

# ESTUDO DA MINERALOGIA , TEXTURA, DENSIDADE E COMPONENTES BIÓTICOS DAS AREIAS DE PRAIA E SUA RELAÇÃO COM A DINÂMICA PRAIAL DO LITORAL DO ESTADO DA PARAÍBA

Silvana Moreira Neves<sup>1</sup>, Valdir do Amaral Vaz Manso<sup>2</sup>, Marianna Moreira Neves<sup>3</sup>

## RESUMO

A área de estudo do presente trabalho compreende a zona costeira do Estado da Paraíba, com aproximadamente 140 km, no trecho compreendido entre as desembocaduras do rio Guajú, limite com o Rio Grande do Norte (Município de Mataraca) e a do Rio Goiana, limite com Pernambuco (Município de Pitimbu). O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar as características sedimentológicas da face praial. Foram escolhidas 46 amostras representativas, distribuídas por toda a área de estudo para identificar as classes granulométricas, as propriedades morfométricas dos grãos (arredondamento e esfericidade), textura superficial e composição dos sedimentos. Este estudo foi realizado com a ajuda de uma lupa trinocular sobre a amostra total e as frações de 1  $\phi$  e 2  $\phi$ . Posteriormente foi realizada a separação de 100 grãos de cada amostra selecionada para determinação da sua composição. Os resultados mostram que os grãos são constituídos principalmente de quartzo brilhante, com variadas proporções de bioclastos (de algas, fragmentos e partes inteiras de foraminíferos, gastrópodes, bivalves, etc.). São predominantemente subangulosos a subarredondados, com esfericidade alta nas frações mais grossas, e muito angulosos a angulosos nas frações mais finas.

## ABSTRACT

The study area of this work comprises the coastal zone of Paraíba State, approximately 140 km along the stretch between the mouths of the river Guajú, bound to Rio Grande do Norte (Mataraca County) and River Goiana, bound with Pernambuco (municipality of Pitimbu). This study was conducted in order to determine the sediment characteristics of the face praial. 46 representative samples were chosen, distributed over the whole study area to identify the grain sizes, the morphometric properties of the grains (roundness and sphericity), surface texture and composition of the sediments. This study was conducted with the help of a magnifying glass trinocular on the total sample and fractions of 1 and 2  $\phi$ . Was subsequently held a separation of 100 grains of each sample selected for determining its composition. The results show that the grains are mainly quartz bright, with varying proportions of bioclasts (algae, fragments and portions of foraminifera, gastropods, bivalves, etc.). Are predominantly subangular to subarredondados with high sphericity in the fractions coarser, angular and very angular in the finer fractions.

---

<sup>1</sup>Prof. Adjunto – Universidade Federal de Pernambuco. E-mail:silvanamneves@gmail.com

<sup>2</sup>Prof. Adjunto – Universidade Federal de Pernambuco. E-mail:vazmanso@uol.com.br

<sup>3</sup>Técnica – Universidade Federal da Paraíba. E-mail: Marianna\_jp@hotmail.com

## CARACTERIZAÇÃO DA ZONA COSTEIRA DA PARAÍBA

**Clima:** A área estudada encontra-se submetida a um clima tropical quente e úmido geralmente com chuvas abundantes no outono/inverno (abril, maio, junho) e uma curta estação seca que vai de outubro a dezembro.

Comumente a nebulosidade é alta, com nuvens densas e espessas, caracterizando o clima úmido do litoral. Os dados de ventos, temperatura e pluviosidade foram obtidos no Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal da Paraíba para as estações meteorológicas de Mataraca, João Pessoa e Alhandra. Estes dados representam médias de, no mínimo, trinta anos.

**Temperatura:** Em conformidade com os dados apresentados nas estações meteorológicas, a área possui grande homogeneidade sazonal e espacial da temperatura. As temperaturas médias anuais ao longo da costa paraibana oscilam entre 22°C e 26,5°C, variando muito pouco durante o ano. A média das máximas atinge 30°C (janeiro-abril) e a média das mínimas é de 23°C (junho-agosto).

Com relação às temperaturas do litoral as mesmas são elevadas durante todo o ano, com pequenas variações localizadas. Com relação à altitude, elas decrescem cerca de 0,6°C/100 metros. (Lima; Heckendorff, 1985).

### Precipitação Pluviométrica

A faixa úmida oriental, que se estende desde o litoral até próximo ao declive do planalto da Borborema (em torno de 50 km), apresenta índices pluviométricos que variam entre 1000 e 2000 mm.

Na área de estudo a pluviosidade média anual varia entre 1400 e 1800 mm por ano. A estação chuvosa se estende de abril a julho e a estação seca ocorre em dois períodos: em janeiro e fevereiro e de setembro a dezembro. Os maiores índices pluviométricos foram verificados em Alhandra, mas a estação chuvosa em Mataraca é um pouco maior, começando em março.

O máximo de precipitação entre abril e julho está ligado à maior atividade de circulação da brisa que advecta bandas de nebulosidade média para o continente e à ação das frentes frias remanescentes que se propagam ao longo da costa (Kousky, 1979).

Kousky (1980) notou também que o máximo de chuvas no leste do Nordeste, de maio a julho, está possivelmente associado à máxima convergência dos alísios com a brisa terrestre,

a qual deve ser mais forte durante as estações de outono e inverno quando o contraste de temperatura entre a terra e o mar é maior.

As variações interanuais de chuvas no leste do Nordeste podem ser atribuídas às anomalias na posição e intensidade da Zona de Convergência Intertropical, causadas por anomalias positivas na temperatura da superfície do mar do Atlântico Sul, conforme o estudo de Moura & Shukla (1981) e Nobre (1994) e pela ocorrência do El Niño no Pacífico Equatorial.

A umidade relativa do ar observada é relativamente alta, em torno de 77%, tomando as médias das estações estudadas. Embora a temperatura média seja elevada, a forte evaporação e a inversão da camada superior dos alísios acentuam a tensão do vapor, o que resulta em maior umidade.

Na área de estudo, a amplitude percentual da umidade relativa do ar, se faz entre a máxima no mês de junho com 84,8% e a mínima nos meses de novembro e dezembro com 76,7%.

**Ventos:** A análise da dinâmica da circulação atmosférica é fator preponderante para o entendimento das condições climáticas que caracterizam a área de estudo.

Os sistemas de circulação atmosférica que direta ou indiretamente, influenciam as condições do tempo na área são a Massa Equatorial Atlântica (MEA), a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a Frente Polar Atlântica (FPA) e as correntes perturbadas de leste - ondas de Leste (EW).

A área permanece o ano inteiro sob a ação do anticiclone do Atlântico Sul, responsável pelo bom tempo no hemisfério meridional. É o ar dos alísios de SE que predomina em toda a área durante o ano.

Os alísios de sudeste são ventos moderados que normalmente alcançam velocidades de 2 a 6 m/s. O período de maior atuação desses ventos vai de agosto a outubro, exercendo forte influência no regime das chuvas e na dinâmica litorânea.

O estudo dos ventos sobre o Atlântico Sul feito por Servain & Lucas (1990) mostrou que os ventos na costa do Nordeste são de leste/nordeste no começo do ano e de sudeste durante o período de abril a julho, o que coincide com a época chuvosa no leste da região. Portanto, durante a estação chuvosa de outono/inverno sobre o leste do Nordeste, os ventos sopram quase que perpendiculares à costa, oriundos de sudeste. Estes ventos parecem favorecer a ocorrência da zona de convergência noturna associada à brisa terrestre.

De acordo com os dados da MCT/IMPE/CPTEC predominaram os ventos do quadrante SE durante todo o ano (frequência média de 64%) com velocidade média de 3 m/s,

sendo que as maiores velocidades estão concentradas nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, seguidos pelos ventos de NE nos meses de julho, agosto, setembro e outubro com frequência média de 13,3%), com velocidades médias de 3,5 m/s. Os ventos de sul apresentam frequência de 10,2% e velocidade média de 2,5 m/s. Os ventos de E exibem frequência de 3,4% e velocidade média de 3,0 m/s, enquanto os de SSE apresentam frequência de 0,6% e velocidade média de 1 m/s.

## **PARÂMETROS OCEANOGRÁFICOS**

**Ondas:** Não existem medidas de ondas consistentes para o litoral Estado da Paraíba e, dessa forma, foram utilizados, neste trabalho, os dados disponíveis em MCT/IMPE/CPTEC, cujas estatísticas mostram a relação direta entre o sentido e a velocidade dos ventos dominantes e da altura e do período das ondas que chegam à costa do nordeste-oriental do Brasil.

Para a costa do Estado da Paraíba as ondas mais frequentes que atingem a região são oriundas de NE (N45°) e E (N90°), com alturas de 1,0 m e períodos de 5,0 s, e de SE (N135°) e SSE (N 180°), com alturas de 1,5 m e períodos de 6,5 s.

**Marés:** Os dados de marés para o litoral do Estado da Paraíba foram obtidos do DHN para o Porto de Cabedelo. Segundo estes dados, a planície costeira da Paraíba está submetida a meso-marés com características semi-diurnas. A preamar máxima de sizígia registrada, ao longo de um ano, é de 2,7 metros e a baixa-mar mínima de sizígia de 0,0 metros (DHN, 2008). A maré máxima de quadratura é de 1,7 metros e a maré mínima de 0,3 metros (DHN, 2008).

No litoral da Paraíba não se tem conhecimento de medições de correntes. De acordo com a variação da amplitude da maré de sizígia para o Porto de Cabedelo, cerca de 3,0 metros e os regimes de ondas e ventos, pode-se admitir velocidades de correntes da ordem de 0,4 a 0,7 m/s ao longo da costa (MT/PORTOBRÁS/INPH – Anteprojeto de proteção contra a erosão no litoral da cidade de Cabedelo/PB – Outubro de 1989/Relatório INPH 224/84).

## **TEXTURA DO SEDIMENTO E INCLINAÇÃO DA FACE DE PRAIA**

Para se fazer uma caracterização das praias na área de estudo foram feitas coletas de sedimento e observações ao longo da linha de costa a intervalos regulares.

Os trabalhos de campo foram realizados em três etapas: a primeira, nos dias 15 e 16 de fevereiro de 2008, a segunda nos dias 17 e 18 de junho de 2008 e a terceira 21 a 23 de julho de 2008. Durante estes trabalhos de campo, a linha de costa da área de estudo foi percorrida com veículo do tipo “Buggy”. Em cada ponto de parada foram coletados os seguintes dados: coordenadas geográficas, declividade da face de praia e uma amostra de sedimento da face da praia. Na ocasião também foram feitas observações acerca do tipo de rebentação de onda e sua altura, presença de correntes de retorno e evidências indicativas de erosão da linha de costa. As coordenadas geográficas foram tiradas com um receptor G.P.S.(Global Position System).

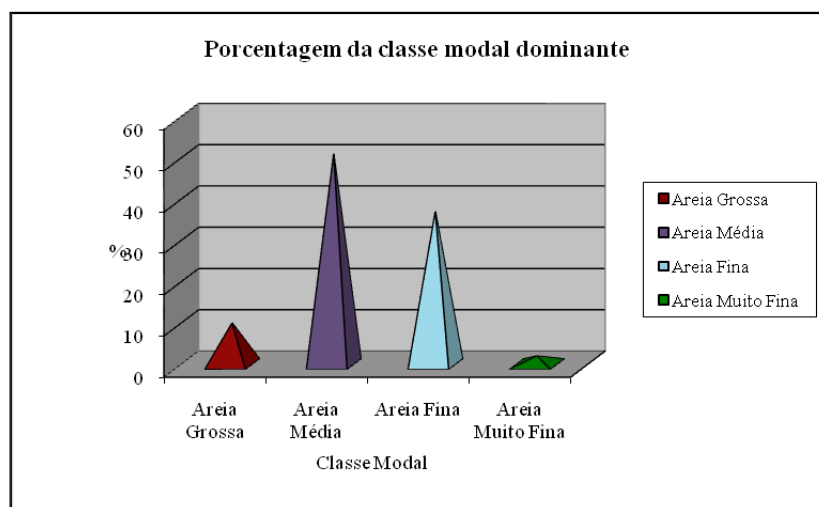
As análises granulométricas foram realizadas no Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal de Pernambuco, num total de 65 amostras, onde, em laboratório, as amostras foram lavadas para a dessalinização e levadas a estufa para secagem a uma temperatura de 60 °C. Após a secagem, as amostras foram quarteadas e 100g retiradas para o peneiramento úmido. Da fração arenosa (granulometria >0,062mm) foi realizado o peneiramento seco em um jogo de 10 peneiras ( intervalo  $\frac{1}{2} \phi$  ) com malha variando de  $1,0\phi$  a  $4,0\phi$ . O material fino (<0,062mm) foi estocado para posterior utilização. O cálculo dos parâmetros estatísticos (Md, Mz, Si, Ski e Kg) foi realizado segundo as fórmulas de Folk & Ward (1957) utilizando-se o “software”, ANASED – (Análise Sedimentológica), (Lima, S.F. et. al.) – LGMA/UFC.

Dois fatores são determinantes no controle da granulometria dos sedimentos da praia (Komar, 1976): a) a fonte dos sedimentos, que pode ser a plataforma interna, falésias ou a desembocadura de rios no caso de sedimentos siliciclásticos e recifes de coral e algas coralinas no caso de sedimentos bioclásticos carbonáticos; e b) a energia de onda que incide na face de praia. Por outro lado a declividade da face de praia depende da granulometria e da energia de onda incidente.

Resultados obtidos mostram um resultado de certo modo esperado, no qual o diâmetro das partículas em  $\phi$  apresenta uma relação inversa com a declividade da face de praia. Em algumas amostras, no entanto, isto não foi observado. Esse comportamento pode ser explicado pela origem bioclástica de seus sedimentos, visto que esta área possui grande quantidade de bancos de algas e corais.

A partir das características granulométricas dos sedimentos das praias pode-se fazer a seguinte descrição: Nas amostras coletadas, a classe modal dominante foi a areia média (51%), sendo seguida pela areia fina (37%) e areia grossa (10%). A classe modal areia muito

fina foi encontrada em apenas 2% das amostras. Estas foram observadas apenas na praia das Cardosas e na porção central da linha de costa do município de Baía da Traição; no município de Cabedelo, nas praias de Ponta de Mato, Miramar e Formosa e na porção sul da área de estudo, apenas na praia de Carapibus. Entre a ponta de Acaú e a ponta do Cabo Branco, predominaram areias quartzosas de granulometria média a grossa. Entre a ponta do Cabo Branco e a praia de Ponta de Mato predominou areia de granulometria média a fina. Da praia de Costinha até a praia de Tambá observa-se uma alternância entre areias de granulometria fina a média, sendo as maiores granulometrias (areia grossa) observadas nas proximidades da foz do rio Paraíba, em Costinha e Acaú, desembocadura do Rio Goiana. Da praia de Tambá até a praia de Guajú, predominou areia fina. Com relação à declividade da face da praia, os menores valores foram encontrados na porção sul da área de estudo, em torno de 1°, na Praia do Sol e em Acaú. As maiores declividades foram observadas tanto ao Norte da área, como ao sul, com valores entre 9° e 13°. Os resultados obtidos mostraram que os valores de diâmetro médio variaram entre 0,01 e 3,27φ.



Os resultados obtidos durante o período estudado, evidenciaram poucas variações espaciais nas características morfodinâmicas da praia ao longo da área de estudo.

Segundo o modelo morfodinâmico de Wright; Short (1984), baseado nas características morfológicas e processos hidrodinâmicos, foram reconhecidos na área de estudo duas categorias básicas: praias refletivas e praias intermediárias..

As praias refletivas se formam em áreas de ondas de altura pequena. Elas são caracterizadas por apresentar declividade elevada e geralmente são compostas por areia grossa e média. O tipo de rebentação dominante é o frontal ascendente quebrando diretamente sobre a face da praia. A altura da onda se situa em torno de 0,5 metros.

Segundo Wright; Short (1984), as condições ambientais que favorecem o desenvolvimento de estágios intermediários incluem clima de onda de energia moderada, mas temporalmente variável, e sedimento de granulometria entre areia média a grossa.

Por envolver tanto as características de praias refletivas como dissipativas, o estágio intermediário possui características morfodinâmicas muito mais complexas e com maior instabilidade.

As praias intermediárias ocorrem onde a areia é de fina a média e as ondas atingem alturas médias entre 0,5 e 1,0 metro. Elas tendem a ocorrer em direção a zonas de menor energia de onda, nas extremidades mais protegidas de praias longas em enseadas moderadamente protegidas, e em locais mais expostos onde a areia é fina. Praias intermediárias de baixa energia têm tipicamente uma face de praia íngreme, com um banco de areia baixo e inexpressivo que se estende de 20 a 50 metros em direção ao mar, partindo da face de praia.

A integração dos dados de textura e declividade da face de praia e das observações em campo, não permitiu classificar todas as praias do Estado da Paraíba do ponto de vista morfodinâmico. O alto grau de proteção oferecido pelos recifes de corais, bancos de algas calcáreas, arenitos de praia e terraços de abrasão, dificultam essa classificação, tendo em vista que os tipos morfodinâmicos estabelecidos por Wright; Short (1984) são para praias sem este tipo de obstáculo.

As praias do litoral paraibano, de maneira geral, apresentam granulometria de média a grossa, e com caráter mais próximo das características refletivas e intermediárias.

As praias que foram classificadas como refletivas foram as praias de Abiaí, Gramame, Camaçari, Bom Sucesso e Praia de Campina. Estas praias se caracterizam por apresentar declividades entre 7° e 11° e rebentação do tipo mergulhante a deslizante. A granulometria predominante é areia grossa a média. Feições geomorfológicas como bermas bem desenvolvidos podem ser observadas.

As praias que puderam ser classificadas como intermediárias foram as de Praia Bela, Carapibus, Tambaba, Ponta de Mato, Miramar e Intermares. Estas praias caracterizam-se pela presença de dunas frontais, rebentação do tipo frontal ascendente, face da praia com declividade entre 3,5° e 6° e predominância de areia fina a média.

A análise morfoscópica de sedimentos é um método que se refere ao estudo das propriedades (forma, esfericidade e arredondamento) e a textura superficial (brilho e fosqueamento) das partículas sedimentares. Estas propriedades são ferramentas importantes no conhecimento dos processos responsáveis pelo transporte e deposição dos grãos.

## **Arredondamento**

O exame do grau de arredondamento de uma partícula é realizado através da observação da presença ou não de angularidade na superfície externa do grão (Toldo Jr 1998). O arredondamento indica um bom índice de maturidade de um sedimento. De uma maneira geral, o grau de arredondamento, aumenta com a duração do transporte e retrabalhamento.

O arredondamento dos grãos detríticos nos sedimentos analisados varia de muito anguloso a subarredondado conforme as amostras analisadas. O arredondamento de partículas bioclásticas geralmente é muito melhor do que o das detríticas, em função da fragilidade do material constituinte (CaCO<sub>3</sub>). Os dados obtidos em diferentes pontos da área estudada apontaram uma predominância de grãos angulosos a muito angulosos (66%), nas frações mais finas (>3 φ).

## **Composição dos Grãos**

Foram verificados a presença de dois tipos principais de componentes: os bioclásticos e os detríticos. Os primeiros constituem-se basicamente por artículos de algas, conchas inteiras e fragmentos bivalves, foraminíferos e outros. Os detríticos são representados praticamente por quartzo, com baixíssimas quantidades de micas e alguns minerais acessórios.

As proporções entre os grupos nas amostras analisadas variam consideravelmente, em função da área onde estão localizadas. Entretanto, verificamos quase sempre a predominância dos grãos detríticos, Porém, a quantidade de bioclásticos está associada principalmente à presença de recifes algálicos existente no litoral da Paraíba, principalmente nas praias de Baía da Traição, Mamanguape, Camboinha, Intermares, Pitimbú, cuja distribuição pode estar relacionada com a influência de elementos terrígenos, condições de substrato, iluminação e hidrodinâmica.

Os grãos bioclásticos analisados são caracterizados pela presença de organismos pouco a moderadamente fragmentados e com coloração esbranquiçada dominante, o que evidencia, um ambiente moderno, com a presença de condicionantes hidro-dinâmicos relevantes. Observou-se ainda grãos pretos, amarelos e marrons.

Segundo Leão & Machado (1989) a presença de grãos com cores variadas, ou combinações dessas cores, depende da história deposicional do sedimento e da estrutura do grão. Assim, a predominância de grãos brancos pode significar uma taxa de sedimentação muito rápida quando muito material novo foi adicionado ou uma taxa extremamente lenta



quando todo o material, longamente exposto foi totalmente oxidado, e/ou a ausência de ferro. Um alto teor de grãos pretos indica uma alta taxa de bioturbação removendo os grãos escurecidos da camada redutora que deve estar muito próxima à superfície do sedimento e a predominância de grãos marrons pode indicar uma taxa de deposição lenta acompanhada de uma extensa, porém, não rápida, ação de bioturbadores que, trazendo à superfície os grãos pretos, estes são rapidamente oxidados.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As considerações aqui apresentadas referem-se aos resultados obtidos a partir de dados bibliográficos, de campo e dados cartográficos para o litoral paraibano.

O setor costeiro norte apresenta um trecho morfologicamente marcado pelas planícies costeiras, representadas pelos terraços marinhos holocênicos e pelas areias que compõem as praias. As falésias vivas estão localizadas nas praias de Baleia, Giz Branco, Baía da Traição e Miriri. Nos outros setores estão as falésias mortas.

As análises sedimentológicas da face de praia revelaram predominância de sedimentos finos, principalmente, nos locais de erosão mais crítica. O grau de seleção foi predominantemente moderado, com exceção para as áreas críticas, cujo desvio padrão foi em média 1,18 phi, caracterizando-os como sedimentos pobremente selecionados. A assimetria foi predominantemente negativa e a curtose predominantemente leptocúrtica, revelando um ambiente com remoção contínua da partícula fina por corrente de fundo.

O setor costeiro sul é marcado pela presença dos terrenos planos, de alturas consideráveis representados pelos tabuleiros costeiros que cortam os depósitos da Formação Barreiras e apresentam falésias vivas e mortas.

As análises sedimentológicas da face de praia revelaram predominância de areias médias, moderadamente selecionadas para todo o setor, com exceção para a Praia do Seixas, onde predominaram os sedimentos finos, pobremente selecionados. As amostras apresentaram-se aproximadamente simétrica e a curtose variou de leptocúrtica e muito leptocúrtica.

O estudo sedimentológico na região estudada constitui-se em mais uma contribuição para o conhecimento das características sedimentológicas da área, além de fornecer subsídios para futuros trabalhos sobre o tema em questão.

As análises morfoscópicas apontaram uma predominância de grãos angulosos a muito angulosos (66%) na amostra total, enquanto nas frações  $2\phi$  são angulosos e subarredondados e as frações de  $1\phi$  variam de subangulosos a subarredondados.

Quanto à composição verificamos a presença de dois tipos de grãos: os bioclásticos e os detríticos. Os primeiros são constituídos principalmente por fragmentos de gastrópodes, foraminíferos, bivalves e outros. Os detríticos são basicamente quartzos, com pequenas quantidades de micas e minerais acessórios. Os grãos bioclásticos são caracterizados pela presença de carapaças de organismos pouco fragmentadas e com coloração esbranquiçada, evidenciando um ambiente moderno.

## AGRADECIMENTOS

Os pesquisadores agradecem ao CNPq o apoio financeiro para o desenvolvimento deste trabalho. Em especial ao Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha-LGGM-UFPE pelo apoio logístico prestado para a análise das amostras utilizadas para esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

COUTINHO, P.N. 1996. **Levantamento do estado da arte da pesquisa dos recursos marinhos do Brasil**. Oceanografia Geológica. 68p

LEÃO, Z.M.A.N. & MACHADO, A.J. 1989. **Variação da cor dos grãos carbonáticos de sedimentos marinhos atuais**. *Revista Brasileira de Geociências*, 19 (1):87- 91.

LIRA, L. 1975. **Geologia do Canal de Santa Cruz e praia submarina adjacente a Ilha de Itamaracá – PE**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, UFRGS. 102p.

MACLANE, M. 1995. **Sedimentology**. Oxford University Press, New York, 423p.

PYÖKÄRI, M. 1999. **Beach Sediments of Crete: Texture, Composition, Roundness, Source and Transport**. *Journal of Coast Research*, 15(2): 537-553.

REINECK, H.E. & SINGH, I.B. 1980. **Depositional Sedimentary Environments**. Springer-Verlag. New York. 549p.

SAHU, B.K. 1964. **Depositional mechanisms from the analysis of clastic sediments**. *Journal of Sedimentary Petrology*. Tulsa. Okla, 73-83.

SHEPARD, F.P. 1954. **Nomeclature based on sand- silt- clay ratios**. *Journal of Sedimentary Petrology*. V.24. p. 51 –80.

GRIFFITHS, J.C. **Scientific Method in Analysis of Sediments.** (Mc Graw-Hill).New York1967. 508 p.

BLATT, H.,G. MIDDLETON, Y.R. MURRAY **Origin of Sedimentary Rocks Englewood Cliffs Prentice-Hall**19721-634