

## **Estudo granulométrico da Lagoa da Precabura, Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), Ceará**

### ***The granulometric study in the Lagoa (lagoon) of Precabura, metropolitan area of Fortaleza (RMF), Ceará***

#### **Denise Fernandes**

denisefernandes@unifor.br  
Universidade Federal do  
Ceará e Universidade de  
Fortaleza

#### **Ícaro Silva Morais**

moraisicaro@hotmail.com  
Universidade de Fortaleza

#### **Igor Silva Morais**

igormorais07@gmail.com  
Universidade de Fortaleza

#### **Márcia Thelma Rios Donato Marino**

marino@unifor.br  
Universidade de Fortaleza

#### **Natalia de Paula Taveira**

natalia.taveira@yahoo.com.br  
Universidade de Fortaleza

#### **Patrick Facundo Avelino de Souza**

patrickfacundo98@gmail.com  
Universidade de Fortaleza

#### **Pedro Victor Moreira Cunha**

pedrovip18@gmail.com  
Universidade de Fortaleza

#### **Vanelle Pereira Peixoto**

vanelle\_pp@hotmail.com  
Universidade de Fortaleza

#### **Victor Bezerra Gomes da Silva**

vivtor12@hotmail.com  
Universidade de Fortaleza

#### **Resumo**

Os ecossistemas lacustres são ambientes deposicionais que apresentam em seus sedimentos registros dos processos que ocorreram *in situ* e em sua bacia de drenagem. A granulometria dos sedimentos é de grande interesse para compreendermos a hidrodinâmica das lagoas. O objetivo principal desta pesquisa foi caracterizar os sedimentos das margens da Lagoa da Precabura quanto à sua granulometria e, assim, auxiliar na compreensão da origem e hidrodinâmica desses sedimentos. Foram coletadas 26 amostras de sedimentos ao longo dos 13 pontos monitorados em suas margens, sazonalmente, as quais, por meio de análises laboratoriais, possibilitaram identificar suas características granulométricas. Os resultados revelam que as margens da Lagoa da Precabura é um ambiente de sedimento muito pobremente selecionado, onde predominam valores mais altos equivalentes à fração areia, com a assimetria muito positiva predominando sobre as demais e curtose com uma maior tendência à classe leptocúrtica. Na maior parte do ano, o fluxo do rio Coaçu é de baixo a moderado, e a circulação da Lagoa é determinada pela ação dos ventos. Durante períodos de intensa precipitação, o transporte de sedimentos finos em suspensão é intensificado, deslocando a deposição do interior da Lagoa para as margens. Este estudo permitiu concluir que as características granulométricas são fortemente condicionadas por fatores geológicos, geomorfológicos e, especialmente, hidrodinâmicos, climáticos e antrópicos, associados à proximidade e ao tipo da área fonte de sedimentos.

**Palavras-chave:** Lagoa da Precabura. Características granulométricas. Fácies textural.

#### **Abstract**

Lake ecosystems are depositional environments that present in their sediment of records processes that occurred “in situ” and in its watershed. The sediment size is of great interest to understand the hydrodynamics of the lagoons. The main objective of this study was to characterize superficial sediments of Precabura Lagoon, by its size, and also to understand the local hydrodynamic and source of these sediments. 26 samples of sediment were collect along 13 points monitored on the shores at Precabura Lagoon and laboratory analyses possibilities to identify the granulometry characteristics distinct periods, rainy and dry seasons. The results show that the Precabura Lagoon margins is a poorly selected sediments environment, were predominate higher values equivalent to the sand fraction, with very positive asymmetry predominating over the others and kurtosis with a greater tendency to leptokurtic class. In most of the year, the flow of Coaçu River is low to moderate, the circulation at the lagoon is determined by the wind. During periods of heavy rainfall, the transport of fine sediments by suspension is enhanced, moving the deposition of the interior to the edges of the lagoon. This study concluded that the granulometry characteristics are heavily conditioned by the influence of geological, geomorphological and especially hydrodynamic, climatic and anthropogenic factors, associated to the sediment type and proximity of source area.

**Keywords:** Precabura lagoon. Granulometry characteristics. Textural facies.

## 1 Introdução

As condições ambientais de um ecossistema lacustre, como as lagoas, podem ser avaliadas pela qualidade das águas e dos sedimentos. Avaliar esse ecossistema em diferentes pontos de sua extensão requer a utilização de métodos de análises específicos na quantificação do resultado dos principais parâmetros ambientais e a escolha de pontos de amostragem representativos.

As lagoas são corpos d'água interiores sem comunicação direta com o mar e suas águas têm, em geral, baixo teor de íons dissolvidos, quando comparadas às águas oceânicas. Exceções devem ser feitas às lagoas localizadas em regiões áridas ou submetidas a longos períodos de seca, nas quais o teor de íons dissolvidos pode ser alto, pois a intensa evaporação não é compensada pela precipitação. Nessas condições, o teor de sais dissolvidos pode ser, muitas vezes, superior ao da água do mar (ESTEVES, 1988).

Os componentes geoambientais, como clima, geologia, solo e ações antropogênicas, devem ser considerados quando se deseja avaliar as condições ambientais de um sistema lacustre, devido à influência de maneira direta e indireta nas características naturais deste.

As lagoas ocupam áreas consideráveis da zona costeira. No Brasil, ocorrem praticamente em toda a costa e compreendem o principal sistema lântico do país (ESTEVES *et al.*, 1984). Segundo Ribeiro (2001), como potencial, as lagoas representam uma fonte de abastecimento hídrico, são utilizadas como polos de lazer e mantêm um equilíbrio ecológico no ambiente, influenciando diretamente no microclima local.

A Lagoa da Precabura e todo o seu entorno estão localizados na porção leste do litoral da Região Metropolitana de Fortaleza. Está totalmente inserida nos Tabuleiros Pré-litorâneos, entretanto, na área do seu entorno, estão representados campos de dunas, planícies fluviais e fluviolacustres.

Os sedimentos são definidos como o material originado da destruição de qualquer tipo de rocha ou material de origem biológica, formando substrato não consolidado, geralmente depositado no leito dos sistemas hídricos.

Do ponto de vista de ciclagem de matéria e fluxo de energia, o sedimento é um dos compartimentos mais importantes dos ecossistemas aquáticos continentais. Sua formação e comportamento são resultados integrados de fatores físicos, químicos e biológicos que ocorrem na lagoa, os quais, por sua vez, são particularmente influenciados pela origem, forma e orientação da bacia de drenagem, pelas condições climáticas da região e pela sua cobertura vegetal predominante (ESTEVES, 1998).

De acordo com Aprile *et al.* (2005), os sedimentos refletem a atuação dos parâmetros ambientais por um longo período de tempo, constituindo um registro da dinâmica local. Nesse sentido, é possível revelar, através de fósseis e componentes químicos, informações sobre os animais e vegetais que existiram em uma determinada área, identificar eventos geológicos pretéritos e avaliar as várias formas e intensidades dos impactos ocorridos em um determinado ecossistema, desde que não haja um hiato de tempo geológico significativo. Dessa forma, os sedimentos passaram a ser objeto de estudo da estratigrafia, palinologia, geoquímica e, mais recentemente, da paleolimnologia e paleosedimentologia.

Os sedimentos podem ser classificados quanto à composição química em sedimentos orgânicos e inorgânicos. Os sedimentos orgânicos estão normalmente localizados nas camadas mais superficiais do leito, são sedimentos recentes, com grande quantidade de componentes animais e vegetais em processo de decomposição. Já os sedimentos inorgânicos são caracterizados pelo predomínio de sílica, quartzito, argila e elementos metálicos. Com relação à origem, os sedimentos podem ser autóctones e alóctones. Autóctone, palavra originada do grego *autos*, que significa por si próprio ou de si mesmo, é o sedimento que se formou por processos químicos ou biológicos no próprio lugar onde se encontra, não sofrendo nenhum tipo de transporte. Alóctone, do grego *állos*, significa o que ou quem não é originário do local onde existe ou habita. Os depósitos alóctones são constituídos por materiais de outras áreas, exógenos. Os sedimentos autóctones são um testemunho das características de uma região, enquanto o estudo dos sedimentos alóctones, seja através da análise granulométrica, seja no aspecto textural, permite compreender os processos e identificar os fluxos da dinâmica sedimentar. Os sedimentos se caracterizam a partir da sua granulometria, morfometria, análise textural e composição mineralógica. Dentre as propriedades físicas dos sedimentos, o tamanho, a forma e o arranjo espacial dos componentes mineralógicos são as mais estudadas (APRILE *et al.*, 2005).

O tamanho das partículas de rochas sedimentares detríticas constitui uma propriedade textural fundamental muito utilizada na classificação dos sedimentos clásticos, sendo a análise granulométrica a base para uma descrição precisa dos sedimentos. Através dos seus resultados, informações bastante precisas sobre os processos físicos atuantes durante

a sedimentação são obtidas, além de permitir traçar um fluxo da carga sedimentar na área pesquisada. Segundo Chang [s.d.], os sedimentos clásticos ou siliciclásticos (minerais silicáticos dominantes – quartzo) resultam do acúmulo de partículas clásticas (grãos – materiais/fragmentos sólidos produzidos pelo intemperismo de rochas preexistentes – rochas fonte) que são transportadas como carga de fundo e suspensão. A carga sedimentar clástica pode ser transportada por arraste, rolamento, saltação e/ou suspensão. A velocidade /competência da corrente que transporta partículas promove seu selecionamento, separado-as em: seleção baixa ou pobre – contém partículas de diversos tamanhos (indica baixa energia do meio); e seleção boa – composição granulométrica homogênea (indica alta energia do meio, que retira os finos).

A caracterização granulométrica é feita pela determinação das porcentagens em massa dos grãos em cada classe granulométrica (frações). Vários métodos têm sido utilizados para relacionar as classes granulométricas com o ambiente deposicional.

Udden (1898) foi um dos primeiros a desenvolver uma escala granulométrica para sedimentos. Em meados da década de 1950, Shepard (1954) e Shepard e Moore (1955) utilizaram um diagrama triangular para mostrar misturas entre as frações. Posteriormente, Folk e Ward (1957) e Mason e Folk (1958) utilizaram-se de parâmetros estatísticos para estudar a dinâmica sedimentar.

Não existe uma escala universalmente aceita para a interpretação das análises granulométricas. Cada escola, seja americana, europeia ou asiática, adota sua escala padrão. Os limites estabelecidos para as várias classes granulométricas são mais ou menos arbitrários, mas, segundo Wentworth (1933), as principais classes granulométricas estariam intimamente correlacionadas aos modos fundamentais de transporte por água corrente ou aos diferentes modos de desintegração da rocha-matriz. Segundo Suguio (1994), a escala de Wentworth (1922) tem sido adotada sem muitas ressalvas pelos sedimentólogos brasileiros. As escalas classificam as frações sedimentares segundo o tamanho da partícula ou o intervalo granulométrico.

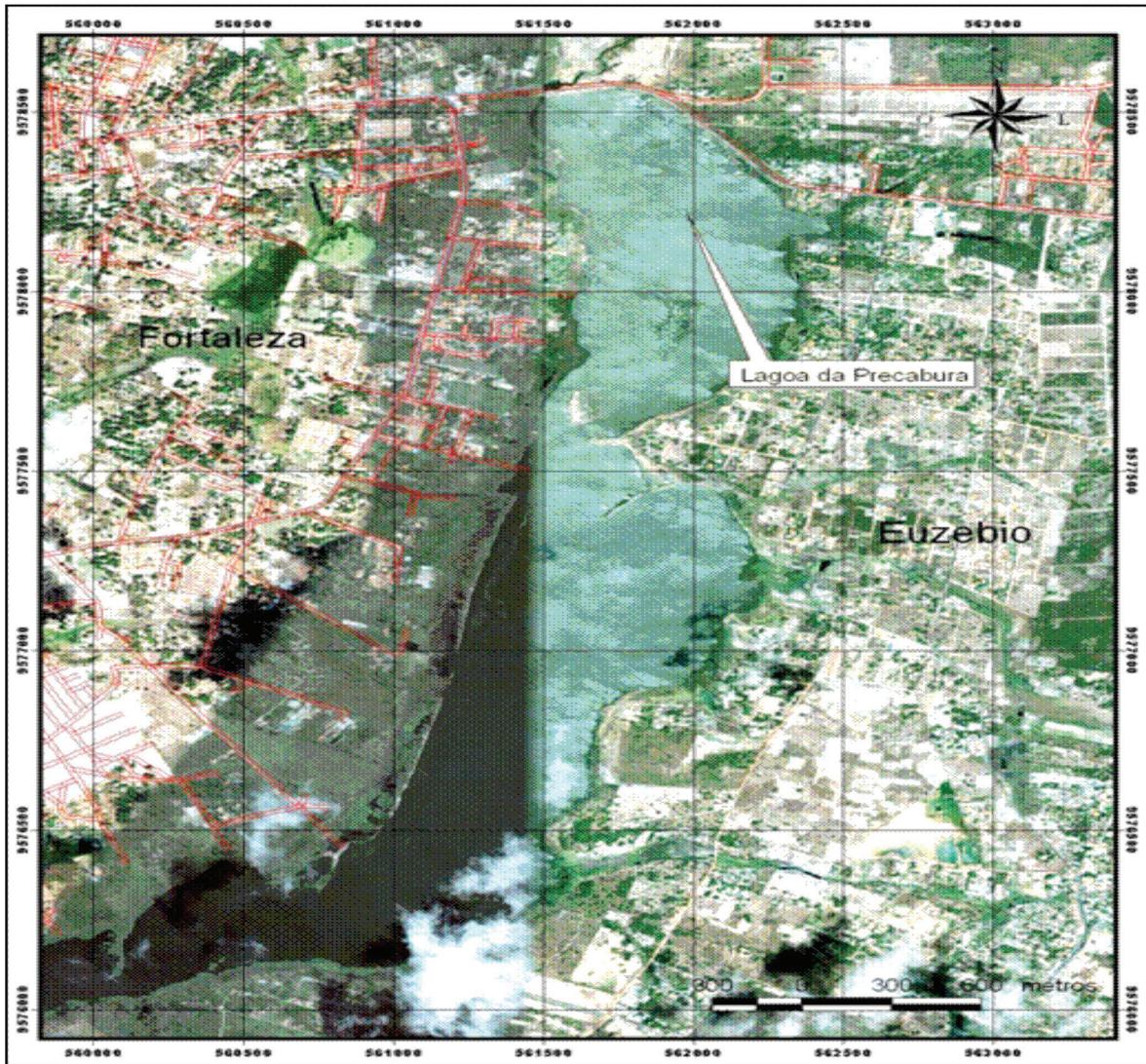
Esta pesquisa visou estudar o comportamento sedimentológico dos sedimentos superficiais das margens da Lagoa da Precabura, levando em consideração a granulometria e a análise textural, a fim de uma melhor compreensão da dinâmica sedimentar para o sistema.

## 2 Fisiografia da área de estudo

A área objeto desta pesquisa encontra-se inserida na zona costeira da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), localizada na carta topográfica Aquiraz (SA 24-Z-C-V), estado do Ceará, Brasil, restringindo-se à Lagoa da Precabura e o seu entorno, abrangendo os municípios de Fortaleza e Eusébio.

A Lagoa da Precabura é uma lagoa de intrusão marinha e uma importante Área de Preservação Permanente (APP) dentro da RMF. Seu espelho d'água, cuja área é de aproximadamente 5.920.000 m<sup>2</sup>, encontra-se dividido entre os municípios de Fortaleza e Eusébio. Encontra-se situada geograficamente entre as coordenadas 3°48'20" e 3°50'28" de latitude sul, e 38°26'46" e 38°26'55" de longitude oeste de Greenwich. É integrante da bacia hidrográfica do rio Cocó, Bacia B, constituindo juntamente com os rios Cocó e Coaçu e a Lagoa da Sapiranga o sistema macrodrenante da sub-bacia B-6, conhecido como sistema Cocó-Coaçu (Figura 1) (CEARÁ/SEMACE, 2007).

Figura 1 - Localização da Lagoa da Precabura.



Fonte: Google Earth, 2009.

Por ser uma lagoa costeira de ambiente tropical, possui o seu abastecimento de água mantido quase exclusivamente pelas águas das chuvas e pelas águas do seu principal afluente, o rio Coaçu. As altas taxas de temperatura e os baixos índices pluviométricos, típicos da região Nordeste, dão à Lagoa da Precabura um aspecto fisiográfico perene e intermitente, mantendo a sua porção ao sul mais cheia em relação à sua porção ao norte.

Em períodos de estiagem, a troca de água entre as lagoas e os rios que formam o Sistema Cocó-Coaçu diminui, período no qual o rio Coaçu deixa de fornecer um grande volume de água para dentro da Lagoa da Precabura, esta para a Lagoa da Sapiranga e, conseqüentemente, para o rio Cocó. Durante esse período, a Lagoa da Precabura exhibe um espelho d'água bastante reduzido, com baixo volume de água, presença de gretas de contração em suas margens e córregos na sua porção norte.

No período chuvoso, o Sistema Cocó-Coaçu se estabiliza, voltando à atividade, provocada pela maior circulação de água, em consequência do aumento do volume de água nos rios Coaçu, Cocó e nas lagoas da Precabura e Sapiranga.

A Lagoa da Precabura está protegida pela Resolução nº 303, de 20 de março de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que trata das Áreas de Preservação Permanente, e pelas demais leis e liminares listadas a seguir: Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 - Código Florestal, artigo 2º; Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 - Política Nacional do Meio Ambiente; Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 - De Crimes Ambientais; Lei nº 9.985, de julho de 2000 - Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei do SNUC); e Liminar de 08/2002, Justiça Federal (3ª Vara

Criminal) - Paralisação de qualquer obra que esteja ocorrendo dentro da Área de Preservação Permanente da Lagoa da Precabura, Superintendência Estadual do Meio Ambiente/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (SEMACE/IBAMA).

A Lagoa da Precabura representa uma importante fonte de subsistência para uma parte da população que habita em seu entorno.

### 3 Geologia e geomorfologia

A evolução da geologia e da geomorfologia da área de estudo é resultado de episódios tectono-magmáticos associados com processos gravitacionais e intempéricos gerados por oscilações climáticas relacionadas às flutuações relativas do nível do mar ocorridas durante o Quaternário. Esses processos originaram diferentes depósitos sedimentares, preservando somente os mais recentes do Tércio-Quaternário (Mioceno-Pleistoceno) e Quaternário (Holoceno).

A Formação Barreiras é representada por uma faixa alongada de largura variável, disposta paralelamente à linha de costa atual, formada por sedimentos tércio-quaternários mal selecionados, de textura areno-argilosa e coloração avermelhada.

O depósito aluvial é representado por sedimentos fluviais, lacustres ou estuarinos, holocênicos. O acúmulo desses sedimentos pode ser presenciado através de material síltico-argiloso e orgânico que ocorre nas margens dos rios Cocó e Coaçu.

O depósito flúvio-lagunar é formado por sedimentos oriundos da ação combinada de processos fluviais e lagunares, podendo exibir as características dos dois ambientes de sedimentação de forma miscigenada.

O depósito eólico é constituído por sedimentos arenosos finos a médios, quartzosos, que foram selecionados pelo transporte eólico, estando geralmente sobrepostos a uma litologia mais antiga, como a Formação Barreiras. Estão representados pelas dunas fixas, semifixas e móveis.

### 4 Solo e vegetação

De acordo com Santos (2006), os solos na área estudada têm variações significativas quanto à tipologia, classes de solos e variação espacial. São encontradas as seguintes classes de solos: argissolo vermelho amarelo distrófico, neossolos quartzarênicos e neossolos flúvicos.

A forma como a cobertura vegetal da área se encontra é resultado das condições climáticas, do solo e da ação antrópica. No que se refere aos aspectos fitoecológicos, as principais unidades representadas na área pesquisada são: mata ciliar e lacustre (planícies fluvial e flúvio-lacustre e planície de inundação) – vegetação ciliar bastante descaracterizada, principalmente carnaúbas que se encontram fortemente alteradas; complexo vegetacional da planície litorânea (tabuleiros pré-litorâneos e complexo de dunas) – mata de tabuleiros fortemente descaracterizada e vegetação pioneira do campo de dunas, algumas espécies pioneiras de estrato herbáceo (gramíneas) nas dunas móveis, e vegetação litorânea de porte arbóreo arbustivo à sotavento e herbáceo arbustivo à barlavento presentes nas dunas fixas e semifixas (SANTOS, 2006).

### 5 Hidrografia

As características do escoamento e do potencial hídrico superficial e subterrâneo são dependentes das condições climáticas, das propriedades litológicas do terreno e dos aspectos geomorfológicos e fitoecológicos de determinada área. As condições de uso/ocupação também influenciam sobremaneira o potencial hidrológico, a qualidade e disponibilidade hídrica.

As condições geológicas interferem diretamente no escoamento superficial da área, na medida em que os terrenos mais porosos da planície litorânea e dos tabuleiros pré-litorâneos propiciam uma maior infiltração e, por conseguinte, uma maior disponibilidade de água no solo e subsolo, contribuindo para manter o nível do lençol freático. As características de relevo determinam a velocidade do escoamento superficial e, conseqüentemente, definem a capacidade energética dos rios em escavar vales, transportar sedimentos e definir as feições morfológicas. Já as condições fitoecológicas e de uso e ocupação, associadas às condições geológicas do terreno, definem a proteção à superfície e a capacidade de infiltração e armazenamento da água no solo.

As águas superficiais da área abrangem parte de dois principais cursos fluviais formados pelos rios Cocó e Coaçu, que fazem parte das Bacias Metropolitanas, definidas pela Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará (1992). Esses rios

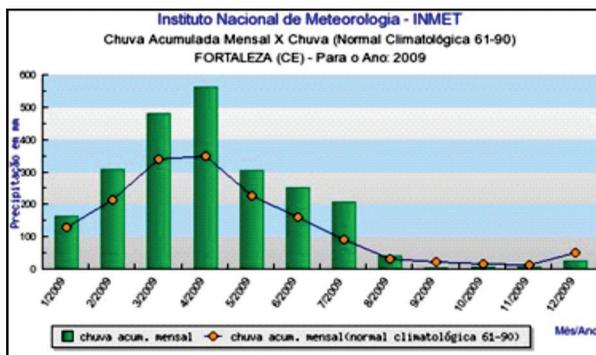
têm suas nascentes em terrenos cristalinos. As Bacias Metropolitanas assumem grande importância hídrica regional, pois permitem a construção de obras de caráter permanente, como os reservatórios do Sistema Pacoti-Riachão, no rio Pacoti, e o açude Gavião, no rio Cocó, localizados fora dos limites da área desta pesquisa. Segundo Ribeiro (2001), os rios Cocó e Pacoti estão classificados como intermitentes, com fluxo de escoamento no período chuvoso, esgotando parcialmente as lâminas d'água com o fim das precipitações. A direção geral das bacias condiciona-se mais ou menos às linhas estruturais regionais, obedecendo ao modelo dendrítico, encaixado em duas direções preferenciais de escoamento: NE-SW (preferencial) e NW-SE (secundário), com os tributários se unindo ao rio principal.

Os principais rios dentro do Sistema Cocó/Coaçu, nesse trecho, são exatamente os que dão nome ao sistema. A bacia do rio Cocó/Coaçu ocupa uma área de 513,84 km<sup>2</sup>, abrangendo parte dos municípios de Pacatuba, Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Eusébio, Aquiraz e Fortaleza. Todos os cursos d'água da bacia apresentam caráter intermitente e permanecem secos no período de estiagem, exceto próximo ao litoral, onde os rios Cocó e Coaçu se tornam semiperenes. Ocorre ainda, em seu baixo e médio curso, a presença de lagoas perenes e intermitentes, com destaque ao eixo do rio Coaçu, para as lagoas da Precabura, Sapiranga, Messejana, dos Pássaros e Parnamirim (CEARÁ/COGERH, 2010).

## 6 Clima

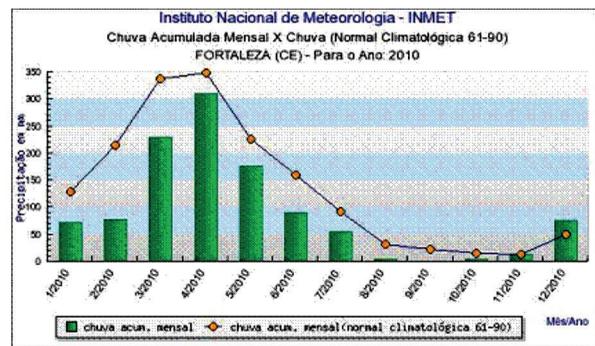
O clima da Região Metropolitana de Fortaleza, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (Aw'), apresentando uma forte irregularidade pluviométrica no decorrer do ano. As chuvas se concentram em cerca de 90% no primeiro semestre do ano, tendo seu ápice nos meses de março a maio, como pode ser verificado nas Figuras 2, 3 e 4, relativas aos anos de 2009 e 2010, respectivamente. A ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) é o principal sistema sinótico responsável pelo estabelecimento da quadra chuvosa. Ela se faz mais evidente quando da sua máxima aproximação no Hemisfério Sul, durante o Equinócio Outonal (23 de março), retornando ao Hemisfério Norte no mês de maio, ocasionando o declínio do período chuvoso (BRANDÃO *et al.*, 1995).

**Figura 2** - Distribuição das chuvas acumuladas mensais para o ano de 2009 em relação à normal climatológica 1961-1990, Fortaleza.



Fonte: INMET, 2010.

**Figura 3** - Distribuição das chuvas acumuladas mensais para o ano de 2010 em relação à normal climatológica 1961-1990, Fortaleza.



Fonte: INMET, 2010.

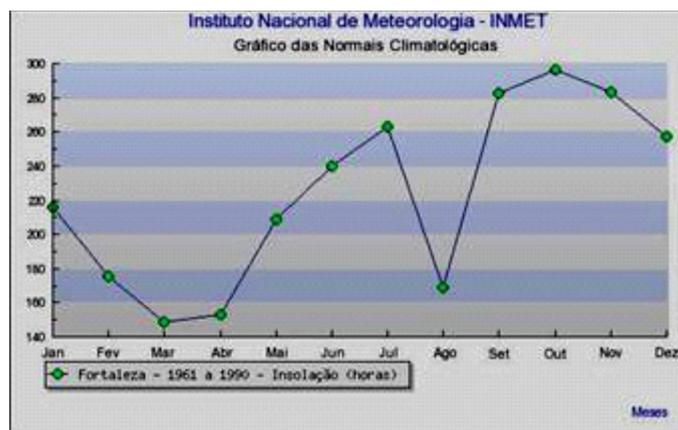
Os meses de março e abril são os que apresentam a menor quantidade de horas de sol, com 148,9 e 152,8 horas/mês, respectivamente (Tabela 1). Já os meses de outubro (296,1 horas) e novembro (283,2 horas) apresentam a maior incidência de radiação solar. A Tabela 1 e a Figura 4 mostram a distribuição das horas de sol/ano conforme as normais climatológicas no período de 1961 a 1990 para a estação de Fortaleza.

**Tabela 1:** Horas de insolação total (horas) ao longo do ano (período 1961-1990).

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
216,2	175,8	148,9	152,8	209,1	239,6	263,4	168,9	282,9	296,1	283,2	257,4

Fonte: INMET, 2010.

**Figura 4** - Normal climatológica de horas de insolação no período de 1961-1990/Fortaleza.



Fonte: INMET, 2010.

A evaporação se dá de forma inversamente proporcional à precipitação e em consonância com a maior radiação solar, pois nos meses mais chuvosos, menor é a incidência de radiação e, conseqüentemente, menores são os índices de evaporação. Durante a máxima atuação da ZCIT (período mais chuvoso), nos meses de março, abril e maio, observam-se os menores índices de evaporação: 72 mm, 68 mm e 84 mm, respectivamente. Já as máximas se dão durante o período de estio, nos meses de setembro (167 mm), outubro (173 mm) e novembro (168 mm), conforme se verifica na Tabela 2, o que contribui para o saldo negativo no balanço hídrico anual.

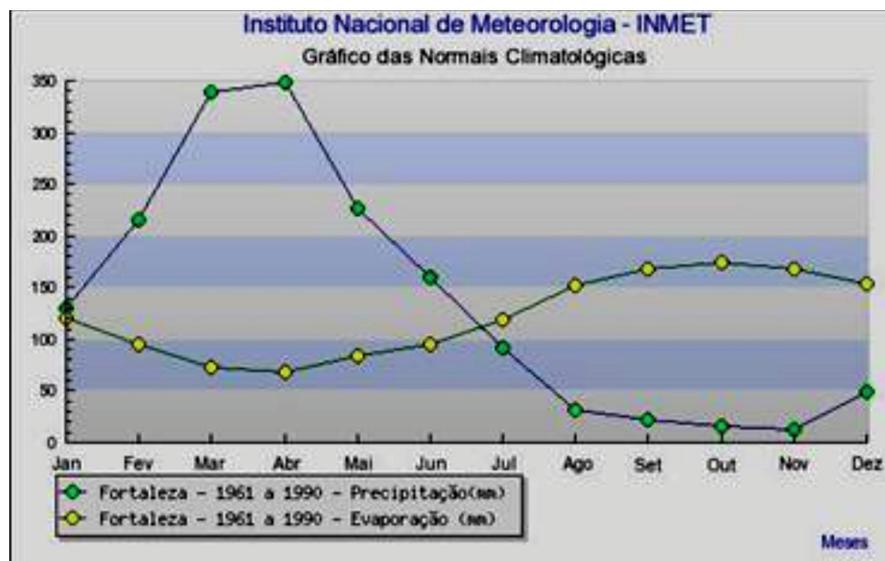
**Tabela 2:** Normais climatológicas da evaporação média no período de 1961 a 1990 ao longo do ano (mm), Fortaleza.

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
120,1	95,5	72,4	68,1	84,6	94,7	118,3	151,8	167,8	173,5	168,1	154,3

Fonte: INMET, 2010.

As precipitações nessa região sofrem constantes irregularidades pluviométricas, com anos em que os índices pluviométricos médios não são atingidos e anos em que as precipitações superam a média histórica. A Figura 5 expressa em forma de gráfico a relação entre as normais climatológicas da precipitação e evaporação médias no período de 1961 a 1990.

**Figura 5** - Gráfico que evidencia a relação entre as normais climatológicas da precipitação x evaporação médias no período de 1961 a 1990, Fortaleza.



Fonte: INMET, 2010.

## 7 Metodologia

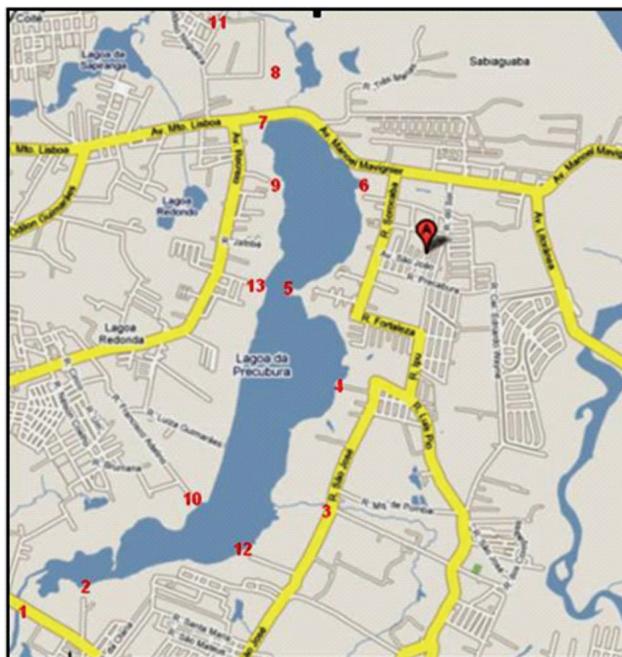
Inicialmente, foi realizado o levantamento bibliográfico da área de estudo e entorno, com informações pertinentes aos domínios da geologia, geomorfologia, sedimentologia e o cadastramento de dados cartográficos e aerofotográficos da área considerada, imagens em alta resolução, Quickbird 2003, 2004, 2008 e 2009 (INPE, 2007 e 2008; IPECE, 2008).

De posse dessas informações, foi elaborado um mapa geológico preliminar através de técnicas como a fotointerpretação, cartografia digital e geoprocessamento, com uso do programa ARC/INFO 10.0 (2010). Em seguida, foi visitado todo o entorno da lagoa em estudo, tendo sido coletadas 26 amostras de sedimentos, em duas etapas distribuídas sazonalmente: uma no período de estiagem e outra no período chuvoso, entre dezembro de 2009 e março de 2010. Para a localização das amostras, foi utilizado um GPS Promark3, sistema GPS (Global Positioning System) completo, que fornece precisão topográfica. Na escolha dos pontos de amostragens, foram levados em consideração os pontos mais representativos em relação à: localização, ou seja, proximidade a locais de maior densidade demográfica; acessibilidade; profundidade; e distância entre um ponto e outro (Tabela 3 e Figura 6).

**Tabela 3:** Informações sobre os pontos das coletas realizadas.

PONTO	LOCAL	UTM	LONG / W	LAT / S	DIST. DA MARGEM
LG 01	Estrada do Fio	24 M	559146	9574908	7,9m
LG 02	Margem Direita - Sul - Aeroclube	24 M	559829	9575086	14,5m
LG 03	Margem Direita - Sul - Ponte R. São José	24 M	562055	9575886	14,8m
LG 04	Margem Direita - Central - Próx. R. Luis Pio	24 M	562160	9576980	20,0m
LG 05	Margem Direita - Leste - Parte mais Estreita	24 M	561815	9577844	14,5m
LG 06	Margem Direita - Norte - Pier	24 M	562351	9578648	6,0m
LG 07	Sangradouro - Porção N	24 M	561448	9579342	41,0m
LG 08	Margem Esquerda - Norte - Próx. Sangradouro.	24 M	561567	9579804	8,0m
LG 09	Margem Esquerda - Rua M <sup>a</sup> Hilário	24 M	561667	9578628	13,0m
LG 10	Margem Esquerda - Rua Fco. Adelino	24 M	560823	9575848	10,5m
LG 11	Extremo Norte - Ponte Sabiaguaba	24 M	561075	9580418	3,7m
LG 12	Margem Direita - Aeródromo	24 M	561120	9575328	12,9m
LG 13	Margem Esquerda - UNICLINIC	24 M	561462	9577828	30,0m

**Figura 6** - Localização dos pontos de coleta e monitoramento no entorno da Lagoa da Precabura.



**Fonte:** Google Maps, 2010.

As amostras das margens da Lagoa foram coletadas manualmente, em uma camada uniforme de 20 cm de sedimento. Todas as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas e transportadas ao Laboratório de Geologia Ambiental da Universidade de Fortaleza (UNIFOR), onde foram realizadas as análises sedimentológicas.

Em laboratório, as amostras de sedimento foram lavadas com água destilada para a retirada completa de sais solúveis e secadas em estufa a uma temperatura aproximada de 60° C. Após serem secadas, foram quarteadas para a obtenção de subamostras representativas. Aproximadamente 100g foram utilizadas para a análise granulométrica dos sedimentos. A fração de sedimentos grossos da amostra ( $\geq 0,062\text{mm}$ ) foi submetida ao processo de peneiramento mecânico por 20 minutos, já a fração fina ( $< 0,062\text{mm}$ ) foi obtida por meio da diferença entre o total de amostras e o peso dos sedimentos grossos. Utilizou-se o método de peneiramento, baseado na escala granulométrica de Wentworth (1922, 1933) (mm) e Krumbein (1934) (Fi), cuja análise mecânica foi efetuada segundo intervalos de  $\frac{1}{4}$  fi, para maior fidelidade na expressão dos diferentes tamanhos de grão. A classificação preliminar dos sedimentos, com base na frequência e no tamanho da partícula, foi realizada através do digrama triangular de Shepard (1954). Os dados obtidos das análises granulométricas foram tratados estatisticamente, utilizando-se as fórmulas de Folk e Ward (1957), através da aplicação do *software* ANASED 5.0® (Lima *et al.*, 2001). Para todas as amostras, foram calculados os seguintes parâmetros estatísticos: média, mediana, desvio padrão, assimetria e curtose.

Uma vez esclarecidos os parâmetros estatísticos, serão apresentadas e discutidas a seguir as principais características texturais dos sedimentos superficiais das margens da Lagoa, considerando-se os períodos de estiagem e o chuvoso.

## 8 Resultados e discussão

Os resultados são apresentados segundo os pontos monitorados, sazonalmente, visando fornecer subsídios para uma correlação entre as características texturais dos sedimentos das margens da Lagoa da Precabura e a dinâmica deposicional da área pesquisada.

### • Período de estiagem

Foram coletadas 13 amostras de sedimentos no entorno da Lagoa durante o período de estiagem, desenvolvido em 11 de dezembro de 2009 (Tabela 4).

Quanto ao diâmetro médio do grão - Mz (colunas A e B, Tabela 04), 6 (seis) amostras foram classificadas como areia média (46,15%), 4 (quatro) como areia fina (30,77%) e 3 (três) como silte grosso (23,08%). Os valores variaram de 1,0649 *phi* (areia média) a 4,9275 *phi* (silte grosso), tendo sido registrado valor médio de 2,5318 *phi* (areia média).

No que se refere ao desvio padrão -  $\sigma$  (colunas C e D, Tabela 04), os valores variaram de 0,6475 *phi* (moderadamente selecionado) a 4,8105 *phi* (extremamente mal selecionado), tendo sido registrado o valor médio do desvio padrão de 2,4829 *phi* (muito pobremente selecionado). Do total de amostras, 3 (três) foram classificadas como moderadamente selecionadas (23,08%); 7 (sete) como muito pobremente selecionadas (53,84%); e 3 (três) como extremamente mal selecionadas (23,08%).

Quanto à assimetria (Ski) (colunas E e F, Tabela 04), os valores variaram de 0,1339 (positiva) a 0,7956 (muito positiva). Do total de amostras, 10 (dez) foram classificadas com assimetria muito positiva (76,92%) e 3 (três) apresentaram assimetria positiva (23,08%).

No que se refere à curtose (Kg) (colunas G e H, Tabela 06), os valores variaram de 0,4556 (muito platicúrtica) a 3,5387 (extremamente leptocúrtica), tendo sido registrado o valor médio de 2,1380 (muito leptocúrtica). Do total de amostras, 1 (uma) apresentou curtose mesocúrtica (7,7%); 7 (sete), curtose muito leptocúrtica (53,84%); e 3 (três), curtose extremamente leptocúrtica (23,08%).

**Tabela 4:** Dados granulométricos da Lagoa da Precabura (período de estiagem).

Nº Amostra	A	B	C	D	E	F	G	H
1	1,3696	AM	2,8391	MPS	0,4702	MP	2,9969	ML
2	2,1173	AF	2,411	MPS	0,5516	MP	2,3549	ML
3	1,0649	AM	0,7339	MS	0,5722	MP	1,8353	ML
4	4,762	SG	4,3832	EMS	0,7759	MP	0,4556	MP
5	4,9275	SG	4,8105	EMS	0,4994	MP	0,5309	MP
6	1,3695	AM	0,8178	MS	0,4008	MP	1,307	ML
7	1,7073	AM	2,1962	MPS	0,5556	MP	2,9928	ML
8	2,7882	AF	2,1099	MPS	0,2819	P	3,5387	EL
9	4,5867	SG	4,3284	EMS	0,7956	MP	1,7198	ML
10	1,1437	AM	0,6475	MS	0,5403	MP	1,0752	M
11	2,4769	AF	2,2416	MPS	0,1736	P	2,6948	ML
12	1,745	AM	2,5477	MPS	0,3126	MP	3,2031	EL
13	2,8547	AF	2,2108	MPS	0,1339	P	3,0885	EL
<b>MÉDIA</b>	<b>2,5318</b>	<b>AF</b>	<b>2,4829</b>	<b>MPS</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2,1380</b>	<b>ML</b>

Nº Amostra – Número sequencial da amostra; A – Diâmetro médio do grão (Mz), em *phi*; B – Classificação pelo diâmetro médio: C (cascalho); AMG (areia muito grossa); AG (areia grossa); AM (areia média); AF (areia fina); AMF (areia muito fina); SG (silte grosso); SM (silte médio); SF (silte fino); SMF (silte muito fino); C – Desvio padrão, em *phi*; D – Classificação pelo grau de seleção; MBS (muito bem selecionado); BS (bem selecionado); MS (moderadamente selecionado); PS (pobremente selecionado); MPS (muito pobremente selecionado); EMS (extremamente mal selecionado); E – Assimetria; F – Classificação pela assimetria: MN (muito negativa); N (negativa); AS (aproximadamente simétrica); P (positiva); MP (muito positiva); G – Curtose; H – Classificação pela curtose: MP (muito platicúrtica); P (platicúrtica); M (mesocúrtica); L (leptocúrtica); EL (extremamente leptocúrtica).

## • Período chuvoso

Foram coletadas 13 amostras de sedimentos nas margens da Lagoa, em 13 de março de 2010 (Tabela 5). Do ponto de vista textural, 84,62% das amostras foram classificadas no tamanho grão de areia.

No que se refere ao diâmetro médio do grão - Mz (colunas A e B, Tabela 5), os valores variaram de 1,0215 *phi* (areia média) a 5,1844 *phi* (silte médio), tendo sido registrado valor médio de 2,1110 *phi* (areia fina). Do total de amostras, 9 (nove) foram classificadas como areia média (69,24%), 2 (duas) como areia fina (15,38%) e 2 (duas) como silte médio (15,38%).

Quanto ao desvio padrão -  $\sigma$  (colunas C e D, Tabela 5), os valores variaram de 0,4532 *phi* (bem selecionado) a 4,3896 *phi* (extremamente mal selecionado), tendo sido registrado o valor médio do desvio padrão de 2,2820 *phi* (muito

pobremente selecionado). Do total de amostras, 2 (duas) foram classificadas como extremamente mal selecionadas (15,38%), 7 (sete) como muito pobremente selecionadas (53,84%), 1 (uma) como pobremente selecionada (7,7%), 1 (uma) como moderadamente selecionada (7,7%) e 2 (duas) como bem selecionadas (15,38%).

No que se refere à assimetria (Ski) (colunas E e F, Tabela 5), os valores variaram de 0,3072 (muito positiva) a 0,6462 (muito positiva). As 13 (treze) amostras apresentaram assimetria muito positiva (100%).

Os valores da curtose (Kg) (colunas G e H, Tabela 5) variaram de 0,4565 (muito platicúrtica) a 5,0153 (extremamente leptocúrtica), tendo sido registrado o valor médio de 2,1320 (muito leptocúrtica). Do total de amostras, 2 (duas) apresentaram curtose muito platicúrtica (15,38%); 3 (três), curtose mesocúrtica (23,08%); 1 (uma), curtose leptocúrtica (7,7%), 3 (três), curtose muito leptocúrtica (23,08%); e 4 (quatro), curtose extremamente leptocúrtica (46,14%).

**Tabela 5:** Dados granulométricos da Lagoa da Precabura.

Nº Amostra	A	B	C	D	E	F	G	H
1	1,0283	AM	3,4396	MPS	0,3072	MP	1,286	L
2	1,7207	AM	2,1514	MPS	0,6083	MP	3,3669	EL
3	2,1216	AF	2,4669	MPS	0,6423	MP	2,3747	ML
4	5,0401	SM	4,3896	EMS	0,6462	MP	0,4565	MP
5	1,0215	AM	0,4532	BS	0,4137	MP	1,0442	M
6	1,2787	AM	1,8991	OS	0,5351	MP	5,0153	EL
7	1,7341	AM	2,1402	MPS	0,5194	MP	3,0463	EL
8	5,1844	SM	4,3714	EMS	0,5973	MP	0,4626	MP
9	1,9583	AM	2,3772	MPS	0,6237	MP	2,4221	ML
10	1,0256	AM	0,4609	BS	0,4224	MP	1,0664	M
11	1,471	AM	0,8214	MS	0,3847	MP	1,0347	M
12	2,1331	AF	2,5293	MPS	0,419	MP	2,8299	ML
13	1,7252	AM	2,1654	MPS	0,6106	MP	3,3109	EL
<b>MÉDIA</b>	<b>2,1110</b>	<b>AF</b>	<b>2,2820</b>	<b>MPS</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2,1320</b>	<b>ML</b>

Nº Amostra – Número sequencial da amostra; A – Diâmetro médio do grão (Mz), em  $\phi$ ; B – Classificação pelo diâmetro médio: C (cascalho); AMG (areia muito grossa); AG (areia grossa); AM (areia média); AF (areia fina); AMF (areia muito fina); SG (silte grosso); SM (silte médio); SF (silte fino); SMF (silte muito fino); C – Desvio padrão, em  $\phi$ ; D – Classificação pelo grau de seleção; MBS (muito bem selecionado); BS (bem selecionado); MS (moderadamente selecionado); PS (pobremente selecionado); MPS (muito pobremente selecionado); EMS (extremamente mal selecionado); E – Assimetria; F – Classificação pela assimetria: MN (muito negativa); N (negativa); AS (aproximadamente simétrica); P (positiva); MP (muito positiva); G – Curtose; H – Classificação pela curtose: MP (muito platicúrtica); P (platicúrtica); M (mesocúrtica); L (leptocúrtica); EL (extremamente leptocúrtica).

Neste trabalho, a análise laboratorial das 26 amostras de sedimentos propiciou identificar as características granulométricas dos sedimentos nos 13 pontos monitorados da Lagoa da Precabura (Tabela 6, 7 e 8).

**Tabela 6:** Classificação geral da granulometria da Lagoa da Precabura, RMF, Ceará.

Ponto/localização	AL	A	AC	CA	C	Média	Mz	C	AMG	AG	AM	AF	AMF	SG	SM	SF	SMF
<b>Período de Estiagem</b>	2	11	-	-	-			-	-	-	6	4	-	3	-	-	-
<b>Período Chuvoso</b>	2	10	1	-	-			-	-	-	9	2	-	-	2	-	-

AL – Número de amostras na classe textural areia lamosa; A – Número de amostras na classe textural areia; AC – Número de amostras na classe textural areia cascalhosa; CA – Número de amostras na classe textural cascalho arenoso; C – Número de amostras na classe textural cascalho; Diâmetro médio do grão (Mz), em  $\phi$ ; Granulometria dominante (AMG - areia muito grossa; AG - areia grossa; AM - areia média; AF - areia fina; AMF - areia muito fina); C – Número de amostras na classe cascalho; AMG – Número de amostras na classe areia muito grossa; AG – Número de amostras na classe areia grossa; AM – Número de amostras na classe areia média; AF – Número de amostras na classe areia fina; AMF – Número de amostras na classe areia fina; SG (silte grosso); SM (silte médio); SF (silte fino); SMF (silte muito fino).

**Tabela 7:** Classificação da Lagoa da Precabura, RMF, quanto ao grau de selecionamento, assimetria e curtose.

Ponto/ Localização	MBS	BS	MS	OS	MPS	SEM	MN	N	AS	P	MP	MP	P	M	L	ML	EL
Período de estiagem	-	-	3	-	7	3	-	-	-	3	10	2	-	1	-	7	3
Período chuvoso	-	2	1	1	7	2	-	-	-	-	13	2	-	3	1	3	4

Classificação pelo grau de seleção: **MBS** (muito bem selecionado); **BS** (bem selecionado); **MS** (moderadamente selecionado); **PS** (pobrememente selecionado); **MPS** (muito pobrememente selecionado); **EMS** (extremamente mal selecionado); Classificação pela assimetria: **MN** (muito negativa); **N** (negativa); **AS** (aproximadamente simétrica); **P** (positiva); **MP** (muito positiva); Classificação pela curtose: **MP** (muito platicúrtica); **P** (platicúrtica); **M** (mesocúrtica); **L** (leptocúrtica); **EL** (extremamente leptocúrtica).

**Tabela 8:** Valores médios para o selecionamento, assimetria e curtose da Lagoa da Precabura, RMF.

Ponto/localização	Dp médio	Seleção	Ski >	Ski >	Ski <	Ski <	Kg médio	Curtose
Período de estiagem	2,4820	AF	0,7956	MP	0,1339	P	2,1380	ML
Período chuvoso	2,1110	AF	0,6462	MP	0,3072	MP	2,1320	ML

**Dp Médio** – valor médio do desvio padrão (em  $\phi$ ); **C** (cascalho); **AMG** (areia muito grossa); **AG** (areia grossa); **AM** (areia média); **AF** (areia fina); **AMF** (areia muito fina); **SG** (silte grosso); **SM** (silte médio); **SF** (silte fino); **SMF** (silte muito fino); **Seleção** – Classificação média do desvio padrão (**MBS** - muito bem selecionado; **BS** - bem selecionado; **MS** - moderadamente selecionado; **PS** - pobrememente selecionado; **MPS** - muito pobrememente selecionado; **EMS** - extremamente mal selecionado); **Ski >** - Máximo valor de assimetria e classificação; **Ski <** - Mínimo valor de assimetria e classificação (**MN** - muito negativa; **N** - negativa; **AS** - aproximadamente simétrica; **P** - positiva; **MP** - muito positiva); **Kg médio** – valor médio da curtose; **Curtose** – Classificação média da curtose (**MP** - muito platicúrtica; **P** - platicúrtica; **M** - mesocúrtica; **L** - leptocúrtica; **EL** - extremamente leptocúrtica).

A Lagoa da Precabura, do ponto de vista textural, apresentou predominância de amostras classificadas no tamanho de grão de areia e muito pobrememente selecionadas nos dois períodos monitorados: estiagem e chuvoso (Figuras 7 e 8).

Analisando-se o gráfico de variação do diâmetro médio do grão, na Figura 7, observa-se a existência de três populações granulométricas distintas para cada período, nas quais a fácies arenosa (areia média e areia fina) é dominante. Essa fácies apresenta uma pequena dominância de areia média, a qual reflete uma zona de nível energético mais elevado que as restantes, fazendo-se sentir a influência da fonte principal dos sedimentos, constituída pelos terrenos dos tabuleiros pré-litorâneos, transportados pelo rio Coaçu, no qual o regime fluvial é controlado pela pluviosidade. A fácies siltica, por outro lado, constitui duas populações, apresentando uma no período chuvoso, silte médio, e outra no período de estiagem, silte grosso. Essa distribuição revela um padrão clássico para os sedimentos lacustres e lagunares, conforme apresenta Shepard e Moore (1955), ou seja, sedimentos mais grossos (areias) depositados ao longo das margens e porções mais rasas, e sedimentos finos (siltos) ocupando as partes mais centrais e profundas. Ressalta-se que seus sedimentos são depositados em regime predominantemente gradacional, no qual as frações mais finas, trazidas das áreas fontes, jamais chegam a constituir depósitos expressivos, permanecendo em constante suspensão, promovida pelas ondas provocadas pelas correntes lacustres controladas pelo vento. Porém, destaca-se que, no período chuvoso, o transporte de sedimentos finos em suspensão é intensificado, deslocando a deposição do interior da Lagoa para as margens.

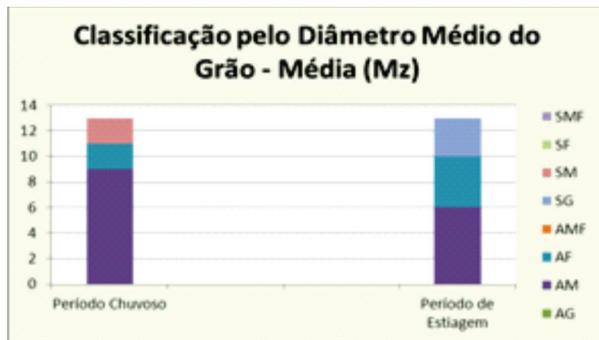
A Figura 8, gráfico da classificação pelo grau de seleção, desvio padrão, parece refletir com exatidão o processo de selecionamento ao qual foi submetido o material das margens da Lagoa. Os sedimentos, em sua maioria, muito pobrememente selecionados. Entretanto, levando-se em consideração a sazonalidade, observa-se que, no período chuvoso, a classificação é mais diversa, apresentando um percentual de sedimentos muito bem selecionados, corroborando com as análises em relação à variação do diâmetro médio do grão, com o deslocamento de sedimentos finos em suspensão para as margens.

A assimetria muito positiva predominou sobre as demais, em torno de 77% no período de estiagem e 100% no período chuvoso (Figura 9). Os materiais fornecidos pela área fonte são preferencialmente da classe areia e muito pobrememente selecionados, ocorrendo misturas de três classes populacionais no ambiente de deposição. A assimetria retrata as condições energéticas que comandam a acumulação, logo, demonstra que um nível de energia mais alto promoveu a deposição de sedimentos finos nas margens, porém, em um curto espaço de tempo.

Quanto à curtose, apresentou predominância da curtose muito leptocúrtica (53,84%), seguida de amostras extremamente leptocúrticas (23,08%), ou seja, pobrememente selecionadas. No período de estiagem e no período chuvoso, a curtose ocorre com uma maior tendência à classe leptocúrtica (Figura 10). Segundo Villwock (1977), a predominância de sedimentos leptocúrticos parece retratar a habilidade do ambiente lacustre em separar duas populações dominantes a

partir do material que lhe é fornecido pelas fontes, ou seja, uma população arenosa e outra síltica, distribuindo-se em áreas distintas na dependência de seu nível energético, sem proporcionar a deposição de sedimentos nitidamente polimodais. Esse fato corrobora com as características sedimentares dos tabuleiros pré-litorâneos, os quais apresentam caráter mais areno-argiloso nas regiões costeiras, bem como ao regime de pluviosidade, como já comentado anteriormente. Desse modo, a análise da variação da curtose permite determinar o grau de mistura de diferentes populações em um ambiente sedimentar. No caso das margens da Lagoa da Precabura, mesmo a fácies transicional, areia fina, mostra um caráter de sedimentos muito pobremente selecionados.

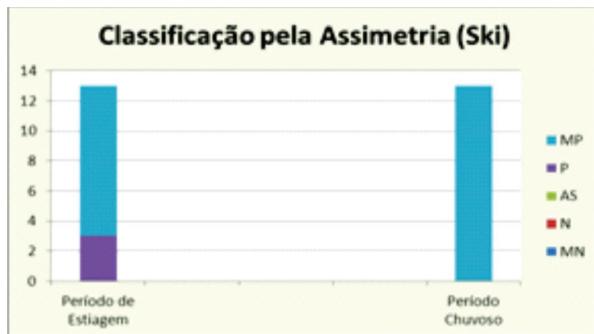
**Figura 7** - Distribuição das classes granulométricas, diâmetro médio do grão (Mz), no período chuvoso e de estiagem.



**Figura 8** - Classificação pelo grau de seleção, desvio padrão ( $\sigma$ ), no período de estiagem e chuvoso.



**Figura 9** - Classificação pela assimetria (Ski) no período de estiagem e chuvoso



**Figura 10** - Classificação pela curtose (Kg) no período de estiagem e chuvoso.



## 9 Considerações finais

A coleta de 26 amostras de sedimentos ao longo dos 13 pontos monitorados nas margens da Lagoa da Precabura, região leste da RMF, e as análises laboratoriais subsequentes possibilitaram identificar as principais características granulométricas desse ecossistema.

O processo de seleção granulométrica em ambientes lânticos é complexo, devido à variação dinâmica das águas nos períodos sazonais e nos eventos atmosféricos isolados, alternando os processos de erosão, transporte e deposição.

A hidrodinâmica na Lagoa pode ser dividida em dois períodos distintos. Na maior parte do ano, quando o fluxo do afluente principal, rio Coaçu, é de baixo a moderado, a circulação da Lagoa é determinada pela ação dos ventos. Por outro lado, a circulação pode ser determinada pela água proveniente da bacia de drenagem durante períodos de intensa precipitação. A descarga fluvial gera gradientes de pressão sazonais, determinantes da circulação durante os períodos de alta pluviosidade.

Apesar de ser um fator de tempo limitado, o intenso fluxo de água do tributário pode causar importantes consequências. O transporte de sedimentos finos em suspensão será intensificado, deslocando a deposição do interior da lagoa para as margens.

No período de estiagem, as variações no padrão de energia são menores. Em geral, ocorre uma pequena inversão na distribuição dos sedimentos. As fácies arenosas ocupam as margens.

Os resultados revelam que as margens da Lagoa da Precabura são um ambiente de sedimento muito pobremente selecionado, onde predominam valores mais altos equivalentes à fração areia, com a assimetria muito positiva predominando sobre as demais e curtose com uma maior tendência à classe leptocúrtica. Ressalta-se, entretanto, que, no período chuvoso, um percentual de sedimentos mais finos ocorre, apresentando-se mais bem selecionados. Pode ocorrer, ocasionalmente, a presença de areia cascalhosa, principalmente próximo às áreas antropogênicas.

Este estudo permitiu concluir que as características granulométricas desse ecossistema são fortemente condicionadas pela influência dos fatores geológicos, geomorfológicos e, principalmente, hidrodinâmicos, climáticos e antrópicos, associados à proximidade e ao tipo da área fonte de sedimentos, os quais se encontram representados na área de estudo pela Formação Barreiras, formada pelos sedimentos terciário-quaternários de textura areno-argilosa e mal selecionados dos tabuleiros pré-litorâneos.

Recomenda-se para futuros trabalhos a realização de sondagens estratigráficas ao longo das margens e no piso, a análise de detalhe dos sedimentos quanto à morfoscopia e mineralogia, o monitoramento sedimentológico, a batimetria do seu leito e análises referentes à matéria orgânica.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade de Fortaleza (UNIFOR) e aos alunos Marcos Teixeira, Amanda Santiago e Eve Martins, bolsistas dos Programas de Iniciação à Pesquisa da UNIFOR (PROBIC e PAVIC), pelo apoio às análises laboratoriais e atividades de campo.

## Referências

- APRILE, F. M., DARWICK, A. J., RAPOSO, J. C. Considerações sobre a geoquímica e dinâmica sedimentar do Lago Tupé. In: SANTOS-SILVA, E. N. et al. (Orgs.). *Biotupé: meio físico, diversidade biológica e sociocultural do baixo rio Negro, Amazônia Central*. Manaus: INPA, 2005. p.69-83, 2005.
- ARCINFO GIS 10.0. *Software Teaching Lab Pak ArcInfo 10*: sistema Microsoft Windows 2000, XP 32 e 64 bits e 2003: Arc Editor – ESRI. Versão 10.0, 2010. 1 CD-ROM.
- BRANDÃO, R. L. et al. *Projeto SINFOR: diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza*. Fortaleza: CPRM, 1995.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Lei Federal nº 4.771/65*. Estabelece o Código Florestal Brasileiro. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm)>. Acesso em: 03 nov. 2011.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Lei Federal Nº 6.938/81*. Estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 03 nov. 2011.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Lei Federal Nº 9.605/98*. Crimes Ambientais. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm)>. Acesso em: 03 nov. 2011.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Lei Federal Nº 9.985/2000*. Estabelece o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm)>. Acesso em: 03 nov. 2011.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre o controle ambiental de produtos destinados à remediação*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 03 nov. 2011.
- BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. 3ª Vara Criminal. *Liminar 08/2002*. Paralisação de qualquer obra que esteja ocorrendo dentro da área de Preservação Permanente da lagoa da Precabura. Apelante: Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Relator: Juíza Germana de Oliveira Moraes. Fortaleza, ago. 2002.
- BRASIL. Ministério do Exército. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Diretoria do Serviço Geológico. *Região Nordeste do Brasil (Aquiraz)*. Índice de nomenclatura. Folha SA-24-Z-C-V. 1971. 1 mapa. Escala 1:100.000.

- CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Núcleo de Análises e Monitoramento. *Lagoa da Precabura: Relatório Técnico nº 353/2007 – COPAM/NUAM (Qualidade das Águas da Lagoa da Precabura) – Municípios de Fortaleza e Eusébio – CE. Fortaleza, 2007.*
- CEARÁ. Secretaria de Recursos Hídricos. *Plano estadual dos recursos hídricos de Fortaleza.* Fortaleza: SRH. 1992.
- CEARÁ. Companhia de Gerenciamento de Recursos Hídricos. *Plano de gerenciamento das bacias metropolitanas: fase 1 – estudos básicos e diagnóstico.* Fortaleza, 2010. Disponível em: <[http://portal.cogerh.com.br/servicos/plano-de-bacias/litoral-rt-1/at\\_download/file](http://portal.cogerh.com.br/servicos/plano-de-bacias/litoral-rt-1/at_download/file)>. Acesso em: 28 jan. 2012.
- CHANG, M. R. C. *Rochas sedimentares: Geologia Geral.* Departamento de Geologia Aplicada. Rio Claro, Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/DIDATICOS/M%20RITA/aula09r.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2012.
- CRONAN, D. S. Skewness and kurtosis in polymodal sediments from the Irish Sea. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, Okla., v. 42, n.1, 1972, p. 102-106.
- ESTEVES, F. A., ISHI, I. H.; CAMARGO, A. F. M. Pesquisas limnológicas em 14 lagoas do litoral do estado do Rio de Janeiro. In: LACERDA, L. D. et al. (Orgs.). *Restingas: origem, estrutura, processos.* Niterói: CEUFF, 1984. p. 65-74.
- ESTEVES, F. A. *Fundamentos de limnologia.* 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1988.
- FOLK, R. L.; WARD, C. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, [s.l.], v. 27, n.1, p. 3-26. 1957.
- GOOGLE EARTH: Google earth™ mapping service. NASA. Terra metrics, 2009.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. *Observações, condições registradas, gráficos.* 2010. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/sim/abre\\_Graficos.php?data=05/2012&data2=2009&lista=11,&est=82397&uf=CE](http://www.inmet.gov.br/sim/abre_Graficos.php?data=05/2012&data2=2009&lista=11,&est=82397&uf=CE)>. Acesso em: 12 dez. 2011.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. *Imagens de satélite vetorizadas da região Nordeste do Brasil.* CPTEC, 2007-2008. Disponível em: <<http://www1.cptec.inpe.br/satelite/index.html>>. Acessado em: 14 dez. 2011.
- INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. *Levantamento aerofotogramétrico - ortofotocartas, do projeto ortofotográfico do polo Ceará costa do sol.* Fortaleza: IPECE. 2008.
- KRUMBEIN, W. C. Size frequency distribution of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*. Colorado, v. 4, n. 2, p. 65-77, 1934.
- LIMA, S. F. et al. ANASED: programa de análises, classificação e arquivamento de parâmetros metodológicos. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS QUARTENÁRIOS, 13., 2001. Mariluz-Imbé. *Anais...Mariluz-Imbé: ABEQUA, 2001, v.8, p. 458-459*
- MARTINS, L. R. Significance of skewness and kurtosis in environmental interpretation. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, v. 35, n. 3, p.768-770, 1965.
- MASON, C. C.; FOLK, R. L. Differentiation of beach, dune and aeolian flat environments by size analysis - Mustang Islands. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, v. 29, n. 2, p. 211-226, 1958.
- RIBEIRO, J. A. P. *Características hidrogeológicas e hidroquímicas da faixa costeira leste da Região Metropolitana de Fortaleza – Ceará.* 2001. 112f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, 2001.
- SAHU, B. Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, v. 34, n. 1, p.73-83, 1964.
- SANTOS, J. de O. *Vulnerabilidade ambiental e áreas de risco na bacia hidrográfica do rio Cocó: região metropolitana de Fortaleza – CE.* 2006. 218f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2006.
- SHEPARD, F. P. Nomenclature based a sand-silt-clay rations. *Journal of Sedimentary Research*, Tulsa, Okla, v.24, n.3, p.151-158, set. 1954. Mensal. Disponível em: <<http://jsedres.sepmonline.org/content/24/3/151.full.pdf+html>>. Acesso em: 26 jul. 2012.

Denise Fernandes, Ícaro Silva Moraes, Igor Silva Moraes, Márcia Thelma Rios Donato Marino, Natalia de Paula Taveira, Patrick Facundo Avelino de Souza, Pedro Victor Moreira Cunha, Vanelle Pereira Peixoto, Victor Bezerra Gomes da Silva

SHEPARD, F. P.; MOORE, D. G. Central Texas Coast sedimentation; characteristics of sedimentary environment, recent history and diagnosis. *JBulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, Chicago, v.39, n.8, 1955, p.1463-593.

SUGUIO, K. *Rochas sedimentares: propriedades, gênese, importância econômica*. 4.ed. Edgard Blucher: São Paulo, 1994. 500p.

UDDEN, J. A. Mechanical composition of wind deposits. *Augustana Library Publications*. Rock Island, v.1, n. 1, 1898. p.1-69.

VILLWOCK, J. A. *Aspectos da sedimentação na região nordeste da Lagoa dos Patos: Logoa do Casamento e Saco do Cocuruto – RS – Brasil*. 188f. Tese (Doutorado em Geociências). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1977.

WENTWORTH, C. K. A scale of grade and class terms for classic sediments. *Journal of Geology*, Chicago, v.30, n.5, p.377-392, jul-ago1922. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/30063207>>. Acesso em: 15 mar. 2011.

WENTWORTH, C. K. Fundamental limits to the sizes of clastic grains. *Science*, New York, v. 77, n. 30, 1933. p.633-634.

## Sobre os autores

### Denise Fernandes

Geóloga pela Universidade de Fortaleza – UNIFOR. Química pela Universidade Estadual do Ceará – UECE. Mestre em Geologia, área de Geologia Ambiental, pela Universidade Federal do Ceará – UFC. Doutoranda do Departamento de Geociências da Universidade Federal do Ceará – UFC. Professora auxiliar, nível 2, do Centro de Ciências Tecnológicas (CCT) da Universidade de Fortaleza – UNIFOR.

### Ícaro Silva Moraes

Aluno do curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade de Fortaleza – UNIFOR. Bolsista de Iniciação à Pesquisa (PAVIC-UNIFOR).

### Igor Silva Moraes

Aluno do curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade de Fortaleza – UNIFOR. Bolsista de Iniciação à Pesquisa (PAVIC-UNIFOR).

### Márcia Thelma Rios Donato Marino

Geóloga pela Universidade de Fortaleza – UNIFOR. Doutora em Geologia, área de Geologia Ambiental, pela Universidade Federal do Ceará – UFC. Professora assistente, nível 6, do Centro de Ciências Tecnológicas (CCT) da Universidade de Fortaleza – UNIFOR.

### Natalia de Paula Taveira

Aluna do curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade de Fortaleza – UNIFOR. Bolsista de Iniciação à Pesquisa (FUNCAP).

### Patrick Facundo Avelino de Souza

Aluno do curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade de Fortaleza – UNIFOR. Bolsista de Iniciação à Pesquisa (PAVIC-UNIFOR).

### Pedro Victor Moreira Cunha

Aluno do curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade de Fortaleza – UNIFOR. Bolsista de Iniciação à Pesquisa (PIBIC-CNPq). Vice-presidente do Centro Acadêmico.

### Vanelle Pereira Peixoto

Aluna do curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade de Fortaleza – UNIFOR. Bolsista de Iniciação à Pesquisa (PAVIC-UNIFOR).

### Victor Bezerra Gomes da Silva

Aluno do curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade de Fortaleza – UNIFOR. Bolsista de Iniciação à Pesquisa (PROBIC-UNIFOR).