solução.
- c) Fragmentos transportados de rochas calcárias antigas.

2.3.2. Aspectos Geotécnicos dos sedimentos carbonáticos

Basicamente, os sedimentos que possuem uma quantidade muito alta de carbonatos, exibem três características que as distinguem como material de fundação dos solos normalmente encontrados em terra: compressibilidade acentuada, cimentação e heterogeneidade (Kormann, 1993).

Dada a origem complexa dos sedimentos com conteúdo carbonático, os mesmos se apresentam bastante heterogêneos. É frequente a variação acentuada de suas propriedades geotécnicas de uma

amostra a outra, assim como espacialmente em um dado sítio. Isso dificulta bastante a definição dos parâmetros típicos de um depósito e a generalização das experiências adquiridas em cada obra (modificado Kormann, 1993).

2.3.3. Matéria Orgânica

Conforme Maglioca *et al.* (1964), o teor de matéria orgânica presente nos sedimentos é microbiologicamente de grande importância, uma vez que se constitui num substrato para colônias de bactérias heterotróficas que degradam proteínas e carboidratos, e que pode causar alterações físico-químicas no ambiente. Esse mesmo autor afirma ainda que este parâmetro possui uma relação direta com a topografia do fundo e com a distribuição textural.

Os conteúdos orgânicos, geralmente comportam-se de maneira relativamente previsíveis em ambientes estuarinos, apresentando variações diretamente proporcionais com parâmetros granulométricos, com a profundidade e com o grau de confinamento do sistema (Oliveira, 2014).

A matéria orgânica presente nos solos, sedimentos, água e outros ambientes naturais consiste numa mistura de produtos de plantas e animais em vários estágios de decomposição, juntamente com as substâncias sintetizadas química ou biologicamente (Kalas *et al.*, 1998).

A matéria orgânica sedimentar é uma forma reduzida dos elementos que a compõe, e fornece uma variedade de indicadores que podem ser usados para reconstruir registros de paleoclimas e paleoambientes continentais e marinhos. Segundo Meyers (1997), a matéria orgânica encontra-se instável em ambientes oxidantes, apresentando uma decomposição contínua de suas partículas orgânicas ao longo da coluna da água até ser depositada no sedimento, sendo observada uma decomposição mais intensa na superfície bioturbadora deste compartimento.

Para Mahiques *et al.* (1999), as características da matéria orgânica depositada no sedimento superficial em áreas marinhas são amplamente usadas na correlação de vários processos oceanográficos, como produtividade da coluna da água, aporte de material de origem terrestre para o oceano, dinâmica de massas de água, potencial oxi-redução e taxas de sedimentação. É importante também monitorar os ambientes costeiros que sofrem com o aporte de matéria orgânica rica em nutrientes a fim de evitar uma produção primária intensa na coluna da água (blooms algais), que leva eventualmente a um consumo excessivo de oxigênio durante a respiração microbiana, acarretando uma possível eutrofização do ambiente (Andrews *et al.*, 1998).

2.4. Classificação dos sedimentos de acordo com o teor de carbonato

De acordo com os percentuais de carbonatos presentes nos sedimentos, Larsonneur (1977), posteriormente modificada por Dias (1996), criou uma classificação que determinou o tipo de sedimento, sendo divididos em quatro classes distintas, de acordo com a descrição da tabela abaixo.

Tabela 1: Classificação dos sedimentos de acordo com teor do carbonato segundo Larsonneur (1977), posteriormente modificada por Dias (1996).

Principais Divisões	% de Carbonatos
Litoclásticos	Até 30%
Litobioclásticos	30 a 50 %
Biolitoclásticos	50 a 70 %
Bioclásticos	Mais de 70 %

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1. Localização e caracterização da área do estudo

O estuário do rio dos bons sinais localiza-se na província da zambézia, no distrito de Quelimane entre as coordenadas 17°57'00.55'' S e 36°54' 36.83''E. Ocupa uma área total estimada em 60 km², sendo 30 km de comprimento e 2 km de largura, é coberta pela vegetação de floresta de mangal ao longo das margens do canal principal e dos tributários (Timba, 2014).

O estuário situa-se numa região com um clima tropical húmido caracterizado por estações chuvosas e secas, com um período de Outubro a Março e de Abril a Setembro respectivamente (Timba, 2014). E o seu fundo é maioritariamente constituído por argila e apresenta baixa profundidade, ocorrendo com frequência bancos de areia e ilhas (Nataniel, 2010). E a sua profundidade é de cerca de 12 m (Matsinhe, 2010).

A área de estudo abrangida foi 7,22 km², dividida longitudinalmente e transversalmente em 5 estações (A, B, C, D e E), em cada estação foram divididos a 3 pontos de amostragem (PT1, PT2 e PT3) correspondente a um total de 15 pontos de amostragens. A divisão desses pontos teve-se em consideração as margens (PT1 e PT3) e o interior (PT2) do estuário, com o objectivo de compreender a variação do carbonato biodetrítico.

Com ajuda de um GPS fez-se o reconhecimento da área de estudo e a selecção dos pontos de amostragem. A figura abaixo ilustra os pontos de amostragens ao longo do estuário.



Figura1: Mapa do estuário e estações de amostragem (A, B, C, D e E) com pontos (PT1, PT2 e PT3).

3.2. Materiais e equipamentos

- ❖ Sacos plásticos
- ❖ Fita Métrica
- ❖ Blocos de notas e esferográfica
- ❖ Balão volumétrico
- ❖ Becker
- ❖ Provetas
- ❖ Seringa
- ❖ Barco de 7m, motor 40 HP
- ❖ Máquina fotográfica
- ❖ GPS (Sistema de Posição Geográfico)
- ❖ Péroxido de Hidrogénio (H₂O₂)
- ❖ Amostrador do fundo
- ❖ Estufa;
- ❖ Balança digital
- ❖ Água Destilada

3.3. Colecta de Amostras de Sedimentos

A campanha de colecta das amostras de sedimentos ao longo do estuário dos bons sinais foi realizado uma vez, no dia 25 de outubro de 2017 as 13 horas durante a enchente da maré viva.

Foi possível colectar amostras de sedimentos do fundo do estuário dos bons sinais usando um amostrador do fundo do tipo van ven construído na ESCMC segundo a Figura 2C, no total foram colectadas 15 amostras o que corresponde 3 amostra (PT1,PT2 EPT3) para cada estação de amostragem (A, B, C, D e E). A quantidade das amostras colhidas eram conservadas em sacos plásticos para posteriormente serem analisados em laboratório. Com auxílio a uma fita métrica foi medido o comprimento da corda com objectivo de estimar a profundidade para cada ponto de amostragem, segundo a descrição da Tabela 2.

Tabela 2: Coordenadas geográficas e suas respectivas profundidades.

Estações	Pontos de Amostragem	Profundidade (m)	Latitude (S)	Longitude (E)
Estação A	PT1	0.85	17°54'24.48"S	36°48'41.63"E
	PT2	1.40	17°54'28.55"S	36°48'43.05"E
	PT3	3.74	17°54'33.65"S	36°48'48.90"E
Estação B	PT1	0.75	17°53'46.63"S	36°49'57.20"E
	PT2	0.55	17°53'56.74"S	36°49'59.92"E
	PT3	6.49	17°54'5.22"S	36°50'3.02"E
Estação C	PT1	5.26	17°53'2.76"S	36°51'7.61"E
	PT2	4.60	17°53'4.93"S	36°51'11.32"E
	PT3	2.37	17°53'6.97"S	36°51'14.84"E
Estação D	PT1	0.97	17°53'27.84"S	36°51'51.62"E
	PT2	1.03	17°53'32.97"S	36°51'56.92"E
	PT3	1.24	17°53'37.82"S	36°52'1.20"E
Estação E	PT1	0.70	17°52'58.92"S	36°52'22.90"E
	PT2	1.00	17°52'43.45"S	36°52'14.64"E
	PT3	1.31	17°52'37.22"S	36°51'59.65"E

As figuras abaixo mostram alguns materiais e equipamentos usados desde a saída do campo para colheita das amostras até as análises laboratoriais.



Figura 2: A) GPS, B) Barco, C) Amostrador do fundo do tipo Van Venn, D) Estufa, E) Balança Analítica, F) Bequer.

3.4. Procedimentos Laboratoriais

O conjunto das amostras colectadas no campo foram levadas ao laboratório de solos da ESCMC para serem conservadas e depois de alguns dias foram transportadas ao laboratório de Sedimentologia do Departamento de Geologia na UEM para a determinação do carbonato biodetrítico e matéria orgânica.

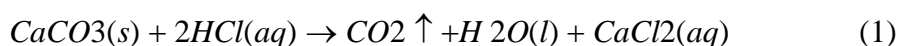
Passos usados para a determinação de Carbonato Biodetrítico nas amostras de sedimentos

1º passo: 500 g de cada amostra foram submetidas para secagem durante 24 horas em uma estufa a temperatura de 60°C.

2º passo: Após o processo de secagem, foi efectuada pesagem para a retirada de uma massa de 20 g correspondente ao peso inicial da amostra (P1) de sedimentos colectados em cada ponto de amostragem, com auxílio de uma balança digital com precisão de 0.0001 g e colocados em 15 copos de bequer de 600 ml.

3º passo: As amostras depois de secas foram atacadas com 10% de solução diluída de HCl e posteriormente as amostras foram conservadas em solução de HCl durante 24 horas permitindo o isolamento total dos carbonatos. Em seguida Procedeu-se a lavagem das amostras três (3) vezes com água destilada, e depois as amostras permaneceram alguns minutos até decantar para retirada de excesso da água destilada com ajuda da seringa.

A equação química abaixo ilustra o processo de eliminação de dióxido de carbono por evaporação, a água e cloreto de cálcio durante a reação entre carbonato de cálcio presente nos sedimentos com ácido clorídrico:



4º passo: Depois de lavadas as amostras retomaram a estufa para secagem a uma temperatura de 60° C durante 24 horas, depois da secagem foi efectuada a pesagem usando uma balança analítica de precisão 0,0001 g para determinação do peso final (P2) e a posterior quantificar o percentual de carbonato biodetrítico pela diferença dos pesos P1 e P2, para finalmente determinar-se o teor de carbonato biodetrítico existente nas amostras, segundo a fórmula abaixo:

$$\%CaCO_3 = \frac{P1-P2}{P1} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

% CaCO₃- Corresponde ao teor percentual de carbonato biodetrítico;

P1- É o peso inicial da massa de sedimento isento de humidade antes da remoção de CaCO₃;

P2- É o peso final da massa do sedimento isento de humidade depois da remoção de CaCO₃.

Passos usados para a determinação da Matéria Orgânica nas amostras de sedimentos

1º passo: Neste etapa, o peso final da amostra após o isolamento do carbonato biodetrítico corresponde a massa inicial da matéria orgânica (P1).

2º passo: As amostras foram todas atacadas com a solução diluída de H₂O₂ de 10% de concentração, e posteriormente foram conservadas em solução de H₂O₂ durante 24 horas permitindo eliminação total da matéria orgânica.

3º passo: Procedeu-se a lavagem das amostras três (3) vezes com água destilada, e depois as amostras permaneceram alguns minutos até decantar para retirada de excesso da água destilada com ajuda da seringa. Posteriormente as amostras foram retomadas a estufa para secar a uma temperatura de 60° C durante 24 horas.

4º passo: Depois da secagem, as amostras foram retiradas da estufa para pesagem usando uma balança de precisão 0.0001g para a determinação do peso final (P2), e posterior a quantificação percentual da matéria orgânica pela diferença dos pesos P1 e P2, para finalmente determinar-se o teor da matéria orgânica existente nas amostras, segundo a fórmula abaixo:

:

$$\%M.O = \frac{P1-P2}{P1} \times 100 \quad (3)$$

Onde:

%M.O- Corresponde a quantidade percentual da matéria orgânica;

P1- É o peso inicial da massa de sedimento isento de humidade e antes da eliminação da matéria orgânica;

P2- É o peso final da massa do sedimento isento de humidade depois da eliminação da matéria orgânica;

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1.1. Carbonato Biodetrítico

A tabela abaixo ilustra os valores das concentrações do carbonato biodetrítico para cada estação de amostragem:

Tabela 3: Distribuição percentual do carbonato biodetrítico ao longo dos pontos de amostragem.

Estações	% CaCO ₃		
	PT1	PT2	PT3
Estação A	9.689	6.801	8.343
Estação B	2.841	2.696	5.19
Estação C	5.398	14.221	6.233
Estação D	4.573	10.731	15.1
Estação E	7.636	6.293	11.675

Nota: PT1 e PT3 corresponde aos pontos próximo as margens do estuário, PT2 corresponde ao ponto no interior do estuário.

A distribuição espacial do carbonato biodetrítico no estuário bons sinais apresentou valores percentuais de forma irregular.

Maiores concentrações do carbonato biodetrítico foram encontrados próximo as margens (PT1 e PT3), em detrimento das menores concentrações observadas no interior (PT2) do estuário bons sinais, exceptuando o ponto amostral PT2 da estação C, estes resultados são similares aos resultados encontrados no estudo feito pelo Conorath *et. al.* (2010), dentre várias condicionantes que agem diretamente nos sedimentos do fundo de um ambiente estuarino, eles apontam a profundidade além hidrodinâmica estuarina como principal agente que age directamente sobre os sedimentos do fundo do estuário dentro de uma análise sedimentológica. É provável que os resultados encontrados nesse estudo esteja em concordância com o autor citado, uma vez observado os resultados destaca-se a profundidade como sendo uma variável que influencia na distribuição do carbonato biodetrítico.

Segundo Fritzen (2007), defende que os elevados teores de carbonato biodetrítico presentes nos sedimentos principalmente nas margens em relação ao interior do estuário, é devido ao enriquecimento de compostos carbonáticos no sedimento ao longo do tempo, provavelmente por fontes externas. Os ventos, descargas dos rios, chuvas são agentes de transporte de sedimentos do continente de um ambiente para o outro, neste contexto é provável que os resultados encontrados

neste trabalho esteja em concordância com a defesa do autor citado, uma vez que estes agentes transportam muitos materiais detríticos (sedimentos), e estes podem estar enriquecidos de compostos carbonáticos. Além destes agentes de transporte podemos ainda referir as marés como sendo um dos agentes que transportam sedimentos do continente para o ambiente estuarino, na momento da vazante muitos materiais detríticos são transportados do continente para o estuário.

É provável que as maiores concentrações nas margens sejam da fonte interna do ambiente, uma vez que as correntes também carregam sedimentos do fundo e serem transportados até depositados nas margens, o que significa que a defesa de Fritzen (2007), pode não estar em concordância nesse contexto.

O valor mínimo encontrado foi de 2.696% no ponto amostral PT2 da estação B, enquanto que o máximo encontrado foi de 15.1% no ponto amostral PT3 da estação D. A média percentual foi de 7.828 % com o desvio padrão de 3.0388 %.

Segundo Oliveira (2004) os baixos teores de carbonato (na ordem de 0,66 a 2,02%) sugerem que este componente seja autóctone, tendo sua origem associada à presença de organismos biomineralizadores, como por exemplo, pequenos gastrópodes e moluscos bentônicos, isso nos leva a concluir que os valores observados do teor do carbonato no presente estudo está em concordância com autor.

Segundo Rudorff (2008) os depósitos de carbonato biodetrítico ocorrem em maiores concentrações (na ordem de 16%) nas áreas com maior influência oceânica, esta defesa é aplicável para estação D e E onde alguns pontos apresentaram níveis maiores de concentrações do carbonato biodetrítico, uma vez que estes pontos de amostragem das estações distam a 22,82 km da boca do estuário. Mais esta defesa não é aplicável a confluência (estação A) que dista a 30 km da boca do estuário apesar de apresentar maiores níveis de concentrações do carbonato biodetrítico em alguns pontos (na ordem de 9.689 e 8.343 %)

Segundo Vilas *et al.* (2005) maiores concentrações de carbonato biodetrítico no sedimento superficial do fundo do estuário também podem ser encontradas em áreas onde ocorrem bancos naturais ou de cultivo de moluscos, uma vez que as concentrações dos carbonatos observados foram baixos de modo geral, e os locais de amostragem não estão associados com locais de bancos naturais ou de cultivo de moluscos, o que provavelmente nos leva a concordância com o citado pelo autor. Vilas *et al.* (2005) já discutiram a ocorrência de valores mais elevados de carbonato biodetrítico associados a bancos de moluscos naturais e de cultivo, é provável que esteja relacionado ao desprendimento dos moluscos e pedaços das conchas das estruturas do cultivo.

É provável que a distribuição do carbonato biodetrítico no estuário bons sinais esteja associado aos processos hidrodinâmicos, a profundidade, tipos de sedimentos e a morfologia do próprio estuário.

4.1.2. Matéria Orgânica

A tabela abaixo ilustra os valores percentuais das concentrações da matéria orgânica para cada estação de amostragem.

Tabela 4: Distribuição percentual da matéria orgânica ao longo dos pontos de amostragem.

Estações	% Matéria Orgânica		
	PT1	PT2	PT3
Estação A	5.744	2.566	3.226
Estação B	0.798	0.279	1.35
Estação C	1.45	7.278	0.911
Estação D	1.855	6.321	6.01
Estação E	3.695	2.569	5.034

A distribuição espacial dos teores da matéria orgânica no estuário bons sinais se procedeu de maneira semelhante à carbonato biodetrítico. Onde por sua vez, as maiores concentrações da matéria orgânica também foram encontrados próximo as margens (PT1 e PT3) do estuário em relação a menores concentrações observadas no interior (PT2) do estuário, com excepção dos pontos amostrais PT2 das estações C e D. Estes resultados são similares aos resultados encontrados no estudo feito pelo (Conorath *et. al*, 2010), onde eles apontam a profundidade além hidrodinâmica estuarina como principal agente que age directamente sobre os sedimentos do fundo do estuário dentro de uma análise sedimentológica. O que provavelmente os resultados encontrados nesse estudo dita a concordância com o autor citado.

O valor mínimo encontrado foi de 0.279% no ponto amostral PT2 da estação B, enquanto que o máximo encontrado foi de 7.278% no ponto amostral PT2 da estação C. A média percentual foi de 3.2724% com o desvio padrão de 1.9263 %.

A grandeza dos valores encontrados no presente estudo não fugiram muito dos que foram encontrados por Milan (2010) numa zona estuarina do rio maciambu-palhoça em santa catarina no brasil, onde os valores mínimos e máximos variaram entre 0.3% a 8.9% respectivamente, com uma média de 2.4%, onde defende que estes teores estão associados aos sedimentos do tipo (silte grosso e médio), o que provavelmente nos leva a possibilidade em concordar com autor. No momento da recolha das amostras foi notória variedades de sedimentos em cada amostra colhida.

Segundo Sommaruga & Conde, (1990) a concentração de matéria orgânica é afectada por muitas variáveis oceanográficas, como a profundidade da coluna de água, a hidrodinâmica local, o diâmetro das partículas e outros.

Segundo Maglioca *et al.* (1964), matéria orgânica presente no sedimento é depositada sob as mesmas condições energéticas favoráveis à deposição de sedimentos finos.

As fontes da matéria orgânica depositado neste ambiente pode estar associado as descargas dos rios cuáqua e licuar, uma vez estes rios serem a principal fonte de materiais detritico ou mesmo pela decomposição de organismos no próprio ambiente. Segundo Oliveira (2004) nestes casos, o mecanismo de transporte envolvido é do tipo em suspensão em meio aquoso (origem alóctone). Outra hipótese diz respeito ao material orgânico gerado dentro do ambiente, sobretudo da decomposição de macrófitas que se desenvolvem nestes ambientes (origem autóctone).

Oliveira (2004) defende ainda que as fontes da matéria orgânica pode também estar relacionado a proliferação de organismos bentônicos (sobretudo de pequenos moluscos).

Há também fontes de origem antrópica, como efluentes domésticos e agrícolas (Rabalais, 2002).

4.1.3. Correlação entre Carbonato Biodetrítico com a profundidade

A figura abaixo ilustra a correlação entre a profundidade e o carbonato biodetrítico.

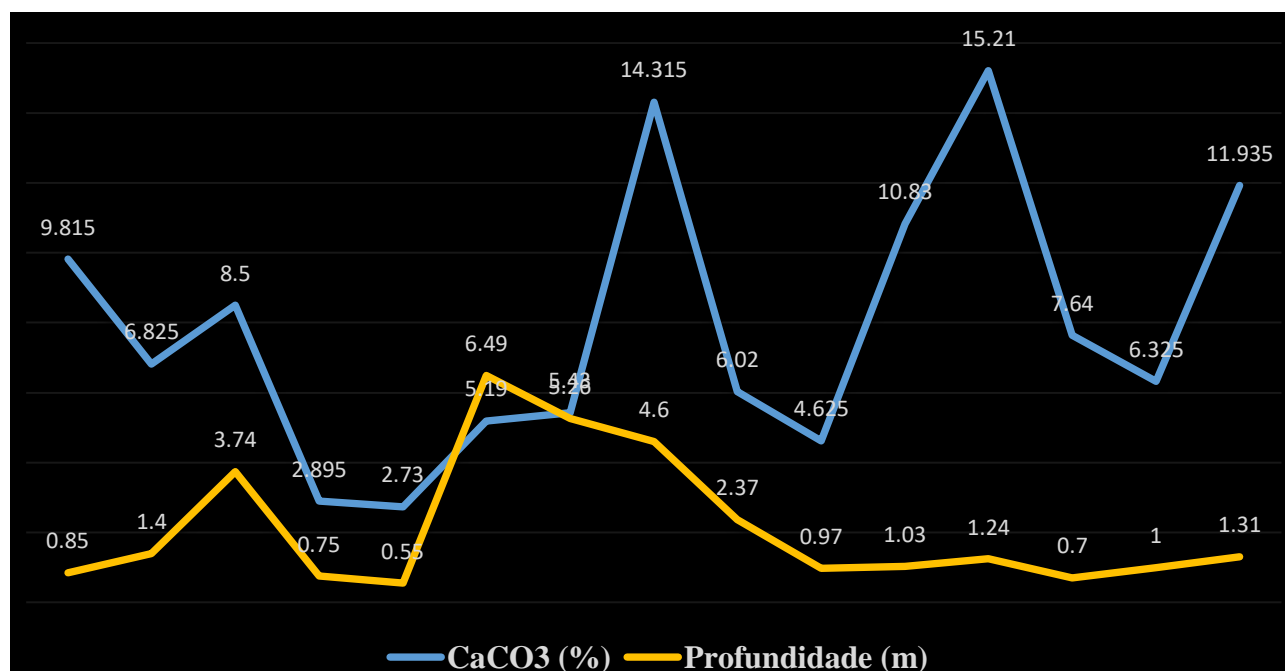


Figura 3: Variação do carbonato biodetrítico com a profundidade.

A profundidade em toda área de amostragem variou de 0.55 metros nas áreas mais próximas as margens, à 6.49 metros em direcção ao interior no estuário bons sinais. Genericamente, as maiores

concentrações do carbonato biodetrítico encontram-se em profundidades inferiores a 4.6 metros. Estes resultados também são similares aos de (Conorath *et. al.*, 2010), onde as maiores concentrações encontram-se a profundidades baixas (na ordem de 2 a 5 m), eles defendem ainda que esta baixa profundidade está relacionada a geomorfologia da localização de alguns pontos do canal do sistema estuário (a jusante do canal do palmital) além de inúmeras condicionantes actuantes no ambiente. Durante a recolha de amostras constantou-se variedade na profundidade em cada ponto de amostragem em todas as estações, provavelmente o argumento defendido pelos autores citados acima esteja em concordância com os resultados encontrados neste trabalho. Uma vez que os ponto de amostragem apresentaram disparidade significativa nas suas profundidades.

Nota-se também que a profundidade têm uma influência na distribuição do carbonato biodetrítico. Os níveis das concentrações de carbonato biodetrítico aumenta com aumento da profundidade e diminuem com a redução da profundidade em quase todas as estações do estuário. Com excepção de alguns pontos nas estações A, B, C e D apresenta uma correlação inversa, onde a diminuição profundidade faz com que haja aumento nos níveis das concentrações do carbonato biodetrítico e vice versa.

4.1.3. Correlação entre o Carbonato Biodetrítico com a Matéria orgânica

A figura abaixo ilustra a correlação entre a profundidade e o carbonato biodetrítico.

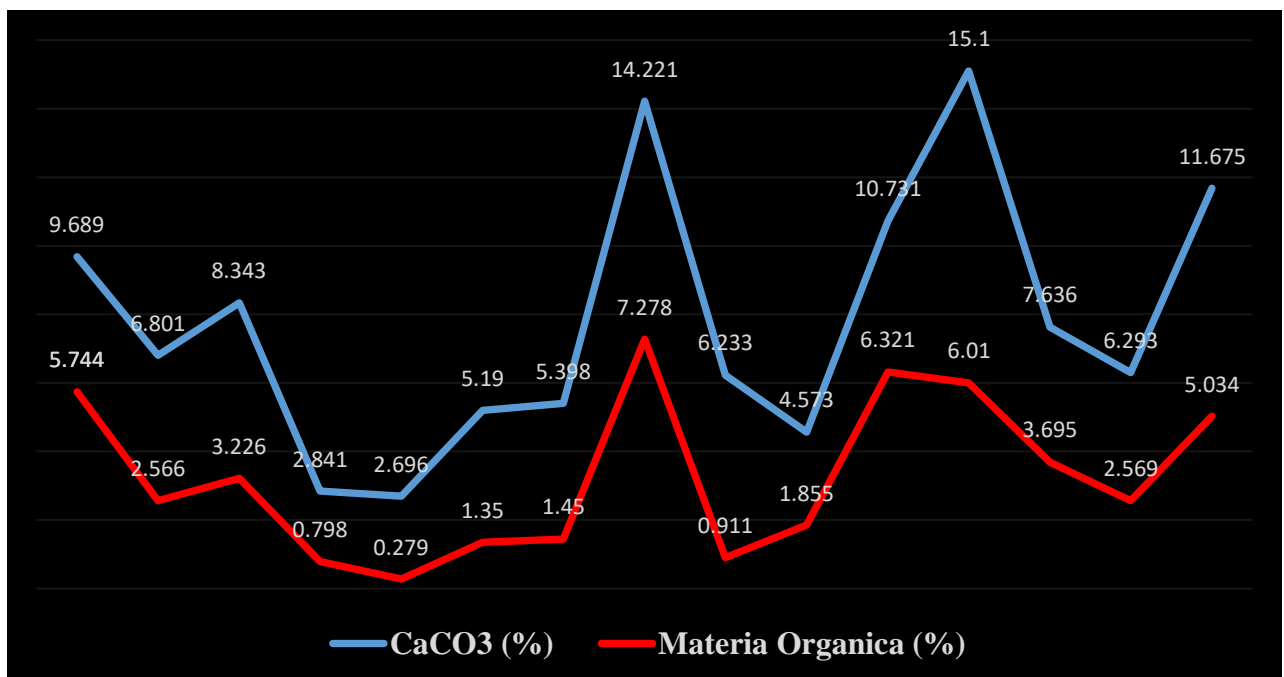


Figura 4: Variação do carbonato biodetrítico com a matéria orgânica.

A distribuição da matéria orgânica e o carbonato biodetrítico em todos os pontos amostrais das estações foi de forma irregular. A correlação entre a matéria orgânica e o carbonato biodetrítico foi directa para as estações A, B e E, o mesmo não se observou para as estações C e D, apresentaram uma correlação inversa isto é: quando a matéria orgânica diminui a concentrações do carbonato biodetrítico aumenta e vice versa.

Segundo Oliveira (2004), a correlação do teor de carbonato biodetrítico com a matéria orgânica de modo geral pode ser interpretada como de origem autóctone. Através deste conhecimento podemos supor que os carbonatos biodetríticos encontrados provavelmente estão associados aos organismos que vivem sob o substrato lamoso e que retiram do material orgânico disponível energia para sobreviver.

De modo geral, carbonato biodetrítico e matéria orgânica total apresentam baixos teores percentuais quando estes parâmetros estão associados as características fisiográficas e sedimentológicas do sistema estuarino (Silva, 2002).

A maré associada com a geomorfologia local actua como um agente controlador da deposição da matéria orgânica e do teor de carbonato (De oliveira *et.al.*, 2017).

4.1.3. Classificação dos sedimentos de acordo com o teor de carbonato

A classificação dos sedimentos foi feito de acordo com Larsonneur (1977) modificado por Dias (1996), onde os sedimentos são divididos em litoclástico (com 30% de carbonatos), lito-bioclásticas (com 30-50% de carbonatos), bio-litoclásticas (com 50-70% de carbonatos) e bioclástico (com mais de 70% de carbonatos). De acordo com os resultados encontrados em todos os pontos amostrais e todas estações, os sedimentos são classificados como sendo litoclásticos, uma vez que o teor do carbonato não passa os 30%.

A associação desse composto (CaCO_3) com as fácies sedimentares do ambiente permite diferenciar os tipos de sedimento e sua origem: sedimentos mais finos (lama e areia) com baixas concentrações de carbonato biodetrítico são siliciclásticos e, portanto, de origem continental e sedimentos mais grossos (areia e cascalho) com altas concentrações são bioclásticos, de origem marinha (Vilas *et al.*, 2005).

Resultados encontrados vão em concordância com citado pelo Vilas *et al.* (2005), os sedimentos encontrados são finos com baixo teor de carbonato biodetrítico, onde por sua vez são classificados como sedimentos litoclásticos.

5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados observados e a discussão feita em torno do trabalho, apresenta-se as seguintes conclusões:

- Após a determinação dos níveis das concentrações do carbonato biodetrítico e da matéria orgânica nos sedimentos do estuário bons sinais, a distribuição dos valores destes parâmetros procedeu-se de uma forma não uniforme. E as maiores concentrações foram encontradas próximo as margens (PT1 e PT2) genericamente em todas estações;
- Os níveis percentuais das concentrações do carbonato biodetrítico e da matéria orgânica entre os pontos de todas estações foram 2.696% e 0.279% de mínima, 15.1% e 7.278% de máxima, 7.828% e 3.2724% de média, 3.0388 % e 1.9263 % de desvio padrão respectivamente;
- A concentração do carbonato biodetrítico de um modo geral aumenta e diminui com a profundidade em quase todas as estações do estuário, com excepção de alguns pontos nas estações A, B, C e D que apresentam uma correlação inversa, onde a diminuição da profundidade condiciona o aumento dos níveis das concentrações do carbonato biodetrítico e vice versa. A profundidade em toda área de amostragem variou de 0.55 m próximas as margens, à 6.49 m em direcção ao interior no estuário bons sinais. As maiores concentrações do carbonato biodetrítico encontram-se em profundidades inferiores a 4.6 metros;
- Carbonato biodetrítico e matéria orgânica apresentaram baixos teores percentuais genericamente (na ordem de 15.1 e 7.278% respectivamente). E as concentrações do carbonato biodetrítico foram superiores que as da matéria orgânica. A correlação entre estes dois parâmetros foi directa, com excepção de alguns pontos nas estações C e D;
- Os sedimentos são classificados como sendo litoclásticos em todos os pontos amostrais, porque o teor do carbonato é menor que 30% ($\text{CaCO}_3 < 30\%$) segundo (Larsonneur, 1977).

6. RECOMENDAÇÕES

Para dar continuidade o estudo, recomenda-se aos futuros pesquisadores a:

- Alargar o estudos para outros estuários ao longo da província e no país em geral;
- Estudar a distribuição do carbonato biodetrítico em profundidades usando os testemunho de sondagem (PVC) para a colecta de amostras;
- Estudar a distribuição do carbonato biodetrítico espacial e temporal, relacionando com os processos hidrodinâmicos;
- Fazer estudos comparativos da distribuição do carbonato biodetrítico em estuários de Macuze e Bons sinais;
- Desenvolver mais estudos que englobe a classificação dos sedimentos de acordo com teor do carbonato.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ❖ Andrews, J. E. G.; Greensway, A. M. & Dennis, P. F. (1998). *Combined carbon isotope and C/N ratios as indicators of source and fate of organic matter in a poorly flushed, tropical estuary: Hunts Bay, Kingston Harbour, Jamaica*. Estuary, Coastal and Shelf Science. 46: 743-756.
- ❖ Mahiques, M. M.; Mishima, Y. & Rodrigues, M. (1999). *"Characteristics of the sedimentary organic matter on the inner and middle continental shelf between Guanabara Bay and São Francisco do Sul, southeastern Brazilian margin."* Continental Shelf Research 19: 775-798.
- ❖ Amancio, C.E. (2017). *Precipitação do CaCO₃ em algas marinhas calcárias e balanço de CO₂ Atmosférico*. São Paulo.
- ❖ Cunha, E. M. S. (2005). Considerações gerais sobre a zona costeira. Capítulo 3, 29 p.
- ❖ Da silva, L.F. (2002). *Identificação de sub-ambientes na baía sul (sc) com base na análise de variáveis oceanográfico-sedimentares*. Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, Florianópolis.
- ❖ Day, JR. J. W.; Hall, C. A. S.; Kemp, W. M. & Yáñez-Arancibia, A. (1989). Estuarine Geomorphology and Physical Oceanography. In: Estuarine Ecology. Day Jr., J. W. Hall, C. S. A., Kemp, W. M. & Yáñez-Arancibia, A. (ed.) Chapter 2 John Willey & Sons, Inc., p. 47- 75.
- ❖ Gazeau, F.; Smith, S. V.; Gentili, B.; Frankignoulle, M.; Gattuso, J.-P. (2004). The European coastal zone: characterization and first assessment of ecosystem metabolism. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 60 (4): 673-694.
- ❖ De oliveira, L.E.E; Dos Santos, L.D; Montes, M.J.F; Barcellos, R.L. (2017). *Influência da maré na variabilidade sedimentar da barra de catuama, ilha de itamaracá, pernambuco-brasil*. Estudos Geológicos vol.27(2).
- ❖ Fritzen, L. B. (2007). *Composição, origem e grau de enriquecimento do material orgânico sedimentar no setor norte do sistema estuarinolagunar do rio itapocu, sc*. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia na Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.
- ❖ Kalas, F. A.; Carreira, R.; Wagener, A.L.R. *Utilização de -cidos hímicos na compreensão da diagénise inicial da matéria orgânica- Baía de Guanabara-RJ*. XI semana nacional de oceanografia. Rio Grande -RS.1998. 550-552p.
- ❖ Larssonneur, C., (1977) - *La Cartographie des Dépôt Meubles sur le plateau continental français: méthode mise au point et utilisée en Manche*. J. Rech. Oceanogr., v. 2, p. 34– 39.
- ❖ Matsinhe, C. (2010) *Descrição das correntes de maré a partir do modelo computacional ELCOM, no Estuario dos Bons Sinais*, Tese de Licenciatura, UEMESCMC, Quelimane. 4,5PP.
- ❖ Meyers, P. A. (1997). *Organic geochemical proxies of paleoceanography, paleolimnologic and paleoclimatic processes*. Organic Geochemistry. 27: 213-250.

- ❖ Miranda, L.B.; Castro, B.M.; Kjerfve, B. (2002). *“Princípios de Oceanografia Física de Estuários”*. Ed. Da USP. 408 pp.
- ❖ McCarthy, F. M. G., et al. (2004). *The micropaleontological character of anomalous calcareous sediments of late Pliocene*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 215. Elsevier B.V. 1–15.
- ❖ Mcclusky, D.S. (1981). *The Estuarine Ecosystem*. New York: John Wiley and Sons Inc., 215p.
- ❖ Nataniel, A. F. (2010). *Nitrate and Phosphate Fluxus between the Bons Sinais Estuary and the adjacent Mangrove*. Dissertation thesis. P.41.
- ❖ Oliveira, D. A. (2004). *Caracterização bio-sedimentológica e proposta de setorização das lagunas de Camacho & Garopaba do Sul e Santa Marta, Santa Catarina, Brasil*. Florianópolis: programa de pós-graduação em geografia, universidade federal de santa catarina – UFSC.
- ❖ Oliveira, D. A. (2004). *Caracterização bio-sedimentológica e proposta de setorização das lagunas de Camacho & Garopaba do Sul e Santa Marta, Santa Catarina, Brasil*. Florianópolis: programa de pós-graduação em geografia, universidade federal de santa catarina – ufsc.
- ❖ Rabalais, N. N. (2002). Nitrogen in aquatic ecosystems. *Royal Swedish Academy of Sciences: Ambio* v. 31 no. 2.
- ❖ Rudorff, N. D. (2008). *Caracterização biossedimentológica dos sedimentos associados a sítios de cultivo de moluscos marinhos na baía sul (sc) sob influência de diferentes condições hidrodinâmicas*. Florianópolis: Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina.
- ❖ Sommaruga, R & Conde, D. (1990). *Distribución de matéria orgânica em los sedimentos recientes de la Laguna de Rocha (Rocha, Uruguay)*. *Atlântica, Rio Grande*, v.12, n.1, p.35-44.
- ❖ Suguio, K. (1973). *Introdução à Sedimentologia*. USP, São Paulo, 316 pp.
- ❖ Schettini, C.A.F, (2001). *Dinâmica de sedimentos finos no estuário do rio Itajaí-Açu-SC*. Porto Alegre. 92p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências-UFRGS.
- ❖ Timba, I. L (2014). *Propagação de Onda de Maré no Estuário dos Bons Sinais*. Universidade Eduardo Mondlane, Quelimane.
- ❖ Vilas, F., Bernabeu, A. M. & Méndez, G. (2005). *Sediment distribution pattern in the Rias Baixas (NW Spain): main facies and hydrodynamic dependence*. *Journal of Marine Systems*, v. 54, p. 261-276.

8. ANEXOS

Para o sucesso do presente trabalho foram usados os seguintes equipamentos:

- A) **Barco de 7m, motor 40 HP:** Este barco existente na escola superior de ciências marinhas e costeiras foi usado para a saída do campo;
- B) **Sacos plásticos:** Serviu para preservar as amostras de sedimentos após a colheita no campo;
- C) **Máquina fotográfica:** Ajudou no registo de imagens durante as campanhas de colheita de amostras no campo;
- D) **GPS (Sistema de Posição Geográfico):** Serviu para identificar a localização dos pontos onde foram feitas as colheitas das amostras para o estudo;
- E) **Ácido Clorídrico (HCl):** É um reagente que foi usado para remoção da quantidade dos carbonatos contidos em cada amostra dos sedimentos;
- F) **Péroxido de Hidrogénio (H₂O₂):** Este reagente foi usado para remover a quantidade de matéria orgânica existente em cada amostra de sedimentos;
- G) **Amostrador do fundo:** foi utilizado para fazer a colecta de amostras de sedimentos fundo do estuário;
- H) **Estufa:** Usou-se para secar os sedimentos ao longo dos processos de análises laboratoriais;
- I) **Balança digital:** Serviu para o pesar as amostras durante o processo de análise laboratorial, e este tem uma precisão de 0.0001 gramas;
- J) **Fita Métrica:** Foi usado para medir a profundidade em cada local de recolha de amostras, com ajuda da acorda que estava amarrada no instrumento amostrador do fundo;
- K) **Blocos de notas e esferográfica:** Ajudaram nas anotações da localização dos pontos de amostragem por GPS, observações durante o percurso do campo e etiquetar as amostras de sacos plásticos;
- L) **Balão volumétrico:** Foi utilizado para misturar água destilada e HCl para processo de diluição do HCl;
- M) **Becker:** Serviu para colocar amostras de sedimentos no momento de ataque com HCl;
- N) **Provetas:** Foi usado para medir a quantidade de HCl concentrado;
- O) **Seringa:** Usou-se para tirar solução de HCl nos sedimentos após o ataque;
- P) **Água Destilada:** Foi usada para deluir o HCl e H₂O₂, lavar os sedimentos depois de atacar com os reagentes citados.

Tabela 5: Coordenadas geográficas, Percentuais do carbonato biodetrítico e suas respectivas profundidades.

Estações	Pontos de Amostragem	Profundidade (m)	Latitude (S)	Longitude (E)	(%)CaCO₃
Estação A	PT1	0.85	17°54'24.48"S	36°48'41.63"E	9.689
	PT2	1.4	17°54'28.55"S	36°48'43.05"E	6.801
	PT3	3.74	17°54'33.65"S	36°48'48.90"E	8.343
Estação B	PT1	0.75	17°53'46.63"S	36°49'57.20"E	2.841
	PT2	0.55	17°53'56.74"S	36°49'59.92"E	2.696
	PT3	6.49	17°54'5.22"S	36°50'3.02"E	5.19
Estação C	PT1	5.26	17°53'2.76"S	36°51'7.61"E	5.398
	PT2	4.6	17°53'4.93"S	36°51'11.32"E	14.221
	PT3	2.37	17°53'6.97"S	36°51'14.84"E	6.233
Estação D	PT1	0.97	17°53'27.84"S	36°51'51.62"E	4.573
	PT2	1.03	17°53'32.97"S	36°51'56.92"E	10.731
	PT3	1.24	17°53'37.82"S	36°52'1.20"E	15.1
Estação E	PT1	0.7	17°52'58.92"S	36°52'22.90"E	7.636
	PT2	1	17°52'43.45"S	36°52'14.64"E	6.293
	PT3	1.31	17°52'37.22"S	36°51'59.65"E	11.675

Tabela 6: Coordenadas geográficas, Percentuais da matéria orgânica e suas respectivas profundidades.

Estações	Ponto de Amostragem	Profundidade (m)	Latitude (S)	Longitude (E)	% M.O
Estação A	PT1	0.85	17°54'24.48"S	36°48'41.63"E	5.744
	PT2	1.4	17°54'28.55"S	36°48'43.05"E	2.566
	PT3	3.74	17°54'33.65"S	36°48'48.90"E	3.226
Estação B	PT1	0.75	17°53'46.63"S	36°49'57.20"E	0.798
	PT2	0.55	17°53'56.74"S	36°49'59.92"E	0.279
	PT3	6.49	17°54'5.22"S	36°50'3.02"E	1.35
Estação C	PT1	5.26	17°53'2.76"S	36°51'7.61"E	1.45
	PT2	4.6	17°53'4.93"S	36°51'11.32"E	7.278
	PT3	2.37	17°53'6.97"S	36°51'14.84"E	0.911
Estação D	PT1	0.97	17°53'27.84"S	36°51'51.62"E	1.855
	PT2	1.03	17°53'32.97"S	36°51'56.92"E	6.321
	PT3	1.24	17°53'37.82"S	36°52'1.20"E	6.01
Estação E	PT1	0.7	17°52'58.92"S	36°52'22.90"E	3.695
	PT2	1	17°52'43.45"S	36°52'14.64"E	2.569
	PT3	1.31	17°52'37.22"S	36°51'59.65"E	5.034



Figura 5: A) Verificação do instrumento para o lançamento na água, B) Lançamento do instrumento na água para a colecta da amostra, C e D) Processo da viagem ao longo da área de colecta de amostras.