



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEODINÂMICA E
GEOFÍSICA**

TESE DE DOUTORADO

**“DINÂMICA COSTEIRA DOS CAMPOS PETROLÍFEROS MACAU/SERRA,
LITORAL SETENTRIONAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE”**

Autor:

MARCELO DOS SANTOS CHAVES

Orientadora:

Prof^a. Dra. *Helenice Vital* (DG- PPGG-UFRN)

Tese n^o 10/ PPGG

Natal - RN, 17 de Outubro de 2005.

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEODINÂMICA E
GEOFÍSICA**

TESE DE DOUTORADO

**“DINÂMICA COSTEIRA DOS CAMPOS PETROLÍFEROS MACAU/SERRA,
LITORAL SETENTRIONAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE”**

Autor:

MARCELO DOS SANTOS CHAVES

Tese de doutorado apresentada em 17 de Outubro de 2005, para obtenção do título de Doutor em Geodinâmica pelo Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da UFRN.

Comissão Examinadora:

PROF^a. Dr^a. Helenice Vital (DG – PPGG – UFRN – Orientadora)

PROF. Dr. Venerando Eustáquio Amaro (DG – PPGG – UFRN)

PROF^a. Dr^a. Zuleide Maria Carvalho Lima (PPGEO – UFRN)

PROF^a. Dr^a. Lúcia Maria Mafra Valença (DG – UFPE)

PROF. Dr. Dieter Carl Ernst Heino Muehe (DG – UFRJ)

Natal - RN, 17 de Outubro de 2005.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEODINÂMICA E
GEOFÍSICA**

TESE DE DOUTORADO

Tese de doutorado desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGG/UFRN), tendo sido subsidiada pelos seguintes agentes financiadores:

- Agência Nacional do Petróleo - ANP/PRH-22;
- Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, através do Programa de Recursos Humanos da ANP para o setor Petróleo e Gás Natural – PRH-ANP/MME/MCT;
- Monitoramento Ambiental da Área Costeira de Macau - MARPETRO (FINEP/CTPETRO/PETROBRAS);
- REDE 05/FINEP/CNPq/CTPETRO/PETROBRAS;
- Projeto PROBRAL 150/02 (CAPES/DAAD),
- Projeto Apoio técnico a laboratório (CNPq, Proc. 500407/2004-5), e
- Projeto *"KÜSTENENTWICKLUNG UND HEUTIGE KÜSTENDYNAMIK IN RIO GRANDE DO NORTE – NE – BRASILIEN"*, (GTZ/DFG).



Dedico este trabalho

À minha querida mãe, Maria Denise dos Santos Chaves, ao meu padrasto Francisco das Chagas de Medeiros, e à minha eterna Professora Iracema Miranda da Silveira, que sempre estiveram ao meu lado, me incentivando e iluminando o meu caminho.

RESUMO

Esta tese contempla a caracterização da dinâmica costeira dos campos petrolíferos de Macau e Serra, localizados no litoral setentrional do Estado do Rio Grande do Norte. Estes campos petrolíferos estão inseridos em uma costa de mesomaré sob a ação da erosão costeira. As instalações do campo Macau foram construídas no início dos anos 80 do século passado a uma distância de aproximadamente 800 m do mar. Atualmente, encontram-se localizadas na linha de costa, sob ataque constante dos processos costeiros (ondas, correntes, marés), que promovem uma intensa variabilidade morfodinâmica. Diversas medidas têm sido aplicadas para proteger esta linha de costa contra a erosão nos poços petrolíferos. Entretanto, estudos de monitoramento não haviam sido efetuados anteriormente. A metodologia utilizada envolveu a utilização de dados de sensoriamento remoto (tratamento digital de imagens orbitais e fotografias aéreas), processos costeiros (ventos, correntes, ondas e marés, inclusive o padrão de circulação local), perfis praias, análises sedimentológicas e geofísicas (batimetria) para caracterização da dinâmica costeira local em diferentes períodos (mensal, ciclo lunar, semestral) em três pontos distintos (P01, P02 e P03).

Os resultados deste estudo mostram que enquanto a praia na região da Ponta do Tubarão apresentou-se estável com tendência a deposição, na região do Macau5 e Barra do Corta-Cachorro ocorreu uma tendência à erosão. Isto é confirmado através da evolução desta linha de costa realizada com base nas imagens Landsat de 2000, 2001, 2002 e 2003 (monitoramento anual). Observa-se também que durante o ciclo lunar de março 2002 (início do período chuvoso) a área em estudo não apresentou diferenças durante as quatro fases da lua. Entretanto, no ciclo lunar de outubro 2003 (período seco e ventos fortes), apenas o Perfil 01 não apresentou diferenças significativas. O Perfil 02 apresentou maior deposição na fase de lua cheia e o Perfil 03 uma maior deposição na lua nova, com presença de barras arenosas.

Os resultados da hidrodinâmica costeira mostraram que na região da Ponta do Tubarão, devido à proteção exercida pela ilha-barreira, as ondas são atenuadas e as correntes de maré exercem um papel importante no interior da laguna. No período de maré vazante as correntes mostraram uma direção geral para NW, coincidindo com o sentido da deriva litorânea, enquanto no período de maré enchente ocorre uma inversão no sentido da corrente para E-NE. Na área do Macau5 e Barra do Corta-Cachorro, que não são abrigadas pela ilha-barreira, os valores de temperatura, condutividade e velocidade da corrente aumentaram com a profundidade e o sentido preferencial das correntes foi para NW, independente da fase de maré.

O volume de sedimentos transportados pela deriva litorânea é da ordem de uma centena de metros cúbicos ao dia.

A análise mensal dos dados granulométricos indica, no geral, uma grande homogeneidade nos resultados obtidos (acima de 90%), mostrando que não houve modificações no tamanho dos grãos em relação à sazonalidade (período de chuvas e período seco). Nos três perfis monitorados (P01, P02 e P03), tanto a pós-praia quanto o estirâncio, foram classificados pela média como areia fina a média. Apenas a antepraia é classificada como areia fina a muito fina. Os grãos são predominantemente esféricos, sub-angulosos a sub-arredondados. Composicionalmente quartzo é o mineral

predominante, podendo ocorrer também micas, feldspatos, fragmentos de rocha e minerais pesados (< de 5% cada), bem como componentes bióticos.

Quanto a morfodinâmica a área em estudo foi classificada como reflexiva (erosiva) nos meses de outubro a abril e como intermediária (instável) nos meses de maio a setembro, tanto no Perfil 02 (Macau5), como no Perfil 03 (Barra do Corta-Cachorro). Aplicando o modelo de Masselink e Turner (1999) para uma variação média de maré de sizígia de 3 m, a variação relativa de maré - RTR (Relative Tide Range) obtida para as praias da área em estudo esteve na sua maior parte entre 4 e 15, permitindo ser classificadas como praias mistas, denotando a influência das ondas e marés para a região.

Na zona submersa próxima à costa as linhas batimétricas apresentam um *trend* principal paralelo à linha de costa na porção oeste da área, enquanto que na porção leste, apresenta uma variação, pela complexidade morfológica influenciada pela Ponta do Tubarão. Na baixa-mar é possível observar os bancos de areia expostos.

O entendimento das causas da erosão costeira e monitoramento dos processos costeiros obtidos nesta tese permitiu a quantificação e caracterização das mudanças na linha de costa, essenciais para elaboração de mapas de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo.

Palavras-chaves: monitoramento ambiental, hidrodinâmica costeira e perfis praiais.

ABSTRACT

This thesis describes the general behavior of the northern shore of the State of Rio Grande do Norte relating beach profile morphology with hydrodynamic and sedimentological parameters. The Macau and Serra Oil Field are inserted on this area and are under accelerated coastal erosion. At these oil fields are installed oil wells from PETROBRAS, nowadays located directly in the shoreline, under constant attacks of coastal processes (e.g. waves, tides and currents), which promote an intense morphodynamic variability of this sandy coast. The area was monitored for 24 months in three different stations (P01, P02 and P03). The methodology applied involved current techniques of beach profiles, hydrodynamical processes, remote sensing and geophysics. A synthesis of results obtained through the use of different time scales (monthly, lunar cycle, seasonal, annual) from a coastal dynamics study is presented.

The average wind direction corresponded to 77°Az (NE). The steepness of the berm and of the shoreface, as well as coastal current direction, do not present major changes, with an average of 36° for the steepness of the berm, 15° for the shoreface and 15° for the coastal current direction. This data set allows us to infer that the months of larger coastal erosion were November/2000 and April/2001, because of the largest wave parameter during this time. The months of worse coastal erosion in this area are related with the increasing wavy energy. This in turn, seems to be related to seasonal climatic variations, with the wave energy and tide currents speed increasing during months of minor precipitations (June to January). The months of worse coastal erosion were September and November, when the largest wave parameters and speed currents are measured in the area. Since these months are included on the period of minor precipitations, we related the coastal erosion to seasonal climatic variations.

The results obtained during these 24 months of monitoring confirms a situation of accentuated erosion, mainly in Profile 03 (Barra do Corta-Cachorro), where the wave height, period, and coastal current speed are always larger than the values found in Profile 02 (Macau5). Probably these values are more expressive in Profile 03, because it does not present any natural structure of protection against the wave impacts, as the barrier island located at Ponta do Tubarão, or the sand banks in front of Macau5. The transport of the sediments occurs from East to West, and the sand accumulation is more pronounced on Profile 03 intertidal zone, where there are embryonic dunes in dryer months. The tidal currents speed, on the other hand, is more accentuated in the Macau5 area (Profile 02). At Ponta do Tubarão, the tidal currents presented a preferential direction for NE, at times of flood, currents and for NW, at times of ebb current; at Barra do Corta-Cachorro the direction of the currents were predominantly for NW, independent of the tide phase, coinciding with the preferential direction of the longshore current. This currents inversion at Ponta do Tubarão is attributed to the presence of the Ponta do Tubarão island barrier and by the communication channel of the lagoon with the sea. The tide currents are better observed in protected areas, as in the Ponta do Tubarão, when they present inversion in their direction accordingly to the flood and ebb tide. In open areas, as in Barra do Corta-Cachorro, the tide currents are overprinted by the longshore currents.

Sediment analysis does not show important modifications in grain size related to seasonality (dry- and rainy seasons). On the foreshore and backshore zones, the sediments vary from fine to medium sand, while in the shoreface they vary from fine to

very sands. The grains are mostly spheres, varying from sub rounded to sub angled. Quartz is the main component alongside Feldspat and heavy minerals as accessory components. Biogenic content is also present and mainly represented by mollusks fragments.

The calculated sediment transport show values around $100 \text{ m}^3/\text{day}$. The morphodynamic studies indicated that this is a reflexive area from October to April, and intermediate from May to September. The Relative Tide Range-RTR for this area is $4 < \text{RTR} < 15$, and so classified in the mixed wave-tide group.

Having this exposed we can affirm that the more active natural factors in this area are the currents, followed by the tides and the winds. The anthropic factors are exclusively local and punctual (Macau and Serra Oil Field). Taking in account the economic importance of the area, as well as the intensity of coastal processes acting on this shore, it is important a continuity of the monthly environmental monitoring looking for variations on longer-period cycles. These data have been stored on the geo-referenced database of the projects MARPETRO and PETRORISCO (REDE 05), aiming to model the coastal and sea environment, susceptible to oil spills and their derivatives.

Key words: environmental monitoring, coastal hydrodynamic, beach profiles.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer inicialmente à minha orientadora, a Professora Dr^a. Helenice Vital, pela confiança, empenho e por ter acreditado em mim e no meu trabalho profissional. Como também ao Professor Dr. Venerando Eustáquio Amaro, pelo apoio profissional e confiança.

Ao Departamento do Curso de Geologia e Coordenação do Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

À CAPES e à Agência Nacional de Petróleo (ANP), pela concessão das bolsas de doutorado.

A professora Iracema Miranda da Silveira, por minha indicação ao projeto MARPETRO, ao empréstimo de materiais, orientação profissional e principalmente, pelo incentivo, dedicação, confiança e amizade.

A Márcia Gomes Pinheiro pela revisão textual e pelos 21 anos de amizade sincera.

Ao Marco Aurélio Teixeira de Araújo pelo apoio técnico, minha eterna amizade.

A Samia Freire Lima pelo apoio técnico e fornecimento de dados e paciência no convívio diário na sala do GGEMMA.

A Adriana Borba, pelo apoio na organização de documentos e por nossa bela amizade.

Agradeço também a todo o pessoal que participou das campanhas de campo, laboratório e gabinete. Sem eles, seria impossível a realização deste trabalho: Sr. Pedro Leite (motorista da UFRN), Fátima Barbosa (Laboratório de Sedimentologia), Kalieny Moreno e Isaac de Melo (ECOPLAM), Jeancarlo Tavares e Möufche Birnbaum (técnicos), Zuleide Lima, Alfredo Grigio, Werner Tabosa, Flávia Taone, Ingrid Guedes, Michael Souto, Eugênio Pires Frazão, Iracema Silveira, Flavo Elano e Sâmia Lima (Pós-Graduação), Ana Pauletti, Daniel Santos, Edgar Romeo, André Giskard, Paulo Sérgio e Ana Cristiane (Graduação), Miriam Nascimento (PETROBRAS), Walney Gondim, Janiere Barbosa e Roberto Curioso (UnP). Aos amigos de sempre Vladimir Medeiros, Zuleide Lima, Marciano Henrique, Márcia Gomes Pinheiro e Alberto Sales. E a Hidha Enaffan, Emanuel (manu), Henrique Fontes, Rafael Marques e Marcos Santos Lima. E ainda, Daniel Azcar, Thiago Pinheiro, Thalita Vaz, Adilson Rocha, Renata Loes, Lyna Malheiros, André Locattel, Márcio Benjamim e Ana Carla de Melo (Grupo de Teatro Ditirambo).

Aos meus familiares, Maria Denise dos Santos Chaves (mãe), Francisco das Chagas de Medeiros (padrasto), minha avó (Maria Gentil Cavalcanti Santos, que aos 90 anos ainda é uma lição de vida para todos), meus irmãos Sérgio dos Santos Chaves, Iang de Brito Chaves Júnior e Graco dos Santos Chaves, e minhas sobrinhas Iane Andrade de Brito Chaves, Yasmin de França Ramos Chaves e Maria Beatriz de França Ramos Chaves, e ao meu mais novo sobrinho e afilhado Pedro Henrique de França Ramos Chaves. A minhas cunhadas Mônica de França Ramos Chaves e Nísia Maria Paris Medeiros de Brito Chaves. Às minhas primas Suelene Spinelli Santos de Almeida e Luciana Sivini Santos Porto, e minhas tias Maria Alba Spinelli Santos e Lucy Sivini Santos.

E a Deus, que me dá força e coragem para ir em frente sempre. E a todos que, de uma maneira ou de outra, nos ajudaram na nesta conquista. Meu muito obrigado.

"Quando você pensa que já tem respostas para tudo, vem à vida e muda as perguntas".

SUMÁRIO

	<i>pág</i>
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
AGRADECIMENTOS	ix
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE FOTOS	xvi
LISTA DE TABELAS	xvii
ANEXOS	xviii
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	01
1.1 – Apresentação	01
1.2 – Justificativas	01
1.3 – Objetivos	02
1.3.1 – Objetivos Gerais	02
1.3.2 – Objetivos Específicos	02
1.4 – Localização	02
1.5 – Aspectos Fisiográficos	04
1.5.1 – Aspectos Climáticos e Condições Meteorológicas	04
1.5.2 – Precipitação	04
1.5.3 – Temperatura	04
1.5.4 – Insolação	05
1.5.5 – Umidade Relativa do Ar	05
1.5.6 – Vegetação	06
1.5.7 – Solos	07
1.6 – Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos	08
1.7 – Aspectos Sócio-Econômicos	09
CAPÍTULO 2 – MATERIAIS E MÉTODOS	10
2.1 – Atividades de Reconhecimento	10
2.2 – Trabalhos de Campo	10
2.3 – Trabalhos de Laboratório	13
2.4 – Trabalhos de Gabinete	15
CAPÍTULO 3 – CONTEXTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO	16
3.1 – Contexto Geológico Regional	16
3.1.1 – Litoestratigrafia da Bacia Potiguar	16
3.1.2 – Modelos Evolutivos da Bacia Potiguar	19
3.1.3 – A Evolução Mesozóica	19
3.1.4 – A Evolução Cenozóica	20
3.2 – Contexto Geológico da Área em Estudo	21
3.3 – Contexto Geomorfológico Regional	24
3.4 – Contexto Geomorfológico da Área em Estudo	24

CAPÍTULO 4 – SISTEMA PRAIAL E EROSÃO COSTEIRA NA ÁREA MACAU/SERRA, RN	27
4.1 – Sistema Praial da Área Macau/Serra	27
4.2 – Erosão Costeira da Área Macau/Serra	30
 CAPÍTULO 5 – AMBIENTE PRAIAL	 37
5.1 – Perfis Topográficos e Caracterização Ambiental Mensal da Área (24 meses - outubro de 2000 a setembro de 2002)	37
5.1.1 – Perfil 01 (Ponta do Tubarão)	38
5.1.2 – Perfil 02 (Macau5)	38
5.1.3 – Perfil 03 (Barra do Corta-Cachorro)	38
5.2 – Análise dos Perfis Topográficos e da Caracterização Ambiental Mensal da Área (24 meses - outubro de 2000 a setembro de 2002)	40
5.3 – Perfis Topográficos e Caracterização Ambiental da Área no Ciclo Lunar de Março de 2002 (início do período chuvoso)	40
5.3.1 – Perfil 01 (Ponta do Tubarão)	40
5.3.2 – Perfil 02 (Macau5)	41
5.3.3 – Perfil 03 (Barra do Corta-Cachorro)	41
5.4 – Perfis Topográficos e Caracterização Ambiental da Área no Ciclo Lunar de Outubro de 2003 (início do período seco)	41
5.4.1 – Perfil 01 (Ponta do Tubarão)	41
5.4.2 – Perfil 02 (Macau5)	41
5.4.3 – Perfil 03 (Barra do Corta-Cachorro)	41
5.5 – Análise dos Perfis Topográficos e Caracterização Ambiental da Área dos Ciclos Lunares de Março de 2002 (início do período chuvoso) e Outubro de 2003 (início do período seco)	43
5.6 – Perfis Topográficos e Caracterização Ambiental Semestral da Área (Março e Setembro de 2001, 2002 e 2003)	43
5.6.1 – Março de 2001, 2002 e 2003	43
5.6.2 – Setembro de 2001, 2002 e 2003	44
5.7 – Análise dos Perfis Topográficos e Caracterização Ambiental Semestral da Área (Março e Setembro de 2001, 2002 e 2003)	45
 CAPÍTULO 6 – HIDRODINÂMICA COSTEIRA	 46
6.1 – Caracterização e Análises da Hidrodinâmica Costeira no Período Mensal (Outubro de 2000 a Setembro de 2002)	47
6.2 – Caracterização e Análise da Hidrodinâmica Costeira no Ciclo Lunar de Março de 2002 (início do período chuvoso)	51
6.3 – Caracterização e Análise da Hidrodinâmica Costeira no Ciclo Lunar de Outubro de 2003 (início do período seco)	52
6.4 – Caracterização e Análise da Hidrodinâmica Costeira no Período Semestral (Março e Setembro de 2001, 2002 e 2003)	52
6.4.1 – Março de 2001, 2002 e 2003	53
6.4.2 – Setembro de 2001, 2002 e 2003	54
6.5 – Caracterização e Análise de Dados Hidrodinâmicos Coletados com CTD/DCS	56
6.5.1 – Análise de Dados CTD/DCS na Ponta do Tubarão (em 24/07/2001)	56
6.5.2 – Análise de Dados CTD/DCS na Barra do Corta-Cachorro (em 18/01/2003)	58
6.5.3 – Análise de Dados CTD/DCS em Macau5 (em 19/01/2003)	59
6.5.4 – Análise das Variáveis Hidrodinâmicas em Função do Ciclo de Maré	60
6.5.5 – Análise e Integração dos Dados Hidrodinâmicos com CTD/DCS	63

CAPÍTULO 07 – CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA	64
7.1 – Parâmetros Estatísticos	64
7.2 – Análise dos Dados Granulométricos	66
7.3 – Análise Composicional e Morfoscópica dos Grãos	68
7.4 – Quantificação do Teor de Carbonato	69
7.5 – Análise Faciológica	71
 CAPÍTULO 08 – MORFODINÂMICA COSTEIRA	 72
8.1 – Volume de sedimentos	73
8.2 – Transporte de Sedimentos	75
8.3 – Caracterização Morfodinâmica da Área Macau/Serra	75
 CAPÍTULO 09 – ÁREA SUBMERSA ADJACENTE À ÁREA MONITORADA (Batimetria e Sedimentologia)	 77
9.1 – Definição e Aplicação da Modelagem Batimétrica	77
9.1.1 – Métodos de Interpolação dos Dados	77
9.2 – Modelagem Batimétrica da Área em Estudo	79
9.3 – Análise Faciológica da Área Submersa	84
 CAPÍTULO 10 – DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	 88
 CAPÍTULO 11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 93
 ANEXOS	 103

LISTA DE FIGURAS

	<i>pág.</i>
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	
Figura 1.01 – Mapa de localização da área em estudo e dos perfis praiais	03
Figura 1.02 – Precipitação total mensal da área em estudo	05
Figura 1.03 – Distribuição da insolação em horas na área em estudo	06
Figura 1.04 – Gráfico das normais da umidade relativa do ar na área em estudo	06
CAPÍTULO 3 – CONTEXTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO	
Figura 3.01 – Mapa geológico simplificado da Bacia Potiguar	17
Figura 3.02 – Coluna crono-estratigráfica da Bacia Potiguar	18
Figura 3.03 – Mapa geológico da área em estudo	22
Figura 3.04 – Mapa geomorfológico da área em estudo	26
CAPÍTULO 4 – SISTEMA PRAIAL E EROSÃO COSTEIRA NA ÁREA DE MACAU/SERRA, RN	
Figura 4.01 – Nomenclatura e limites do sistema praial	27
Figura 4.02 – Posicionamento da área Macau/Serra na plataforma setentrional do Estado do Rio Grande do Norte	29
Figura 4.03 – Linhas de costa para a área Macau/Serra, entre os anos de 1872, 1954, 2001, 2002 e 2003	31
Figura 4.04 – Evolução costeira da região da Ponta do Tubarão	32
Figura 4.05 – Evolução temporal da linha de costa na Barra do Corta-Cachorro	33
Figura 4.06 – Mapa da Variação da Linha de Costa da Área em Estudo, no período de 2000 a 2003. No detalhe, a área entre os perfis	35
Figura 4.07 – Mapa da Variação da Linha de Costa, do trecho entre os perfis 01, 02 e 03, no período de 2000 a 2003	36
CAPÍTULO 5 – AMBIENTE PRAIAL	
Figura 5.01 – Perfis topográficos do período mensal (outubro de 2000 a setembro de 2002), no P01 (PT), P02 (M5) e P03 (BCC)	39
Figura 5.02 – Perfis topográficos do período do ciclo lunar de março de 2002 e outubro de 2003, nos P01 (PT), P02 (M5) e P03 (BCC)	42
Figura 5.03 – Comparação semestral do P01 (PT), P02 (M5) e P03 (BCC), em março e setembro de 2001, 2002 e 2003	45
CAPÍTULO 6 – HIDRODINÂMICA COSTEIRA	
Figura 6.01 – Período médio de uma onda e altura significativa de uma onda no P02 (Macau5), no período mensal (outubro de 2000 a setembro de 2002)	49
Figura 6.02 – Direção dos ventos no P02 (Macau5), no período mensal (outubro de 2000 a setembro de 2002)	49
Figura 6.03 – Período médio de uma onda e altura significativa de uma onda no P03 (Barra do Corta-Cachorro), no período mensal (outubro de 2000 a setembro de 2002)	50
Figura 6.04 – Direção dos ventos no P03 (Barra do Corta-Cachorro), no período mensal (outubro de 2000 a setembro de 2002)	50
Figura 6.05 – Período médio de uma onda e altura significativa de uma onda, no ciclo lunar de março de 2002	51
Figura 6.06 – Período médio de uma onda e altura significativa de uma onda, no ciclo lunar de outubro de 2003	52

Figura 6.07 – Período médio de uma onda e altura significativa de uma onda no P02 (Macau5), no período semestral de março de 2001, 2002 e 2003	55
Figura 6.08 - Período médio de uma onda e altura significativa de uma onda no P03 (Barra do Corta-Cachorro), no período semestral de março de 2001, 2002 e 2003	55
Figura 6.09 - Período médio de uma onda e altura significativa de uma onda no P02 (Macau5), no período semestral de setembro de 2001, 2002 e 2003	55
Figura 6.10 - Período médio de uma onda e altura significativa de uma onda no P03 (Barra do Corta-Cachorro), no período semestral de setembro de 2001, 2002 e 2003	55
Figura 6.11 – Gráficos das variáveis hidrodinâmicas versus profundidades na Ponta do Tubarão	57
Figura 6.12 – Gráficos das variáveis hidrodinâmicas versus profundidades na Barra do Corta-Cachorro	59
Figura 6.13 – Gráficos das variáveis hidrodinâmicas versus profundidade em Macau5	61
Figura 6.14 – Comportamento das variáveis hidrodinâmicas em função do ciclo de maré na Ponta do Tubarão	62
Figura 6.15 – Comportamento das variáveis hidrodinâmicas em função do ciclo de maré na Barra do Corta-Cachorro	62

CAPÍTULO 07 – CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA

Figura 7.01 – Curvas cumulativas representativas mensais (24 meses) da AP (antepraia) (A); EST (estirâncio) (B); e da PP (pós-praia) (C), dos Perfis 01, 02 e 03 dos meses de janeiro, junho e setembro de 2001 e 2002	68
---	----

CAPÍTULO 8 – MORFODINÂMICA COSTEIRA

Figura 8.01 – Classificação dos estados morfodinâmicos de praias, considerando a variação relativa das marés	73
---	----

CAPÍTULO 09 – ÁREA SUBMERSA ADJACENTE À ÁREA MONITORADA (Batimetria e Sedimentologia)

Figura 9.01 – Semi-variograma teórico com seus principais elementos	78
Figura 9.02 – Mapa de localização dos perfis batimétricos	79
Figura 9.03 – Semi-variograma ajustado da área em estudo, segundo o modelo matemático POWER do programa Surfer 8.0	80
Figura 9.04 – Modelo digital (3D) do terreno	81
Figura 9.05 – Mapa batimétrico da área em estudo	83
Figura 9.06 – Mapa dos pontos amostrais da área em estudo	85
Figura 9.07 – Mapa faciológico da área em estudo	86
Figura 9.08 – Mapa textural de acordo com a média para a área em estudo	87

LISTA DE FOTOS

	<i>Pág.</i>
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	
Foto 1.01 – Vegetação típica encontrada nos campos dunares (rosa-seda)	07
CAPÍTULO 2 – MATERIAIS E MÉTODOS	
Foto 2.01 – Sobrevôo na área em estudo a partir da visão frontal ao campo Macau/Serra.	10
Foto 2.02 – Sistema Hydrotac utilizado para levantamento batimétrico	11
Foto 2.03 – Sensores oceanográficos	11
Foto 2.04 – Execução de perfis topográficos utilizando nível, mira e piquetes	12
Foto 2.05 – Obtenção de dados da hidrodinâmica costeira	13
Foto 2.06 – Atividades desenvolvidas no laboratório de sedimentologia da UFRN	14
Foto 2.07 – Análise granulométrica no granulômetro a laser modelo 1180 da Cilas	14
CAPÍTULO 03 – CONTEXTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO	
Foto 3.01 – Falésia de Chico Martins	21
Foto 3.02 – Rochas praias (terraço de abrasão) e zonas de praia: antepraia, estirâncio e pós-praia	23
Foto 3.03 – Depósitos eólicos a Sul da praia de Soledade e no pós-praia	23
CAPÍTULO 4 – SISTEMA PRAIAL E EROSÃO COSTEIRA NA ÁREA MACAR/SERRA, RN	
Foto 4.01 – Visão geral do Perfil 03 (BCC), em julho de 2001 e abril de 2002	34
Foto 4.02 – Visão geral do Perfil 03 (BCC), mostrando períodos de erosão e deposição	34
CAPÍTULO 5 – AMBIENTE PRAIAL	
Foto 5.01 – Visão geral do Perfil 03 (BCC)	40
CAPÍTULO 6 – HIDRODINÂMICA COSTEIRA	
Foto 6.01 – Vista aérea da área em estudo mostrando a presença de bancos arenosos em frente ao Perfil 01 (PT) e Perfil 02 (M5)	46
Foto 6.02 – Coleta de dados hidrodinâmicos no Perfil 02 (M5) – medição de altura e período de onda	47
Foto 6.03 – Coleta de dados hidrodinâmicos no perfil 03 (BCC) - direção da linha de costa e velocidade da corrente litorânea	48
Foto 6.04 – Medidas da velocidade do vento, umidade relativa do ar e temperatura do ar, utilizando a estação meteorológica portátil (abril de 2002)	48
CAPÍTULO 07 – CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA	
Foto 7.01 – Presença de conchas de composição carbonática na área em estudo	70
CAPÍTULO 08 – MORFODINÂMICA COSTEIRA	
Foto 8.01 – Deslocamento da Ponta do Tubarão em direção ao continente	74
Foto 8.02 – Erosão no Perfil 02 (M5)	74
Foto 8.03 – Visão geral do Perfil 03 (BCC)	74
Foto 8.04 – Visão geral do Perfil 02 (M5) na baixa-mar e na preamar	76
Foto 8.05 – Visão geral do Perfil 01 (PT), em período de maré baixa de sizígia, mostrando a morfologia das praias mistas desta área	76
CAPÍTULO 09 – ÁREA SUBMERSA ADJACENTE À ÁREA MONITORADA (Batimetria e Sedimentologia)	
Foto 9.01 – Coleta de sedimentos utilizando amostrador pontual do tipo van-veen	84

LISTA DE TABELAS

	<i>pág.</i>
CAPÍTULO 07 – CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA	
Tabela 7.01 – Análise granulométrica mensal do Perfil 01(PT)	67
Tabela 7.02 – Análise granulométrica mensal do Perfil 02 (M5)	67
Tabela 7.03 –Análise granulométrica mensal do Perfil 03 (BCC)	67
Tabela 7.04 – Porcentagens de carbonatos nos Perfis 01 (PT), 02 (M5) e 03 (BCC), medidas mensalmente	70
Tabela 7.05 – Porcentagens de carbonatos nos Perfis 01 (PT), 02 (M5) e 03 (BCC), medidas durante o ciclo lunar de março de 2002 (início do período chuvoso)	70
Tabela 7.06 – Porcentagens de carbonatos nos Perfis 01 (PT), 02 (M5) e 03 (BCC), medidas durante o ciclo lunar de outubro de 2002 (início do período seco)	70
Tabela 7.07 – Classificação de fácies do Perfil 01 (PT)	71
Tabela 7.08 – Classificação do Perfil 02 (M5)	71
Tabela 7.09 – Classificação do Perfil 03 (BCC)	71
CAPÍTULO 09 – ÁREA SUBMERSA ADJACENTE À ÁREA MONITORADA (Batimetria e Sedimentologia)	
Tabela 9.01 – Especificações da krikagem utilizada para confecção do modelo Batimétrico	82
Tabela 9.02 – Parâmetros estatísticos da krikagem	82
Tabela 9.03 – Classificação de sedimentos do fundo marinho	84

ANEXOS

	<i>pág.</i>
ANEXO 01 – Planilha de nivelamento topográfico	103
ANEXO 02 – Planilha de nivelamento pós-campo	104
ANEXO 03 – Ficha de caracterização do ambiente praial	105
ANEXO 04 – Planilha de dados hidrodinâmicos	106
ANEXO 05 – Ficha do cálculo do parâmetro de DEAN	107
ANEXO 06 – Dados da Morfoscopia dos Grãos nos Perfis 01, 02 e 03, no período seco e no período chuvoso.	108
ANEXO 07 – Volume de Transporte Longitudinal de Sedimentos ao longo do Perfil 02 (M5), no período Mensal de Outubro de 2000 a Setembro de 2002.	109
ANEXO 08 – Volume de Transporte Longitudinal de Sedimentos ao longo do Perfil 03 (BCC), no período Mensal de Outubro de 2000 a Setembro de 2002.	110
ANEXO 09a – Tabela do cálculo do parâmetro de DEAN e classificação morfodinâmica no período mensal no Perfil 02 (M5)	111
ANEXO 09b - Tabela do cálculo do parâmetro de DEAN e classificação morfodinâmica no período mensal no Perfil 03 (BCC)	112
ANEXO 10a – Tabela do cálculo do parâmetro de DEAN e classificação morfodinâmica no período semestral de março de 2003 e setembro de 2003, no Perfil 02 (M5) e Perfil 03 (BCC)	113
ANEXO 10b – Tabela do cálculo do parâmetro de DEAN e classificação morfodinâmica no período do ciclo lunar de março de 2002, no Perfil 02 (M5)	114
ANEXO 10c – Tabela do cálculo do parâmetro de DEAN e classificação morfodinâmica no período do ciclo lunar de outubro de 2003, no Perfil 02 (M5)	115
ANEXO 10d – Tabela do cálculo do parâmetro de DEAN e classificação morfodinâmica no período do ciclo lunar de março de 2002, no Perfil 03 (BCC)	116
ANEXO 10e – Tabela do cálculo do parâmetro de DEAN e classificação morfodinâmica no período do ciclo lunar de outubro de 2003, no Perfil 03 (BCC)	117

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)