

F13.12



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Trabalho de licenciatura

ONDAS E EROSÃO COSTEIRA NA PRAIA DA COSTA DO SOL



ANTÓNIO JORGE RAUL UAISSONE

Maputo, Maio de 2000

F1S.12



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Trabalho de licenciatura

ONDAS E EROSÃO COSTEIRA NA PRAIA DA COSTA DO SOL

Autor: ANTÓNIO JORGE RAUL UAISSONE

Supervisor: Dr. ANTÓNIO MUBANGO HOGUANE

Maputo, Maio de 2000

3811

RESUMO

A erosão na praia da costa do sol é um caso bastante delicado, pois a olho nu são visíveis dunas em desaparecimento por falta de manutenção, murros de protecção costeira num estado bastante avançado de deterioração também por falta de manutenção sistemática e raízes das árvores expostas ao que indica que no passado estavam cobertas de terra, por sinal de dunas que desapareceram.

Com o presente trabalho intitulado ondas e erosão costeira na praia da Costa do Sol tem como objectivo estudar as ondas do mar e seu impacto na praia da costa do sol e desenvolver um algoritmo capaz de relacionar a altura significativa da onda e a intensidade do vento local.

Os dados analisados nesta tese foram colectados por um maregrafo de alta resolução, que regista as ondas através da variação da pressão da água na passagem da onda. Apesar da modernidade do aparelho, parte dos dados colectados não eram de boa qualidade e por isso não foram incluídos no processamento.

Constatou-se no estudo que as ondas que ocorrem frequentemente na baía estão no intervalo de 8 a 12cm de altura, ao que corresponde uma energia de 72.7 Joules por segundo, facto que se deve a fraca intensidade dos ventos que frequentemente sopram na baía de Maputo. Ondas relativamente altas que por vezes ocorrem na praia da Costa do Sol com ventos fracos, são geradas por ventos fortes distantes da praia.

Nesta tese foram comparadas as densidades de distribuição de probabilidade Normal e de Rayleigh, que são recomendadas para o estudo das ondas, e chegou-se a conclusão que a maioria das ondas que ocorrem na praia da Costa do Sol obedecem a distribuição Normal e não de Rayleigh.

Faz-se também uma abordagem a respeito dos métodos não apropriados aplicados na praia, como a protecção da costa por meio de pedras que tira o ambiente natural das praias de areia. O método aconselhável consiste no plantio de ervas, arbustos e árvores de rápido crescimento ao longo das dunas pois dão coesão a terra e protegem da acção dos ventos assim como das águas.

DEDICATÓRIA

**À MEUS PAIS
JOSÉ RAUL UAISSONE
MARIA LÚCIA PAULENE**

AGRADECIMENTOS

- Em primeiro lugar queria agradecer ao meu supervisor, Professor Doutor António Mubango Hogueane, quem acompanhou de perto a realização deste trabalho tendo sido um orientador científico com espírito aberto, assim como um amigo sempre pronto a apoiar-me sem se cingir a horários, muito obrigado.
- Gostaria de agradecer ao dr. V. Saide, pela sua disponibilidade e toda a atenção prestada .
- De igual modo gostaria de agradecer ao dr. Mavume pelos apoios prestados e pela simpatia.
- Gostaria de agradecer numa forma geral a todo o corpo docente do departamento de Física em especial Professor Doutor Rogério Utui, dr. Tembe, Dr. Chernych, Dr. Mapossa, dr. Amino, pelos conhecimentos adquiridos ao longo do curso.
- Agradeço aos trabalhadores em geral do Departamento de Física por toda gentileza prestada ao longo do curso.
- Agradeço imenso aos colegas S. Canhanga, J. Zucule, Esmeralda, A. Taiela, Lima Júnior, Cândida Sete, Cândida Cumbe, Enok, Maoche., A. Mavie, Tomás Munhazana, pela ajuda e boa colaboração ao longo do curso.
- Os meus agradecimentos a todos amigos em especial ao Bernardo, Abdul, Marcelo, José, Agostinho, Justino, Lúcio, Júlio, dr. A. Saide, P. Napido, M. Napido, Irene, Joana, Lídia, Samira, Jone, Esmeraldo, Daniel, João, Victor pelo calor e ambiente proporcionado durante os cinco anos.
- Gostaria de manifestar os meus agradecimentos ao colega e amigo Obadias que ajudou incansavelmente na tradução de vários temas apresentados nesta tese.
- Agradeço bastante a Dona Angélica da Direcção dos Serviços Sociais na U.E.M, que ao longo dos cinco anos foi uma mãe amiga, muito obrigado.
- Agradeço ao Padre Cláudio Dallazuana "Dehoniano" pela ajuda concedida nos momentos mais difíceis desta carreira.
- Agradeço as irmãs salezianas em especial irmã Izoleta, irmã Maria, irmã Claudina por todo apoio prestado.
- Agradeço as irmãs do Amor de Deus em especial a irmã Belém pelos conselhos e coragem, irmã Pepita pela disponibilidade oferecida.
- Também agradeço a tia Barbara pelos seus valiosos conselhos.
- Agradeço ao projecto : Cátedra da UNESCO de Ciências Marinhas e Oceanografia pelo apoio financeiro prestado para a realização deste trabalho.
- Agradeço ao INAM pela bolsa concedida..
- Finalmente queria manifestar a minha gratidão aos meus irmãos, Ana Beatriz José Raul, Silvino José Raul, Custódio José Raul, Maria Isilda José Raul, tios e a todos aqueles que directa ou indirectamente deram o seu apoio, muito obrigado.

Agradeço a Deus pelo dom da sabedoria e coragem de levar a cabo este trabalho árduo.

DECLARAÇÃO DE HONRA

Este trabalho foi completamente realizado com base no material, a que ao longo do mesmo se faz referência. As ideias originais nele expressas, são da inteira responsabilidade do autor.

Maputo, Maio de 2000

O autor

(António Jorge Raul Uaissone)

TABELAS**Página**

Tabela 1. Alturas significativas observadas e calculadas, energias.....	17
Tabela 2. Estatística descritiva.....	26
Tabela 3. Probabilidades 1a, 1b.....	26
Tabela 4. Probabilidades 2a, 2b.....	27
Tabela 5. Probabilidades 3a, 3b.....	27
Tabela 6. Probabilidades 4a, 4b.....	28
Tabela 7. Probabilidade 5a, 5b.....	28

FIGURAS**Página**

Figura 1. Classificação geral das ondas.....	3
Figura 2. Efeito da profundidade sobre as ondas.....	5
Figura 3. Efeito da refração, formação de praias.....	6
Figura 4. Relação entre altura observada e calculada com dependência quadrática do vento.....	17
Figura 5. Relação entre altura observada e calculada com dependência linear do vento.....	17
Figura 6. Espectro destorcido de ondas.....	18
Figura 7. Espectro destorcido de ondas.....	18
Figura 8. Espectro apurado de ondas.....	19
Figura 9. Espectro apurado de ondas.....	19
Figura 10. Gráficos 1a,1b.....	20
Figura 11. Gráficos 2a,2b.....	21
Figura 12. Gráficos 3a,3b.....	22
Figura 13. Gráficos 4a,4b.....	23
Figura 14. Gráficos 5a,5b.....	24
Figura 15. Relação entre os vários ventos com a energia.....	28
Foto 1. Duna de areia com alguns metros de altura.....	8
Foto 2. Uma amostra da maior parte das arvores na praia da Costa do Sol.....	8
Foto 3. Raízes expostas e esgotos destruídos.....	9
Foto 4. Desaparecimento completo da duna de areia.....	9
Foto 5. Acumulação de areia no lado sudoeste do muro de protecção costeira.....	10
Foto 6. Erosão alarmante no nordeste do muro de protecção costeira.....	10
Foto 7. Ancoragem do marégrafo.....	12

ÍNDICE

Página

Resumo.....	I
Dedicatória.....	II
Agradecimentos.....	III
Declaração de honra.....	IV
Tabelas.....	V
Lista de figuras.....	VI

CAPÍTULO-I

1.1 Introdução.....	1
1.2 Objectivos.....	3

CAPÍTULO-II

2.Ondas revisão bibliográfica.....	3
2.1 Geração de ondas a partir do vento.....	4
2.2 Efeito da profundidade, arrebentação.....	4
2.3 Formas de interferência.....	5
2.4 Ondas de erosão.....	6
2.5 Efeitos de barreira artificial.....	9

CAPÍTULO-III

3.Metodologia e material.....	11
3.1 Processamento dos dados.....	12
3.2 Distribuição normal.....	13
3.3 Distribuição de Rayleigh.....	14
3.4 Regressão linear.....	14
3.5 Alturas significativas.....	14

CAPÍTULO-IV

Resultados

4.1 Alturas observadas.....	15
Algoritmo altura/vento.....	16
Energia das ondas.....	17

CAPÍTULO-V

DISCUSSÃO

5.1 Alturas observadas.....	29
5.2 Algoritmos altura/vento.....	29
5.3 Energia dissipada.....	29
5.4 Medidas de gestão.....	30

CAPÍTULO-VI

6.1 Conclusão	31
6.2 Recomendações.....	31

CAPÍTULO I

1.1 Introdução

Problemas relacionados com ondas oceânicas e erosão costeira tem vindo a alarmar bastante a humanidade, é de referenciar que no globo terrestre a maior parte da superfície da terra é recoberta de água na ordem de 71% contra 29% de terra, sendo assim tais problemas afectam em especial as populações que vivem ao longo da costa visto que a tendência das águas é de penetrar nos continentes embora não seja notória em algumas zonas devido a topografia não uniforme ao longo da costa e a posição em relação ao mar aberto (Thurman, Viles&Spencer, 1990, 1995). Na praia da costa do sol a erosão também é bastante visível, existindo assim áreas que na praia-mar as águas atingem a avenida marginal. De notar realçar que a erosão que ocorre num dia de tempestades pode superar a que ocorre ao longo de anos com ventos relativamente fracos (Viles&Spencer, 1995), como o Demoina que de 28 à 31 de Janeiro de 1984 assolou também a região de Maputo, na praia da Costa do Sol provocou uma elevação das águas acima do normal, cerca de 90cm, dissipando uma energia estimada em 4.54KJ por segundo e por metro de costa, chegando ao ponto de inundar a avenida marginal. Nas regiões do pacífico onde os ciclones tropicais são frequentes as ondas oceânicas tem causado inundações e inúmeras percas de vidas e de propriedades nas regiões costeiras (Machado, 1979).

A praia da costa do sol foi escolhida para o estudo por ser mais perto e assim permitir a programação do aparelho e a colocação do mesmo no local escolhido à tempo, de maneiras a não perder o vento previsto pelos serviços meteorológicos, também cabe dizer que o método escolhido para a medição das ondas aconselha para o bom funcionamento, colocar o aparelho de medição numa zona costeira pouco profunda, isto é nas proximidades da linha da baixa-mar de modo a aumentar a resolução das medições, ao que tudo indica para a baía de Maputo onde o estudo se pretende realizar, a praia da Costa do Sol é o local mais apropriado para o efeito.

A praia da costa do sol fica situada na baía da Maputo com $25^{\circ}55'S$ à $26^{\circ}10'S$ de latitude e $32^{\circ}40'E$ à $32^{\circ}55'E$ de longitude, na cidade de Maputo concretamente no Bairro do Triunfo. A praia é pouco profunda com uma topografia caracterizada por vários bancos de areia. Da linha costeira a avenida marginal apresenta algumas dunas de areia, entre 2 à 3 metros de altura com uma cobertura vegetal e também zonas desprovidas de cobertura vegetal com uma distribuição não uniforme de árvores e alguns muros de protecção costeira, em seguida a avenida marginal que separa a área da praia do Bairro Triunfo, devido a suas condições naturais oferece bom ambiente para banhistas, apesar de frequentemente apresentar água turva. Praia é a borda exterior da costa que se estende desde o nível

mais alto ao nível mais baixo atingido pela maré, tal se mantém arenosa o tempo todo mas a areia pode não ser a mesma por esta se encontrar em movimento contínuo ao longo da costa tangida pelas ondas ou pelas correntes litorais (Thurman e Pinet, 1990,1998). Recordando que a praia da costa do sol é caracterizada por águas superficiais pouco profundas, é de salientar que nas pequenas profundidades as águas interferem com particular movimento na base da onda e tende a ser confinada pela diminuição do comprimento de onda, a crista torna-se estreita e pontuda, enquanto a depressão torna-se curva e extensa, assim o aumento na altura da onda é acompanhada pela diminuição no comprimento da onda, e a declinação das ondas H/λ pode alcançar 1/7 da rotura das ondas igual que na rebentação.

Com o presente trabalho pretende-se desenvolver um algoritmo que relaciona a altura da onda e a velocidade do vento local, visto que a altura da onda é importante porque traduz directamente a quantidade da energia da onda dissipada na arrebentação causando erosão (Viles&Spencer, 1995). Para se desenvolver o algoritmo usado nesta tese partiu-se do princípio que ondas oceânicas são geradas sob várias formas, e as que ocorrem na praia da Costa do Sol são geradas unicamente pela força do vento, que desempenha um papel preponderante na sua evolução até a sua dissipação, o que quer dizer quando na praia o vento é calmo a água desenvolve uma superfície calma simplesmente com ondas capilares, e ao soprar do vento nota-se uma evolução substancial das ondas. Este trabalho é o primeiro em Moçambique a fazer estudo sob ponto de vista físico das ondas oceânicas que na costa culminam com a erosão. Nos processos geradores de erosão costeira convergem vários factores tais como marítimos, atmosféricos e humanos, ao longo do trabalho se fará uma abordagem sobre os processos que envolvem as ondas ao longo da costa causando erosão , e serão apresentadas fotografias recentes que darão uma ideia sobre o aspecto actual da praia. Pretende-se também com esta tese desenvolver conhecimentos científicos do ponto de vista físico no domínio dos processos erosivos ao longo da praia e gerar uma base informativa que possa contribuir para o melhoramento na protecção e gestão costeira.

1.2 Objectivos

O objectivo geral deste estudo é de estudar o efeito das ondas na erosão costeira na praia da Costa do Sol.

Os objectivos específicos são:

- Descrever as características das ondas, altura, período, frequência, e energia da onda em função da velocidade do vento.
- Estimar a energia dissipada pelas ondas e a severidade da erosão.
- Desenvolver um algoritmo simples que relacione a intensidade do vento e a altura das ondas.
- Propor medidas para a redução do efeito de erosão e protecção das áreas degradadas

CAPÍTULO-II

ONDAS-revisão bibliográfica.

Na física a figura geral da superfície dos oceanos é dada pela sequência rítmica do elevar e baixar das águas, que é acompanhado por ondas progressivas e estacionárias. É importante conhecer os processos que causam essas ondas, como se desenvolvem e qual o seu impacto na zona costeira.

Como nota introdutória, tem que se ter em conta que onda envolve transmissão de energia e momento por meio de movimentos oscilatórios, as partículas que representam a onda movem-se para frente e para trás e de baixo para cima ou de forma orbital transmitindo energia de um ponto para o outro ao longo da interface entre os dois fluidos nomeadamente água e ar. Nesta tese pretende-se fazer um tratamento especial as ondas geradas pelo vento, visto serem as que ocorrem na praia da costa do sol, neste âmbito serão diferenciadas das outras ondas na figura-1, que se segue,

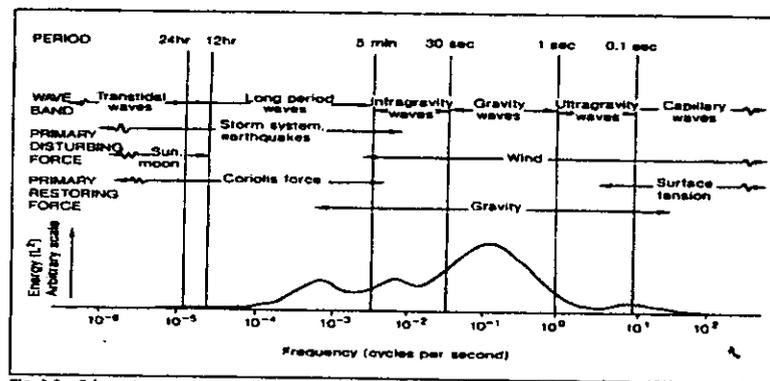


Fig. 1.3 Schematic representation of the relative energy contained in water waves and the resulting classification of ocean waves. After Kraeman (1965)

Fig.1-classificação geral das ondas.

2.1 Geração de ondas a partir do vento.

O atrito do vento que sopra sobre a superfície do mar vai deslocar uma porção de água que fica sobrelevada formando uma primeira crista, esta por sua vez abriga uma faixa contígua só podendo formar-se nova crista a uma certa distancia, como resultado final as partículas de água acabam por adquirir um movimento circular, formando-se ondas que se propagam na direcção do vento. Sendo assim as primeiras ondas formadas são chamadas ondas capilares ou de tensão superficial com comprimento cerca de 1.74cm, e com um periodo máximo de 0.1segundo. Esta onda aumenta o desenvolvimento ao modelar o caracter da superfície do mar permitindo o vento e a superfície do mar interagirem mais efectivamente, do mesmo modo mais energia do vento é transferida para o oceano surgindo assim ondas gravíticas com comprimento maior que o das ondas capilares com o desenvolvimento semelhante ao da curva do seno, aqui a força de gravidade torna-se superior a força restauradora.

A energia dada pelo vento aumenta a magnitude da altura, comprimento e velocidade da onda. Quando a velocidade da onda alcança a do vento, nenhuma das características pode mudar pois não possuem energia para a mudança e a onda tem altura máxima. Neste âmbito é importante realçar que a altura da onda é o parâmetro que indica a quantidade da energia possuída pela onda (Defante e Pickard, 1961,1998).

2.2 Efeito da profundidade, arrebentação.

A maior parte das ondas que são geradas na zona do mar pela força da velocidade de ventos de Margem continentais nas zonas de rebentação, de mesma maneira as ondas de águas profundas vagas desenvolvidas movem-se à margem do continente gradualmente a águas pouco profundas ocorrendo assim a dissipação de energia. Sendo assim é necessário ter em conta que a deformação das águas ocorre também quando a profundidade decresce, a parte frontal da onda torna-se íngreme e finalmente as ondas quebram-se este efeito é visível em caso de crista curta o que portanto parte ou quebra a uma distancia a partir da costa, onde considerando as ondas de crista longa pode proceder mais distante sem ser destruída. Outro efeito de decrescimento da profundidade é aquela que a velocidade da onda é reduzida, consequentemente a onda que aproxima a costa em qualquer ângulo será deflectida para que alcance a costa com a onda frontal aproximadamente paralela a ela. A parte da onda que primeiro aproxima a costa a velocidade será reduzida mas outra porção da onda será ainda avançada a grande velocidade e a direcção da onda frontal será invertida. Ainda outro efeito é relacionado com o facto de que quando aproxima a costa as ondas levam o caracter

que é intermediado entre a superfície das ondas curtas e as ondas longas, isto é, os seus comprimentos tornam-se comparados a profundidade da água. As ondas de período longo correspondentemente das ondas de maior comprimento são transformadas em ondas longas a uma grande distância a partir da costa do que aquelas de curto período. As consequências do movimento das partículas de água de ondas longas alcançará o fundo de maior distância a partir da costa embora a altura dessas ondas seja talvez menor do que a das ondas de período curto. É de realçar que nas pequenas profundidades interferem com particular movimento na base da onda, e tende a ser confinada pela diminuição do comprimento da onda, a crista torna-se estreita e pontuda enquanto a depressão torna-se curva e extensa como mostra a figura-2. Sendo assim o aumento na altura da onda é acompanhado pela diminuição no comprimento da onda.

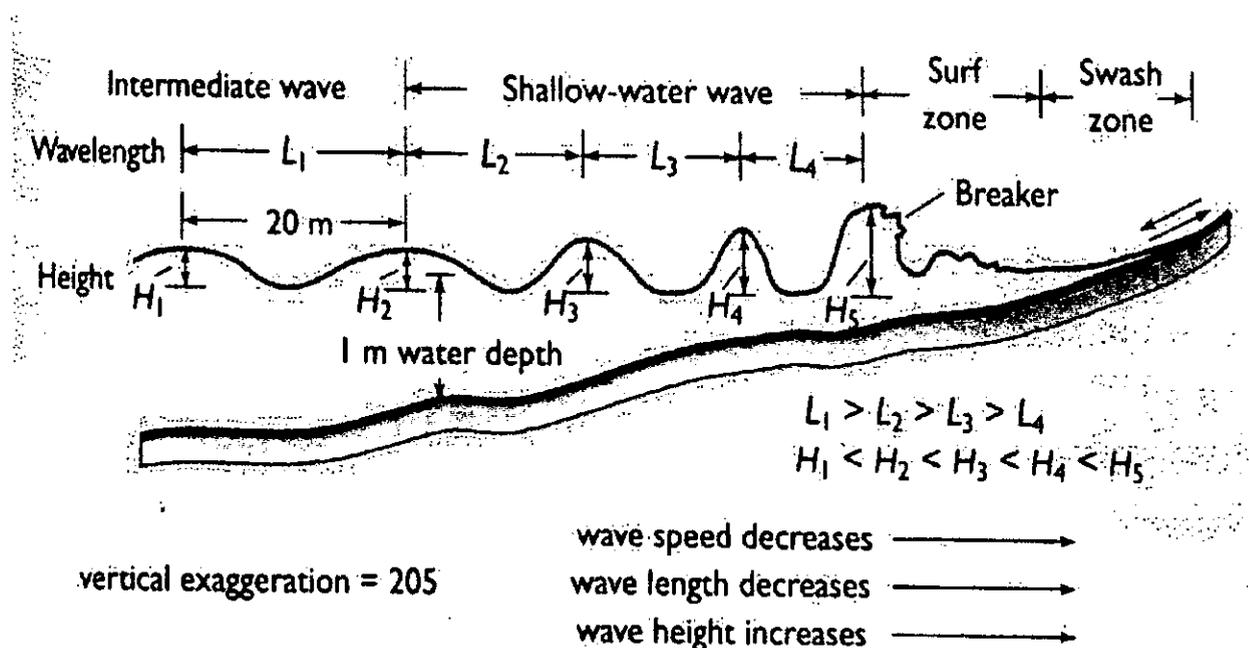


Figura-2, efeito da profundidade sobre as ondas.

2.3 Formas de interferência.

Uma forma de interferência produzida pela superposição de dois ou mais sistemas numa média que seria a soma algébrica da perturbação de cada onda será produzida, talvez uma larga ou pequena depressão ou crista, dependendo do tempo as perturbações individuais encontram-se dentro ou fora da fase. Se vagas são movidas distantes de duas áreas de tempestade tem-se interferência destrutiva, construtiva ou mesmo mistura dos dois.

Interferência construtiva ocorre quando as fileiras de ondas com alguns comprimentos de onda vem em fase, crista por crista e depressão por depressão, somando as perturbações que resultariam da onda individualmente, observa-se que a forma de interferência produzida será uma onda com

qualquer comprimento, igualmente que dois sistemas de ondas se convergindo com uma altura de onda que é igual para a soma de alturas de ondas do original sistema de ondas(Thurman,1990).

Interferência destrutiva ocorre quando a crista que foi produzida por ondas de uma zona de geração coincide com as depressões produzidas por ondas da segunda zona de geração, se as ondas tiverem características identificadas a soma algébrica da crista mais a depressão é zero e o oceano desenvolve uma superfície calma, do mesmo modo os sistemas de onda cancelam cada qual, isto é mais provável que os dois sistemas de ondas possessivas de diferentes alturas e comprimentos vem junto com as duas interferências (Pinet,1998).

Interferência mista ocorre quando uma sequência de ondas altas seguida por uma sequência de ondas baixas e outra onda irregular, formas de distribuição observadas do mesmo modo que as vagas aproximando-se das margens dos continentes(James,1955).

2.4 Ondas de erosão

Como as ondas concentram sua energia nos cabos a erosão ocorre e a linha costeira se afasta, a praia em estudo se encontra na baía onde teoricamente ha dispersão da energia, tendo em consideração a topografia não uniforme da praia da costa do sol, existem ao longo da mesma zonas salientes onde existe relativamente concentração de energia e zonas reentrantes onde efectivamente existe dispersão da energia. Não havendo alteração na elevação das massas de terra para a superfície oceânica, as partes salientes vão continuar a retirar-se e os bancos vão se alargar e os materiais de erosão serão transportados das zonas altamente energéticas e depositadas nas áreas de baixa energia (Viles&Spencer,1995), nomeadamente praia como mostra a figura-3. também a erosão ocorre e a linha costeira se afasta. As linhas ortogonais podem ser vistas a convergir nas partes salientes dos cabos para o oceano e divergindo em baías indicando que nelas existe uma concentração de energia soltada em direcção aos cabos enquanto a energia soltada nas baías é dispersa. Contudo durante os raros períodos em que as ondas de tempestade batem na costa a erosão ocorre em toda praia em um dia mais do que pode ser executada pelas condições de ondas médias num período de anos

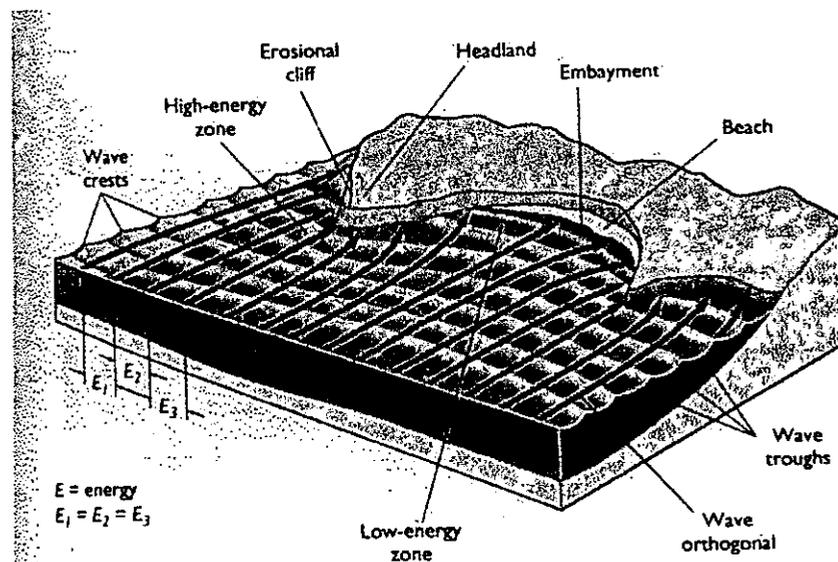


Figura-3, efeito da refração, formação de praias.

(Thurman, 1990). Em seguida se apresentam certas variáveis que determinam a taxa de erosão: uma das variáveis mais importantes é o grau de exposição de uma região costeira para o oceano aberto, costas que estão completamente salientes sofrem a acção das ondas altamente energéticas e considera-se que possuem provavelmente contornos bastante irregulares segundo (Thurman, 1990), não é o caso da costa do sol ; o alcance das marés é uma

variável importante que afecta a quantidade das ondas de erosão, dada uma mesma quantidade da energia das ondas numa região com um pequeno alcance de marés sofrerá erosão mais rapidamente do que aquela com um grande alcance de marés que permite a energia da onda se espalhar mais pela margem (praia); a composição da base das rochas costeiras também é bastante significativa, pois as rochas relativamente resistentes geralmente produzem uma topografia da linha costeira relativamente irregular enquanto que as rochas sedimentares são mais facilmente erosivas e uma topografia mais suave associada com os depósitos de praia é criada.

A praia da costa do sol sem considerar as consequências da taxa de erosão segue a mesma via de desenvolvimento como todas as regiões costeiras, tomando em consideração que quando as vagas se se rebentam tem um grande poder destruidor (erosivo), são visíveis árvores com raízes completamente expostas, murros de protecção costeira quebrados, alguns locais em que durante a praia mar as águas atingem as extremidades da avenida marginal, ao mesmo tempo produz em outros locais montes de areia, na praia em estudo são visíveis dunas com alguns metros de altura. São em seguida apresentam algumas fotos que retractam o aspecto actual da praia da Costa do sol.

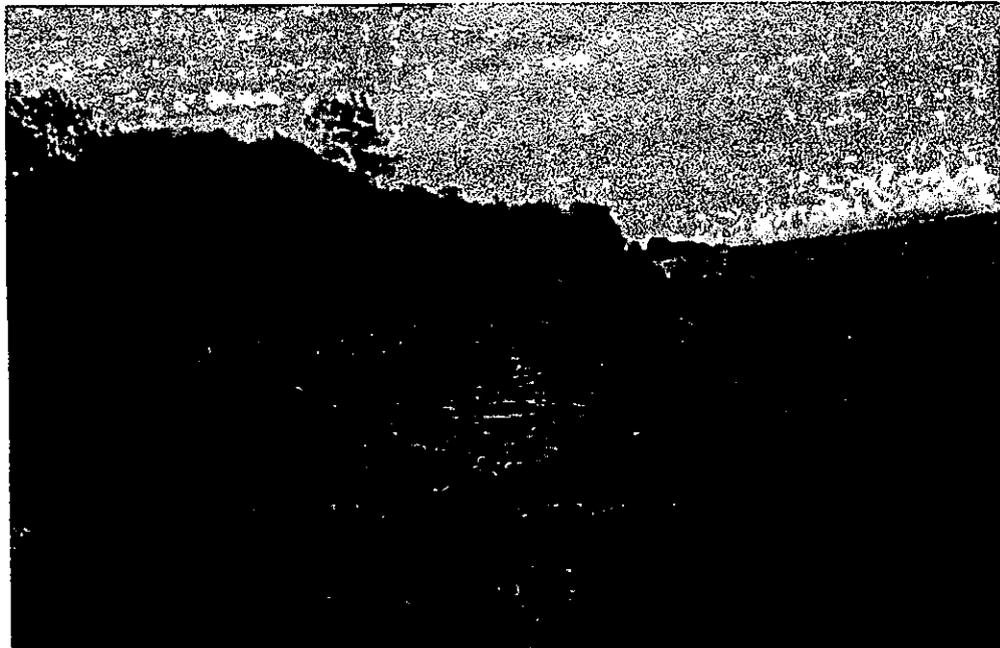


Foto-1, duna de areia com alguns metros de altura.

A foto-1 apresenta uma amostra das várias dunas existentes ao longo da praia da costa do sol em perigo de extinção devido a erosão por falta de manutenção.



Foto-2, raízes expostas devido ao efeito de erosão

A foto-2 é uma amostra de maior parte das árvores que se encontram na praia da costa do sol, também mostram que as dunas desapareceram por completo, como se pode ver o início do caule esta a uma altura acima do actual solo, sinal que no passado as raízes estavam cobertas de terra que já desapareceu devido a erosão que ocorre ao longo da praia.



Foto-3, raízes expostas e esgotos destruídos

A foto-3 acima mostra também como o nível de erosão tem vindo a preocupar a humanidade, e são vistas raízes expostas, terminais de esgotos destruídos, e faz-se apresentar ao fundo pedras usadas para proteger a praia que em contra partida tira o ambiente natural que a praia de areia oferece.



Foto-4, desaparecimento completo da duna de areia.

Esta foto-4, mostra também uma das zonas da praia em que em a erosão está muito acelerada.

2.5. Efeitos da Barreira artificial.

Tendo em conta que a praia está sujeita a deslocações produzidas principalmente pela incidência obliqua da vaga, na maioria dos casos ha equilíbrio entre as deslocações nos dois sentidos e as praias são estáveis segundo (Machado, 1979), na área em estudo existe uma barreira costeira a qual

Ondas e erosão costeira na praia da Costa do Sol

cria grande desequilíbrio ao longo da praia. Esta resulta na atenuação de sedimentos no seu lado sudoeste, consequentemente acumulação de areia, enquanto isto acontece, no seu lado nordeste a erosão ocorre numa taxa alarmante, que se podem observar nas figuras a seguir.



Foto-5, acumulação de areia no lado sudoeste do murro de protecção costeira



Foto-6, erosão alarmante no lado nordeste do mesmo murro de protecção costeira

CAPITULO III

3. Metodologia e material.

Para levar a cabo os objectivos traçados nesta tese foi usado o material que a seguir se apresenta:

- Marégrafo de alta resolução.
- Anemómetro.
- Computador, impressora a cores e scanner.
- Máquina fotográfica.
- GPS.

Para fazer o estudo das ondas e a erosão na praia da costa do sol foi necessário ir ao local, escolher um ponto fixo o qual na baixa mar a água tivesse uma altura próxima ao diâmetro do maregrafo de modo que este na forma horizontal logo à prior se mantivesse submerso, com auxílio do GPS determinou-se as coordenadas geográficas do local que foram 25^o55,895'S de Latitude e 32^o38,115'E de Longitude. Para além disso foi necessário estar diariamente em contacto com os serviços Meteorológicos de modo a obter informação sobre a previsão de ocorrência de ventos relativamente fortes o que permitiria ao marégrafo fazer medição de ondas com grandes alturas. De cada vez que se colocava o marégrafo no local era programado de modo a fazer medições durante 24 horas, numa sequência de dois dias. Em cada 10 minutos faziam-se 1024 leituras em intervalos consecutivos de 0.16 segundos totalizando 2.73 minutos de registo, enquanto isto com o anemómetro manual ia-se registando a velocidade máxima do vento em cada 10 minutos durante o dia, por razões de segurança à noite não foram feitos registos locais de vento, tendo-se usado dados registados nos serviços meteorológicos.

De entre os vários métodos por razões de eficiência na medição das ondas optou-se pelo método de marégrafo cujo consiste de um sensor de pressão que é ancorado no fundo marinho, a passagem das ondas é indicada por variações na pressão da água. Alta pressão corresponde a uma crista e baixa pressão corresponde a um vale da onda que passa sobre o sensor, e estas variações são registadas e armazenadas para análises posteriores. A foto mostra a ancoragem do marégrafo de precisão.

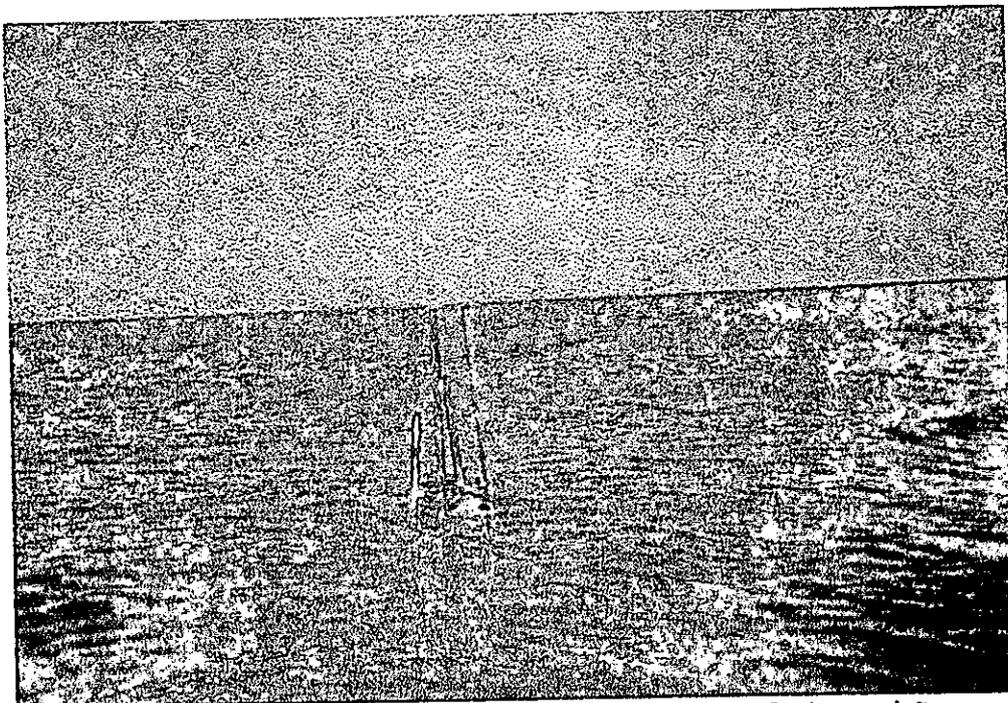


Foto-7, ancoragem do marégrafo de precisão

3.1 Processamento dos dados

Para o processamento dos dados registados pelo marégrafo foi necessário conectar o marégrafo ao computador de tipo PC de modo a extrai-los e prosseguir com o tratamento. Para o efeito na fase preliminar foi feita limpeza aos dados que em seguida foi feita a transformação da pressão colectada em alturas com ajuda da programação feita em MatLab, também na mesma linguagem de programação foram feitos programas que permitiram a visualização dos espectros que apresentam ondas em cada caso registado. Partindo dos espectros já criados foi feita uma contagem dos picos aleatórios, e por via de métodos estatísticos que se fazem referencia ao longo deste trabalho foram constituídos histogramas de distribuições de frequências. Nesses histogramas a base de cada um representa a amplitude da onda e a altura representa o número de observações por amplitude, e curvas de densidade de probabilidade de ocorrência que acompanham o histograma também são apresentadas as probabilidades em percentagem.

Para o tratamento dos dados foram usadas as distribuições e formulas que se seguem:

3.2 Distribuição normal

É a mais importante distribuição de probabilidade sendo aplicada em inúmeros fenómenos e utilizada para o desenvolvimento teórico da estatística, também conhecida como distribuição de Gauss (Lipschutz, Murteira, 1976,1990).

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

onde x é uma variável aleatória continua neste caso é a amplitude da onda.

Média de distribuição

com a medida de posição, ou média aritmética pela sua facilidade de uso (Meyer,1983) e neste calculo pois trata-se de valores com mesmo peso cuja expressão matemática é

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

onde μ é o valor médio do elemento x_i e n é o numero total de observações, i é o indice.

Variância

Sendo a medida de posição, a média inicialmente calcula-se a variância como medida de dispersão mais utilizada seja pela sua facilidade de compreensão (Fonseca,1996), cuja é expressa,

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 \quad (3)$$

Desvio Padrão

Esta é outra medida de dispersão que consiste na sua raiz quadrática positiva chamada desvio padrão o que terá a mesma unidade dos dados originais

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (4)$$

3.3 Distribuição de Rayleigh

Esta distribuição foi usada pela primeira vez para achar a amplitude média das ondas das ondas aleatórias (Ochi,1998).

$$F(A) = \frac{2A}{R} e^{-A^2/R} \quad 0 \leq A \leq \infty \quad (5)$$

R é o parâmetro de distribuição, e A é a amplitude observada, e obtida pela seguinte expressão

$$R = \frac{1}{n} \sum x_i^2 \quad (6)$$

onde n também é o numero de observações, e x_i é o valor observado.

3.4 Regressão linear

Esta serve para ajustar a tendência da razão de vários dados por via de uma constante

$$Y = mx + b \quad (7)$$

onde y pertence a um grupo valores, neste caso, alturas significativas das ondas, e x , pertence a outro grupo de valores que neste caso corresponde a razão do quadrado da velocidade pela aceleração de gravidade; m corresponde ao valor que se pretende calcular pela regressão linear; b é uma constante de translação, que não tem relevância para o estudo.

3.5 Altura significativa

Algoritmo desenvolvido que relaciona a velocidade do vento local e a altura significativa da onda.

$$H_s = c \frac{W^2}{g} \quad (8)$$

Também foi usada a dependência linear da altura significativa da onda e a velocidade do vento dada pela seguinte equação

$$H_s = c_1 W \quad (9)$$

onde H_s - altura significativa da onda; W -velocidade do vento local; g -aceleração de gravidade
 c - constante que foi calculada pelo método de regressão linear entre os diferentes ventos medidos e as diferentes alturas significativas correspondentes. Desenvolvido o algoritmo obteve-se as da alturas significativas e calculou-se as energias correspondentes pela formula seguinte:

3.6 Energia

Desenvolvido o algoritmo obteve-se as alturas significativas e calculou-se as energias correspondentes pela formula seguinte:

$$E = \frac{1}{2} \rho g H_s^2 \quad (10)$$

onde E - energia da onda; $\rho = 1030$ -densidade da água.

As seguintes formulas dão a possibilidade de calcular as alturas significativas das ondas usadas na regressão linear (Ochi, 1998),

$$H_s = 1.42 \sqrt{R} \quad (11.1)$$

$$H_s = 4.01 \sqrt{\sigma^2} \quad (11.2)$$

CAPITULO-IV RESULTADOS

4.1 Alturas observadas

Procedeu-se para o efeito a um estudo estatístico dos valores de que se dispunha partindo do principio geralmente aceite, de que os valores da quantidade de dados das amplitudes que se foram

registando são estatisticamente independentes entre si e normalmente distribuídos assim serão tomados como amostra um número de dados quais não se apresentam destorcidos para uma análise concisa (figuras-8,9), contudo serão mostrados alguns exemplos de espectro de ondas destorcidos que foram postos de parte por não favorecerem a uma contagem concisa (figuras-6,7).

Dos 134 casos registados e visualizados sob forma de espectro acima da metade apareceram destorcidos não permitindo assim uma análise concisa, estes foram imediatamente postos à parte, e para os casos apurados a partir do método de contagem foram feitas distribuições de frequência das amplitudes sub forma de histogramas foram associadas a curvas de densidade de distribuição normal e de rayleigh onde antes os dados foram testados para ambas distribuições e constatou-se que a maior parte obedeceu a distribuição normal e parte a distribuição de rayleigh, viu se que tanto uma como outra obedeceram a distribuição das ondas em estudo. Os cálculos apresentados foram feitos na base da distribuição normal devido a sua simplicidade e fácil manuseamento e também por ser mais recomendada pela literatura. A altura das ondas mais frequentes variou entre 8 e 16 centímetros na ordem de 60% das ocorrências de ondas. Não foi possível determinar o período e a frequência da onda porque o aparelho usado não tinha resolução suficiente.

4.2 Algoritmo altura/vento

Foram desenvolvidos dois algoritmos que relacionam a altura significativa das ondas na costa do sol e o vento através da regressão linear. A primeira relaciona a altura significativa da onda e a velocidade do vento local e a constante de regressão obtida foi 0.024, a segunda relaciona a altura significativa com o quadrado da velocidade do vento pela aceleração de gravidade, e constante de regressão obtida foi 0.013. Foram construídos gráficos que relacionam as alturas significativas observadas com as alturas calculadas a partir dos dois algoritmo. Os resultados obtidos da dependência linear são mais próximos dos observados, e na dependência quadrática os resultados estão transladados pelo que foram acrescidos a um coeficiente de 0.1 de modo a se obter uma boa aproximação. O coeficiente de correlação entre da altura observada e altura da dependência quadrática da velocidade do vento foi cerca de $r^2=0.88$, e o coeficiente para o caso entre a altura observada e a altura da dependência linear do vento foi de $r^2=0.86$.

4.3 Energia das ondas

Foi calculada a energia das ondas que se dissipam na costa a partir da formula nº 10. Os resultados obtidos variam de 150 à 429 Joules (tabela-1)

A seguir são apresentadas tabela, e os graficos que relacionam a altura significativa com as alturas calculadas.

Tabela-1, tabela de alturas significativas observadas e calculadas a partir das relações com o vento, e energias.

W (m/s)	H _s (m)	H _s =c ₁ W (m)	H _s =c(W ² /g) (m)	E (J)
6.70	.175	.161	.159	150
7.77	.2094	.186	.180	214
8.33	.1981	.199	.192	192
8.80	.1846	.211	.202	167
9.20	.2422	.220	.212	287
9.70	.2511	.232	.224	309
10.05	.2392	.241	.233	280
10.80	.2742	.259	.254	368
10.90	.2646	.261	.257	343
11.6	.2958	.278	.278	429

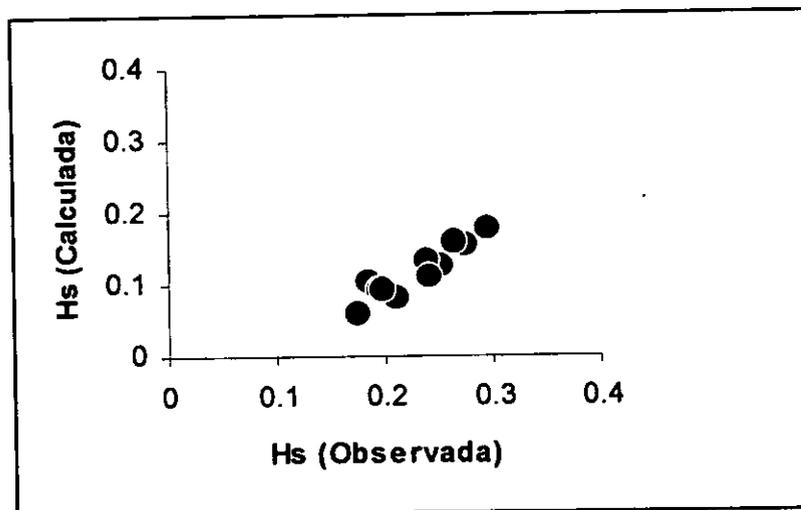


Figura-4, Grafico-1, relação entre altura significativa observada e altura significativa calculada em metros a partir da dependência quadrática da velocidade do vento local pela aceleração de gravidade.

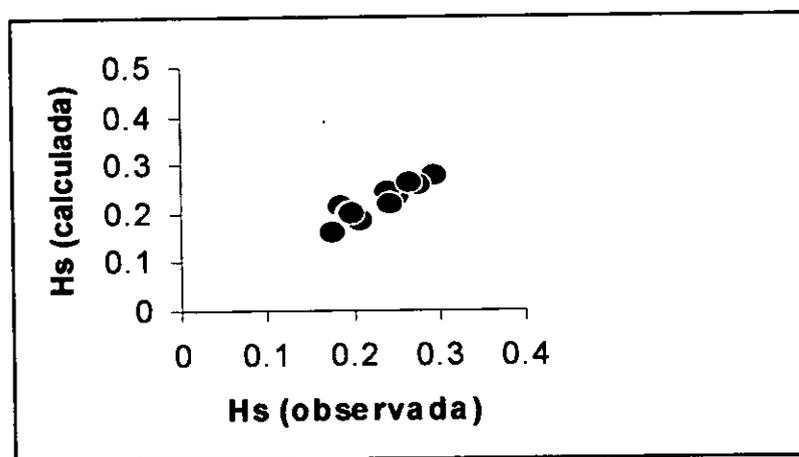


Figura-5, Grafico-2, relação entre altura significativa da onda observada e altura significativa da onda calculada em metros a partir da dependência linear da velocidade do vento local.

A seguir são apresentados alguns exemplos de espectros distorcidos que não foram incluídos no processamento, e espectros apurados que foram usado no processamento dos dados, também são apresentados histogramas acompanhados de curvas de distribuição normal e de Rayleigh, resultantes da contagem das amplitudes nos espectros apurados.

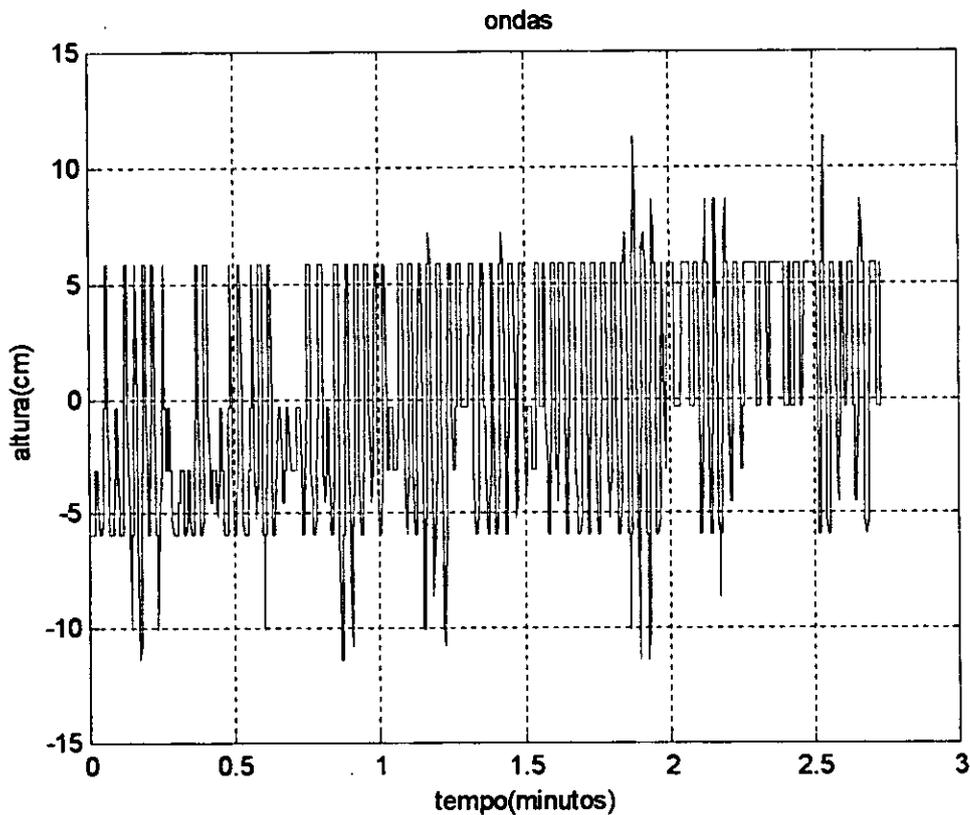


Figura-6, espectro destorcido de ondas

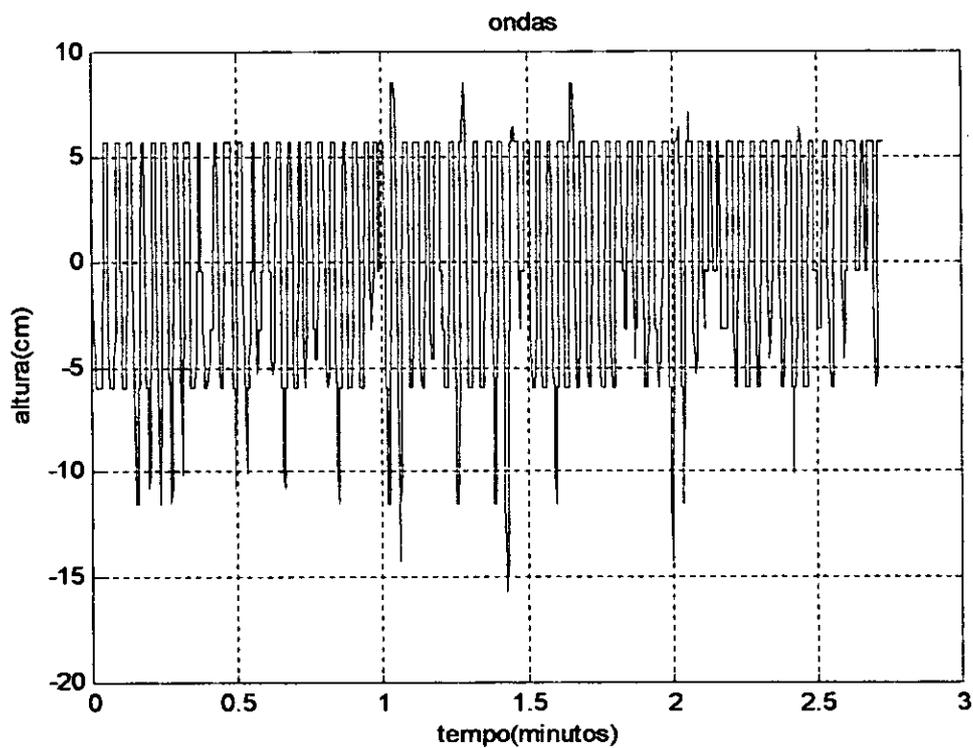


Figura-7, outro exemplo de espectros destorcidos.

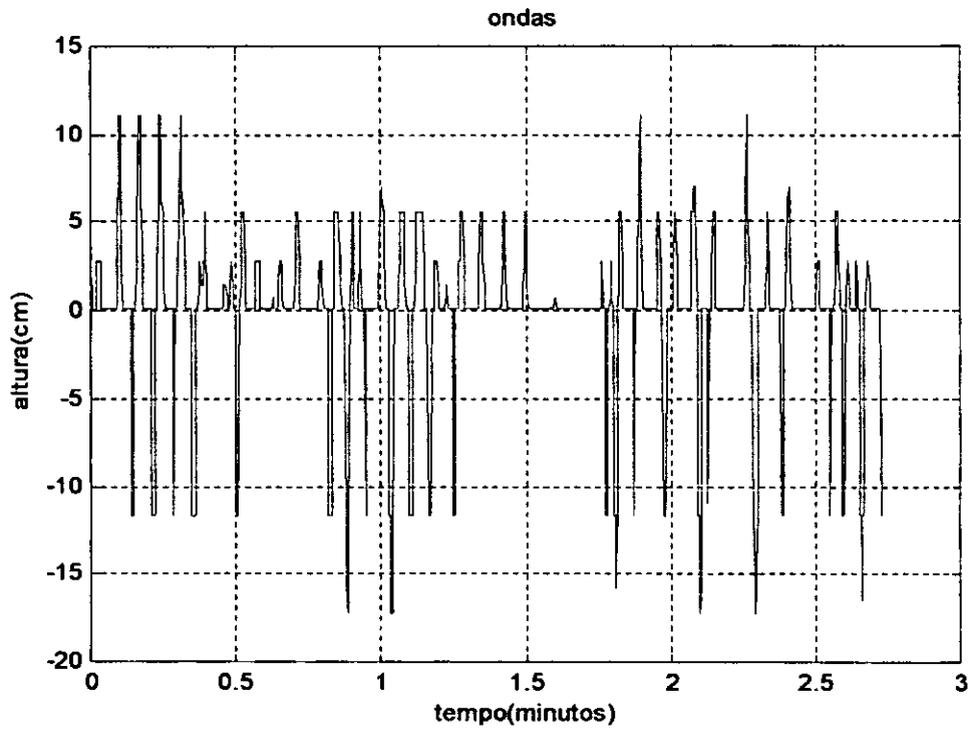
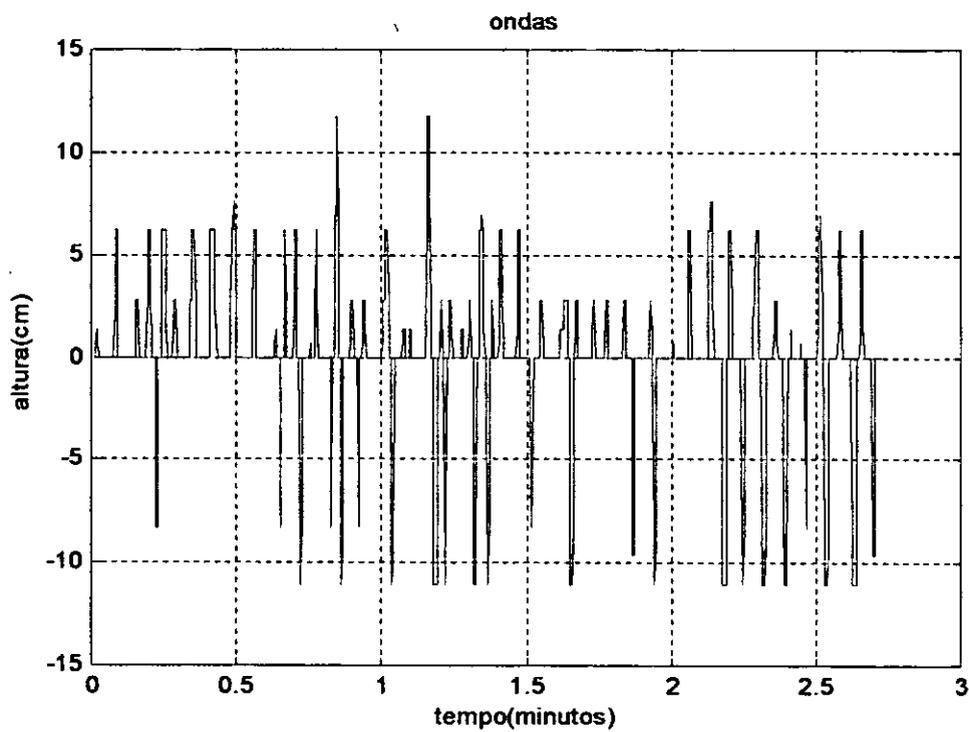


Figura-8, exemplo de espectros apurados



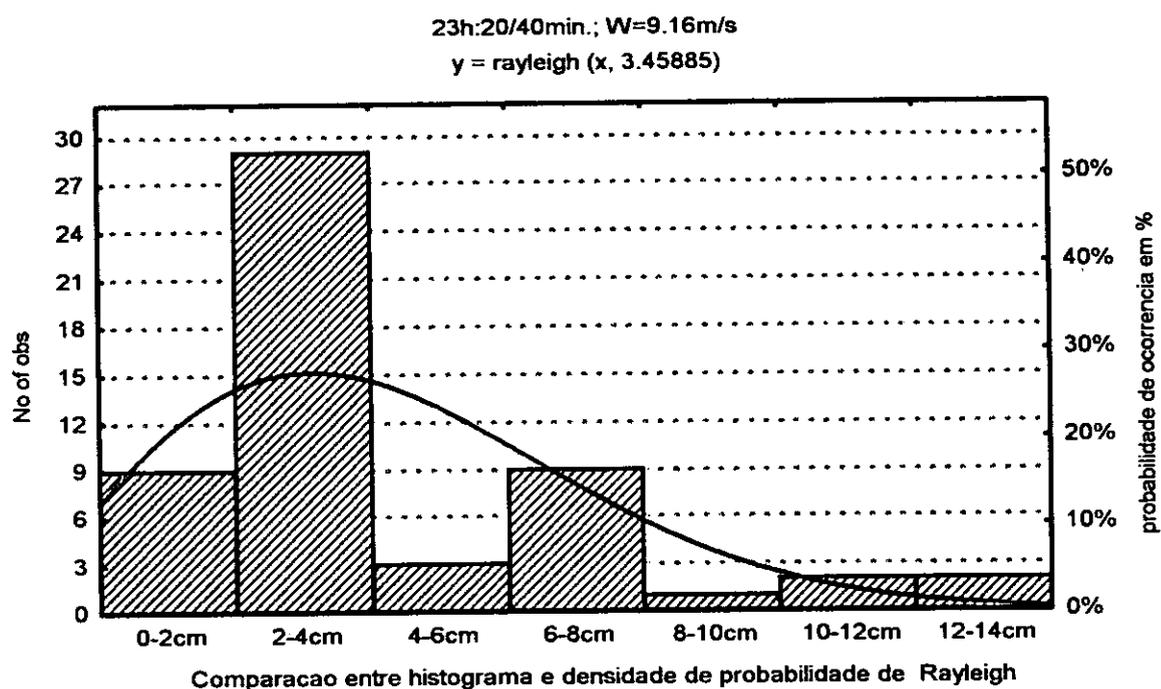
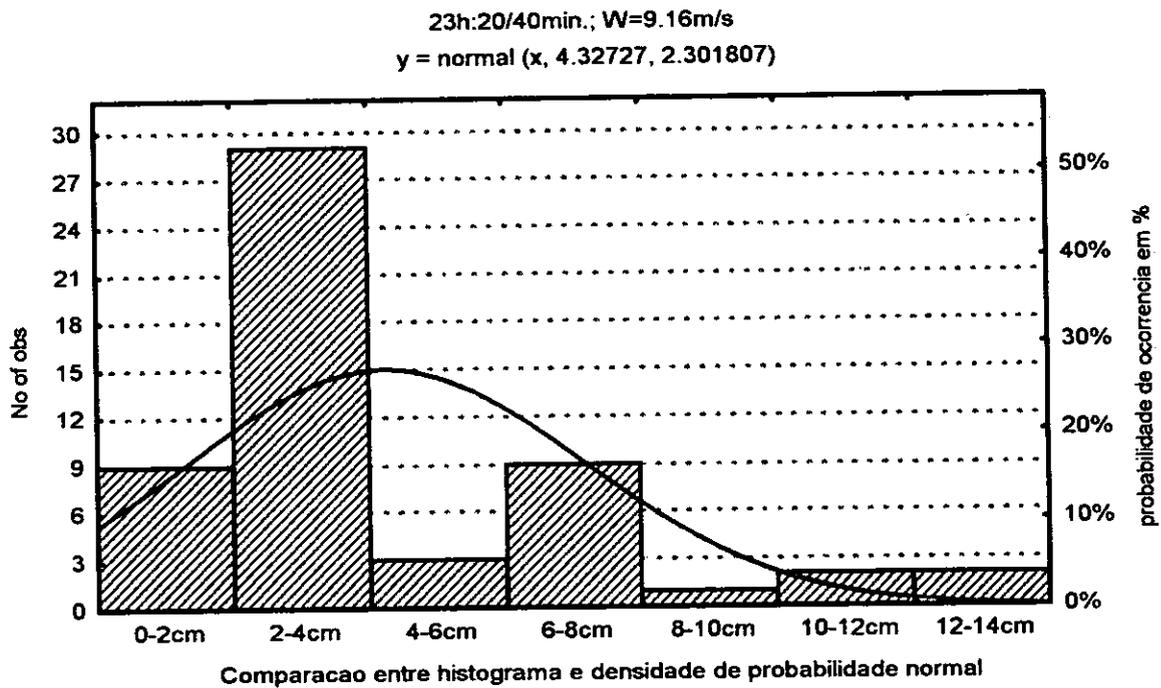


Figura-10, graficos-1a,1b

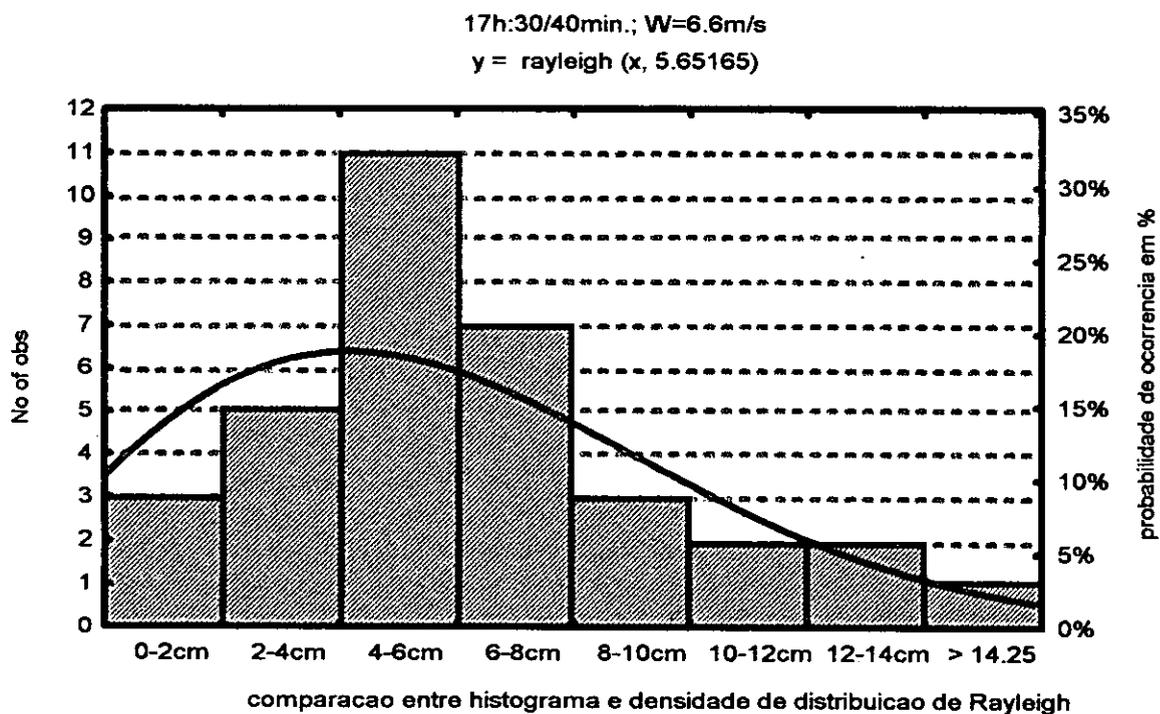
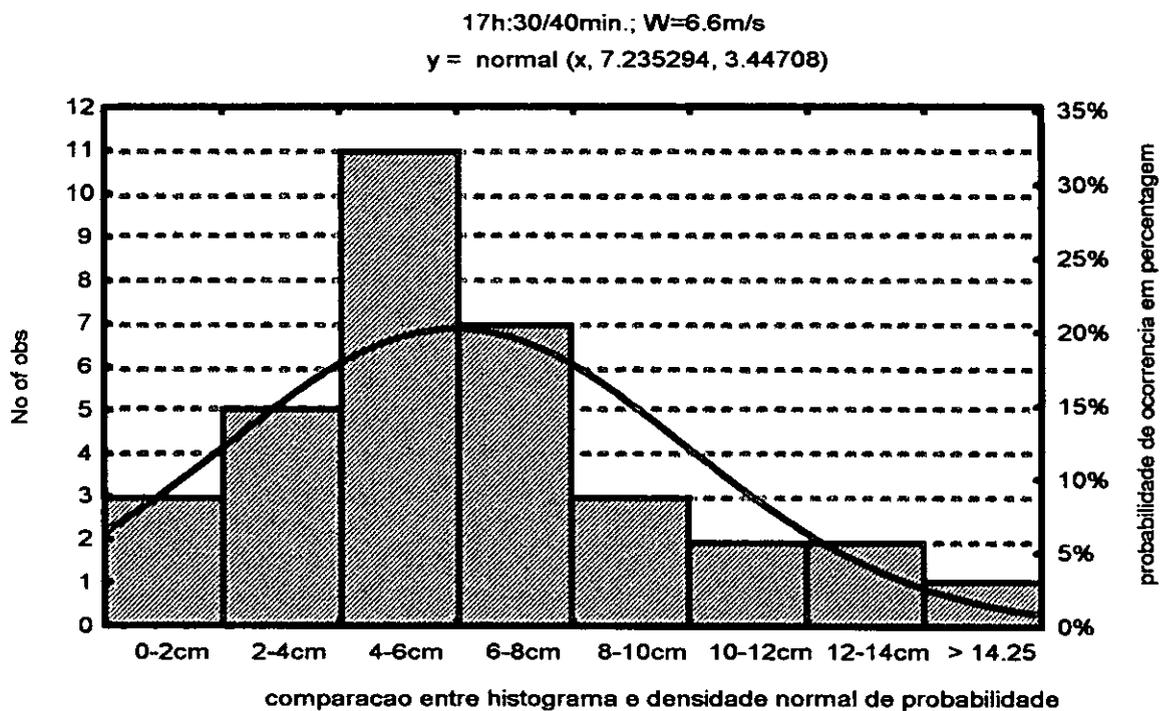


Figura-11, grafico-2a,2b

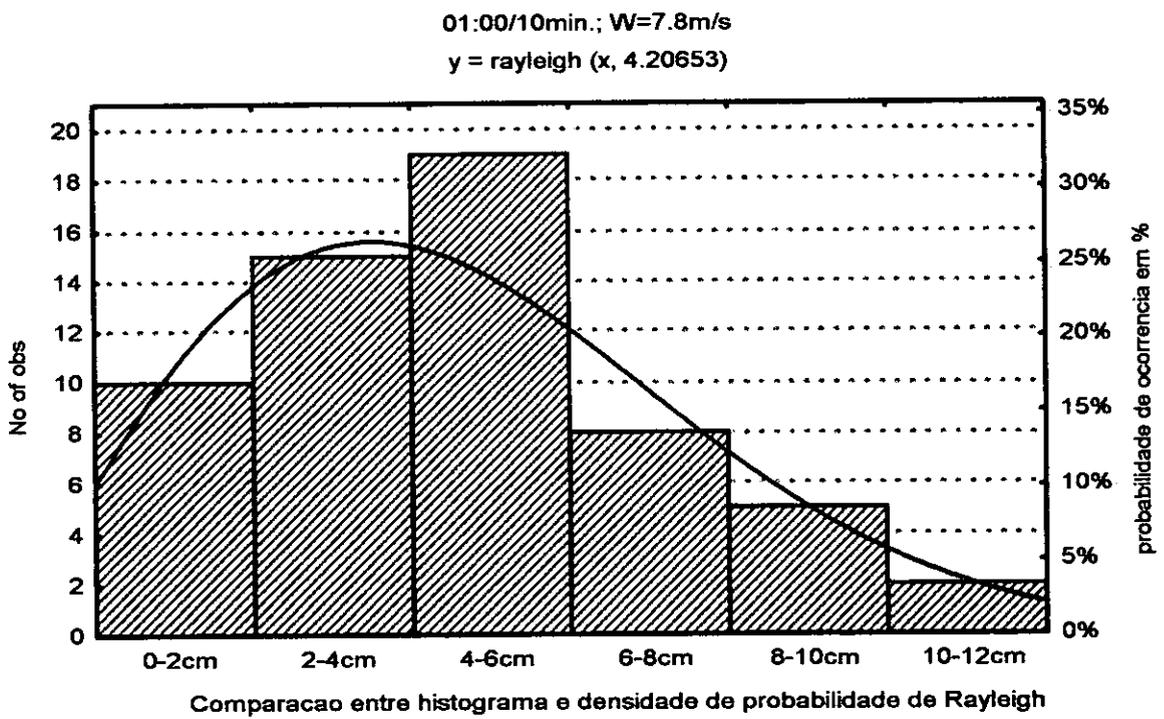
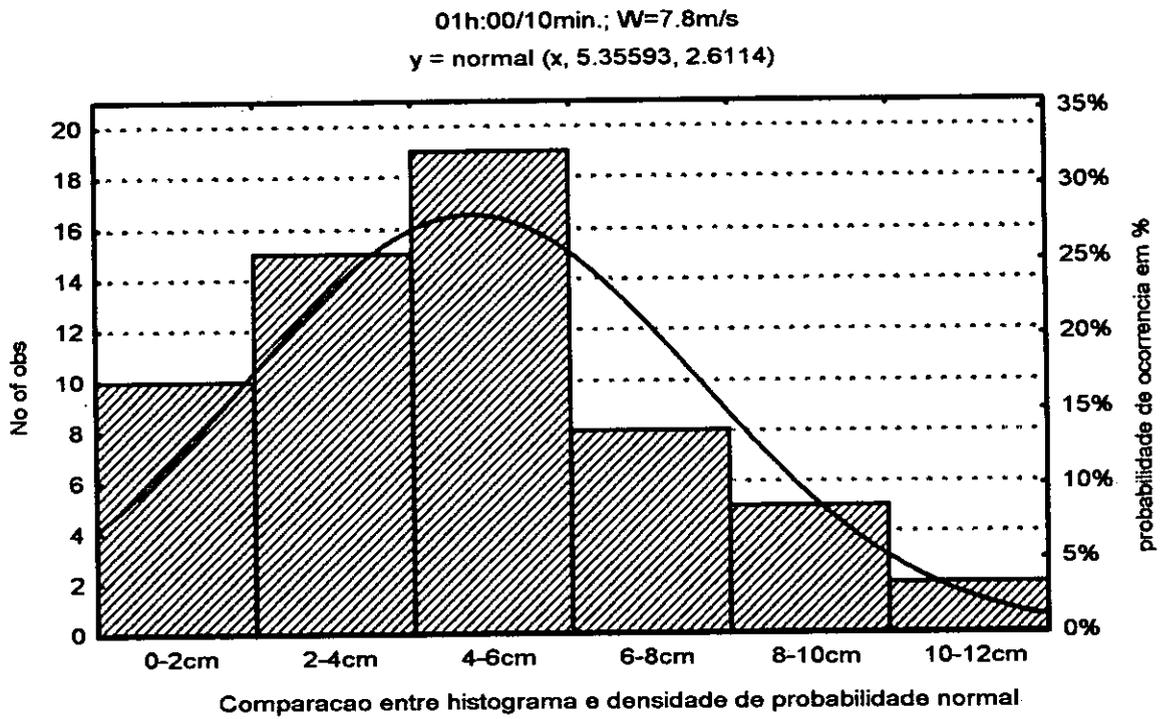


Figura-12, grafico-3a,3b

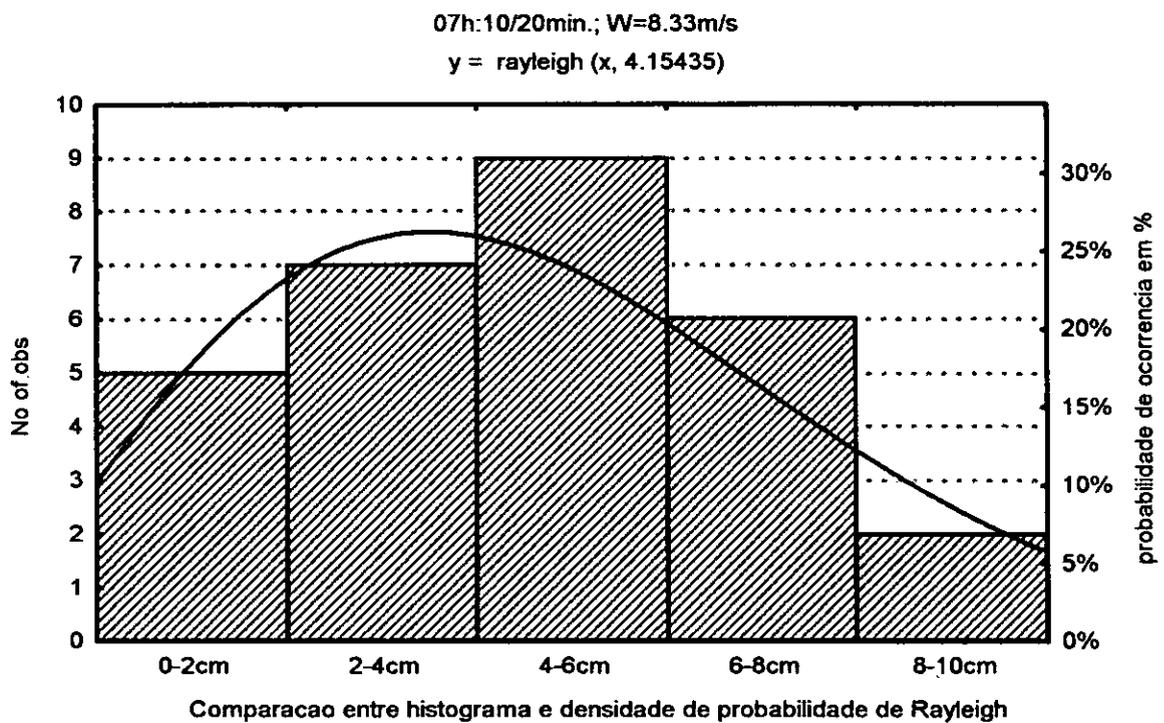
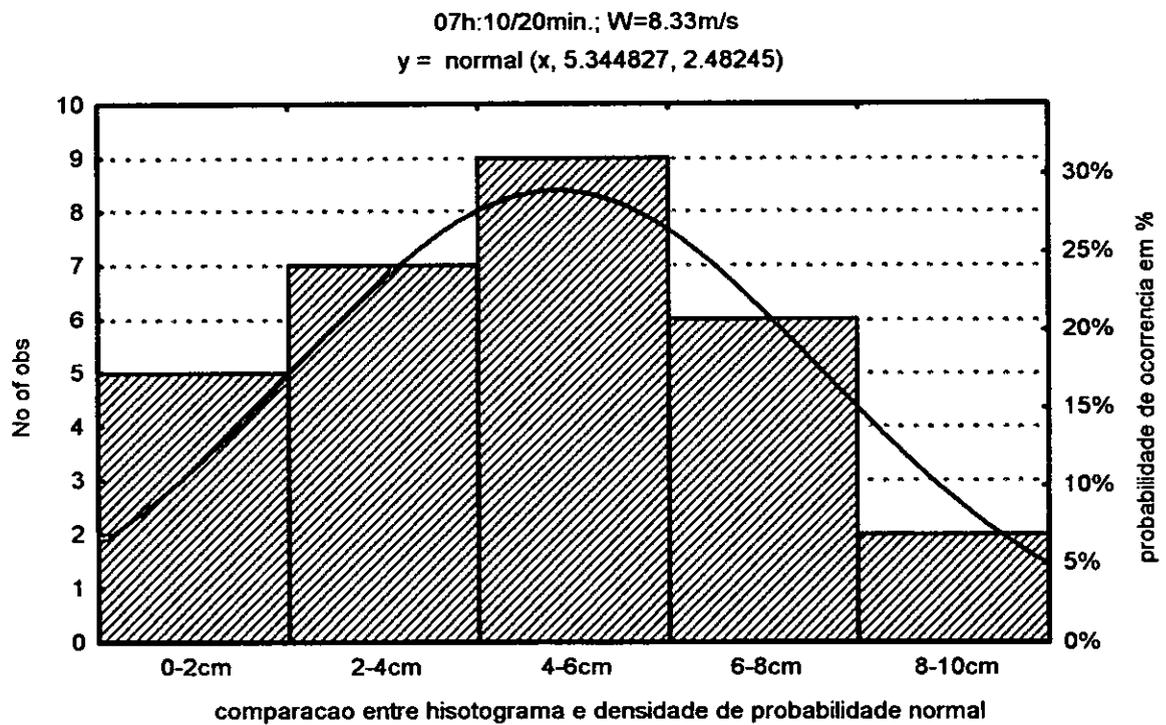


Figura-13, grafico-4a,4b

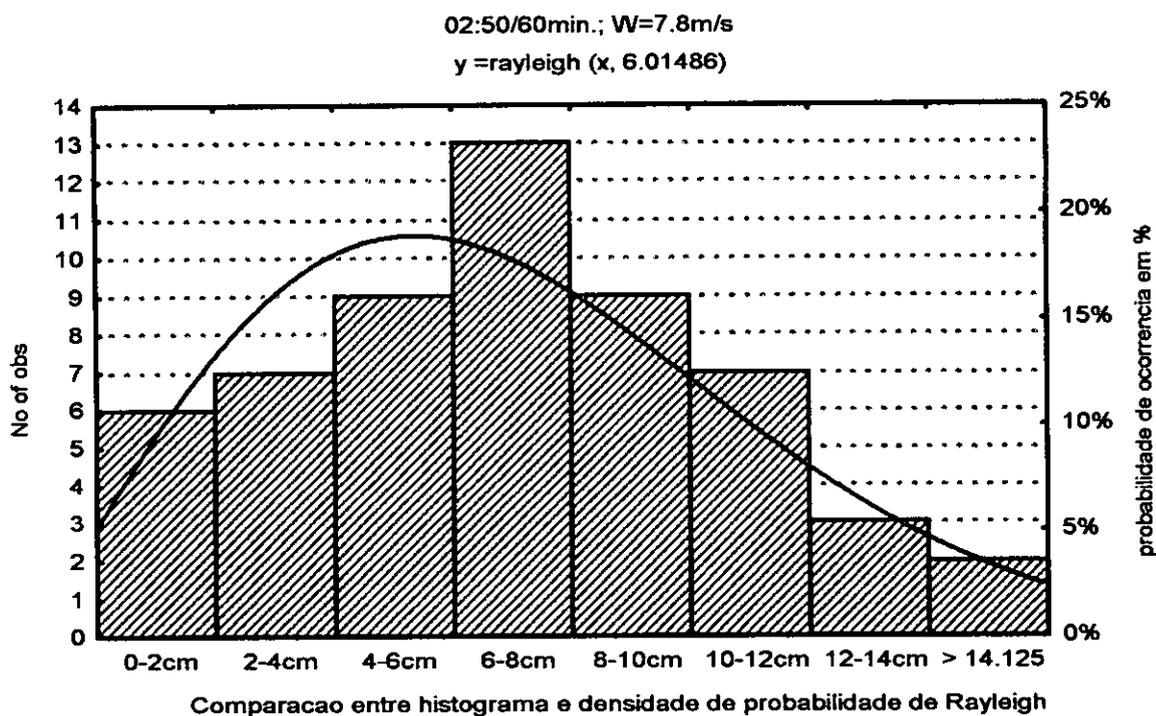
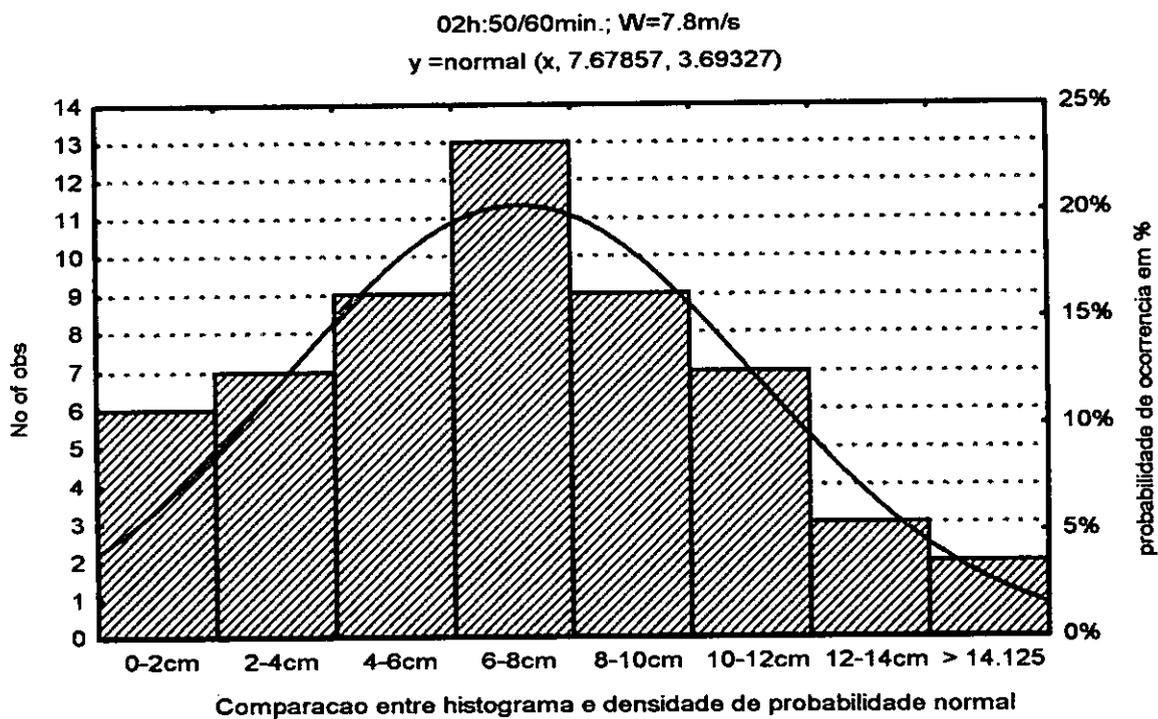


Figura-14, grafico-5a,5b

A seguir são apresentadas tabelas com base nos histogramas apresentados, em que a primeira as médias, variâncias e desvios padrão correspondentes aos gráficos. As restantes apresentam as probabilidades das amplitudes ocorridas, e as probabilidades esperadas em cada intervalo de amplitude e valores acumulados de ambas probabilidades, apresentados em percentagem.

Tabela-2 : ESTATISTICA DESCRITIVA

Valid N	Média	Variância	Desvio P.	Mínimo	Máximo	Range
56	4.857143	8.961039	2.993499	1.000000	14.0000	13.00000
35	6.942857	11.76134	3.429482	1.000000	16.00000	15.00000
59	5.355932	6.819404	2.611399	1.000000	12.00000	11.00000
29	5.344828	6.162562	2.482451	1.000000	10.00000	9.000000
56	7.678571	13.64026	3.693272	1.000000	16.00000	15.00000

Tabela -3: Grafico 1a

Intervalo da amplit.	Observ.	probabilide ocor. em %	probab.ocor. acumul%	probabilidade esperada%	probabilid esperada acum
-2.000 < x <= 0.0000	0	0.00000	0.0000	5.23414	5.23414
0.0000 < x <= 2.0000	9	16.07143	16.0714	11.75868	16.99282
2.0000 < x <= 4.0000	29	51.78571	67.8571	21.73827	38.73109
4.0000 < x <= 6.0000	3	5.35714	73.2143	26.13767	64.86876
6.0000 < x <= 8.0000	10	17.85714	91.0714	20.44290	85.31166
8.0000 < x <= 10.000	1	1.78571	92.8571	10.39859	95.71025
10.000 < x <= 12.000	2	3.57143	96.4286	3.43840	99.14865
12.000 < x <= 14.000	2	3.57143	100.0000	.73854	99.88718

Tabela -4: Gráfico 2a

Intervalo da amplit.	Observ.	probabilide ocor. em %	probab.ocor. acumul%	probabilidade esperada%	probabilidade esperada acum
0.0000 < x <= 2.0000	3	8.8235	8.8235	6.44111	6.44111
2.0000 < x <= 4.0000	5	14.7059	23.5294	10.95669	17.39781
4.0000 < x <= 6.0000	11	32.3529	55.8824	18.60590	36.00371
6.0000 < x <= 8.0000	7	20.5882	76.4706	22.77444	58.77814
8.0000 < x <= 10.000	3	8.8235	85.2941	20.09545	78.87360
10.000 < x <= 12.000	2	5.8824	91.1765	12.78157	91.65517
12.000 < x <= 14.000	2	5.8824	97.0588	5.85930	97.51447
14.000 < x <= 16.000	1	2.9412	100.0000	1.93545	99.44992

Tabela -5: Gráfico 3a

Intervalo da amplit.	Observ.	probabilide ocor. em %	probab.ocor. acumul%	probabilidade esperada%	probabilidade esperada acum
-2.000 < x <= 0.0000	0	0.00000	0.0000	2.01343	2.01343
0.0000 < x <= 2.0000	10	16.94915	16.9492	7.92427	9.93771
2.0000 < x <= 4.0000	15	25.42373	42.3729	20.24210	30.17981
4.0000 < x <= 6.0000	19	32.20339	74.5763	29.56074	59.74055
6.0000 < x <= 8.0000	8	13.55932	88.1356	24.69475	84.43529
8.0000 < x <= 10.000	5	8.47458	96.6102	11.79766	96.23295

Tabela -6: Grafico 4a

<u>Intervalo da amplit.</u>	<u>Observ.</u>	probabilide ocor. em %	probab.ocor. acumul%	probabilidade esperada%	probabilidade esperada acum
0.0000 < x <= 2.0000	5	17.2414	17.2414	8.89274	8.89274
2.0000 < x <= 4.0000	7	24.1379	41.3793	20.50735	29.40009
4.0000 < x <= 6.0000	9	31.0345	72.4138	31.00789	60.40798
6.0000 < x <= 8.0000	6	20.6897	93.1034	25.35153	85.75952
8.0000 < x <= 10.000	2	6.8966	100.0000	11.20245	96.96196

Tabela -7: Grafico 5a

<u>Intervalo da amplit.</u>	<u>Observ.</u>	probabilide ocor. em %	probab.ocor. acumul%	probabilidade esperada%	probabilidade esperada acum
-2.000 < x <= 0.0000	0	0.00000	0.0000	1.88055	1.88055
0.0000 < x <= 2.0000	6	10.71429	10.7143	4.32745	6.20800
2.0000 < x <= 4.0000	7	12.50000	23.2143	9.75403	15.96203
4.0000 < x <= 6.0000	9	16.07143	39.2857	16.51162	32.47365
6.0000 < x <= 8.0000	13	23.21429	62.5000	20.99400	53.46765
8.0000 < x <= 10.000	9	16.07143	78.5714	20.05036	73.51801
10.000 < x <= 12.000	7	12.50000	91.0714	14.38357	87.90159
12.000 < x <= 14.000	3	5.35714	96.4286	7.74995	95.65154
14.000 < x <= 16.000	2	3.57143	100.0000	3.13592	98.78746

CAPITULO-V

DISCUSSÃO

5.1 Alturas observadas

Devido a baixa resolução do aparelho não foi possível determinar o período e a frequência das ondas, e cerca da metade dos dados colhidos tinham má qualidade. Julga-se que o surgimento de tais casos deveu-se à baixa precisão do próprio aparelho, e também aventa-se a hipótese das ondas ao longo do seu percurso terem transportado material ou quaisquer resíduo diante dos sensores que momentaneamente pudessem inviabilizar quaisquer registo de pressão. Os ventos que ocorrem na baía frequentemente e nos dias de colecta de dados foram de 6.7m/s com um máximo de 11.6m/s ao que correspondem as alturas significativas de 0.175 e de 0.296 metros respectivamente (tabela-1). Estes valores são pequenos comparados com os observados no alto mar. Na Costa do Sol as ondas sofrem a acção do fundo do mar, é normal na praia a ocorrência de ondas com características completamente diferentes, em casos diferentes mas com mesma força de vento e em intervalo de tempo igual, enquanto que no alto mar onde é mais fundo as ondas não sofrem acção do fundo, e em geral os ventos são relativamente altos. Os ventos relativamente fortes na época do estudo ocorreram associados as frentes frias, e pela incerteza dos serviços meteorológicos não foi possível medição em nenhum dos poucos casos de ocorrência.

5.2 Algoritmos altura/vento

O algoritmo desenvolvido nesta tese corresponde as expectativas apesar de ter envolvido um processo bastante complicado devido a ocorrência aleatória das ondas e os ventos locais bastante fracos com um máximo e raro de 11.6m/s, com velocidades abaixo destas o algoritmo desenvolvido não é representativo para um espectro maior de ventos.

5.3 Energia dissipada

Devido a ocorrência frequente de ventos fracos na baía com velocidades abaixo de 10m/s, as alturas significativas das ondas estão na ordem de alguns centímetros e a energia dissipada por tais ondas é relativamente baixa entre 150 à 430 Joules por metro de costa e por segundo, para propósitos práticos seria comparável a energia gasta por duas lampadas de 75 watts em cada segundo ou mesmo a energia gasta na iluminação de uma casa por segundo, também é estimada por volta de 10

Dólares Americanos perdidos mensalmente por metro de costa. Seus efeitos não são notáveis logo à prior, mas que num período longo de dias ou anos os efeitos se fazem sentir bastante ao longo da praia como as fotos mostram, exceptuando o caso esporádico ocorrido entre 28 e 31 de janeiro de 1984, qual o vento uma velocidade de entre 20 à 25m/s ao que deu uma altura compreendida entre 0.63 à 0.92 metros ao que correspondia a uma energia de 1.949 à 4.15KJ por cada metro de costa, os efeitos foram visíveis logo a prior.

Para o estudo desenvolvido com ajuda dos gráficos que relacionam a velocidade do vento e a altura da onda pode se ver que a energia dissipada frequentemente na baía é relativamente baixa.

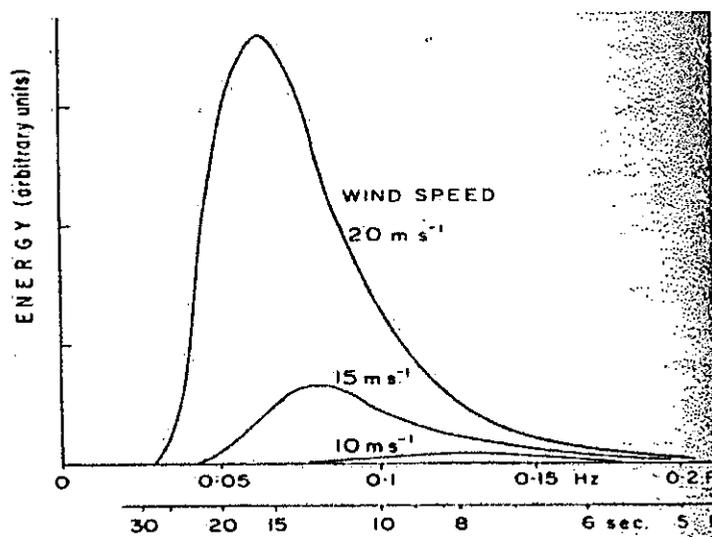


Figura-19, grafico de energia para os diferentes ventos

5.4 Medidas de Gestão

Ao longo da praia devido a falta de manutenção das dunas se encontram em perigo de extinção, visto que a cobertura vegetal permite a coesão da areia porque também a acção do vento contribui na remoção da areia e quando a precipitação excede o poder de infiltração sobre as dunas a erosão ocorre numa forma bastante acelerada. É necessário plantar ervas, arbustos e árvores com um crescimento rápido ao longo da praia como forma de cobrir a areia da acção dos ventos e para que haja coesão na areia, ou mesmo por uma cobertura morta que é de custo relativamente barato. Não é aconselhável o uso de pedras para a protecção de praias, pois para além de ser caro tira o ambiente natural que as praias de areia proporcionam.

CAPÍTULO-VI

6.1 CONCLUSÃO

Nesta tese conclui-se de acordo com os objectivos traçados embora tenha sido um trabalho árduo, que os resultados obtidos e o algoritmo desenvolvido são bem comparáveis aos estabelecidos na literatura, embora nesses estudos tenha-se considerado ventos bastante fortes e em mares abertos, portanto sem influencia do fundo se obtiveram alturas em metros de certa forma elevadas em que os seus valores mínimos são superiores as alturas máximas obtidas nesta tese, contudo pode se considerar que o princípio Físico e o tratamento estatístico aqui explicados são válidos.

Foi possível também observar que as ondas na praia da costa do sol apesar de aleatórias obedecem uma distribuição normal de densidade de probabilidade.

Faz sentido também concluir que a energia dissipada frequentemente na praia da costa do sol devido aos ventos fracos por dia não é tão ameaçadora comparando com outras zonas em que ventos frequentes são altos. Todavia, mas a pouca energia dissipada por dia pode num longo período criar problemas erosivos bastante sérios como se pode ver actualmente na praia da Costa do Sol.

6.2 RECOMENDAÇÕES

-É necessário plantar ervas, arbustos e árvores com um crescimento rápido ao longo da praia como forma de cobrir a areia da acção dos ventos e para que haja coesão na areia , ou mesmo por uma cobertura morta que é de custo relativamente barato.

-Não é aconselhável o uso de pedras para a protecção de praias, pois para além de ser caro tira o ambiente natural que as praias de areia proporcionam.

Recomenda-se as entidades responsáveis pelo ambiente a criar um mecanismo que permita que sejam os próprios utentes da praia a se preocuparem mais com os problemas de erosão costeira.

-A continuação deste estudo é salutar pois tem que se associar direcção de propagação das ondas nos processos erosivos.

-É necessário que haja intercâmbios entre a U.E.M e as entidades responsáveis pela protecção e gestão costeira.

Ondas e erosão na praia da Costa do Sol

-Recomenda-se também .na criação de mecanismos de formas a explorar a energia das ondas, transformando-a em energia eléctrica.

BIBLIOGRAFIA

- THURMAN, (1990) *Essencial of Oceanography*.
- OCHI, Michel K.(1998) *Ocean Waves. Cambridge University*. PP303.
- MACHADO, (1979) *Introdução a oceanografia. Instituto Universitário dos Açores*. PP103.
- PICKARD, Pond (1998) *Introductory Dynamical Oceanography. Butterworth Heinemann*. PP329.
- Viles&Spencer (1995) *Coastal Problems. Oxford University*. PP350.
- PINET, Paul R. (1998) *Oceanography. Colgate University*. PP508.
- JAMES, Richard W. (1955) *Observing and Forecasting Ocean Waves. Navy Hydrographic Office*.PP284.
- MURTEIRA, Bento José Ferreira.(1990) *Probabilidades e estatísticas*.
- LIPŠCHUTZ, Seymour. (1976) *Teoria e problemas de Probabilidades. Coleção Schaum. Basil*.320.
- MEYER, Paul L.(1983) *Probabilidade "Aplicações à Estatística".Rio de Janeiro*.PP240.
- FONSECA, Jairo Simon da (1996), *Curso de Estatística. Atas. S.A*.PP320.

Anexo-I, Programa usado para criacao de espectros de onda a partir da variacao da pressao da agua.

%o programa costa faz o espectro duma onda a partir de dados
%das alturas transformadas em centimetros em relacao ao nivel
%medio do mar.

load c:\raul\erosao.m
load c:\raul\erosa2.m

eros=[erosao; erosa2(1:length(erosao))];

hi=eros*69;

n=1024;

%numero de linhas

m=134;

%numero de colunas

H=reshape(hi,n,m);

%alturas

hs=max(H)-min(H);

Hs=H(:,67)-mean(H(:,67));

Hr=H-ones(1024,1)*mean(H);

h=(eros(39000:40000)-mean(eros(39000:40000)))*69;%altura em 'cm'

dt=600/1024;

%intervalo de observacao

t=(0:1000)*dt;

%tempo de observacao

te=(0:length(eros)-1)*dt;

%tempo de observacao

th=reshape(te,n,m);

%tempo

t0=th(1,:);

dt=164/1024;

%intervalo de observacao

ti=0:dt:1023*dt;

tr=ones(1024,1)*t0+ti'*ones(1,134);

%-----

%figure

%plot(t/60,h)

%grid

% title('ondas')

% ylabel('altura (cm)')

% xlabel('tempo (minutos)')

%figure

%plot(te/3600,(eros-mean(eros))*69)

%grid

% title('mares')

% ylabel('altura (cm)')

% xlabel('tempo (horas)')

figure

plot(ti/60,Hs)

grid

title('ondas')

ylabel('altura (cm)')

xlabel('tempo (minutos)')

figure

plot(tr(:)/3600,Hr(:))

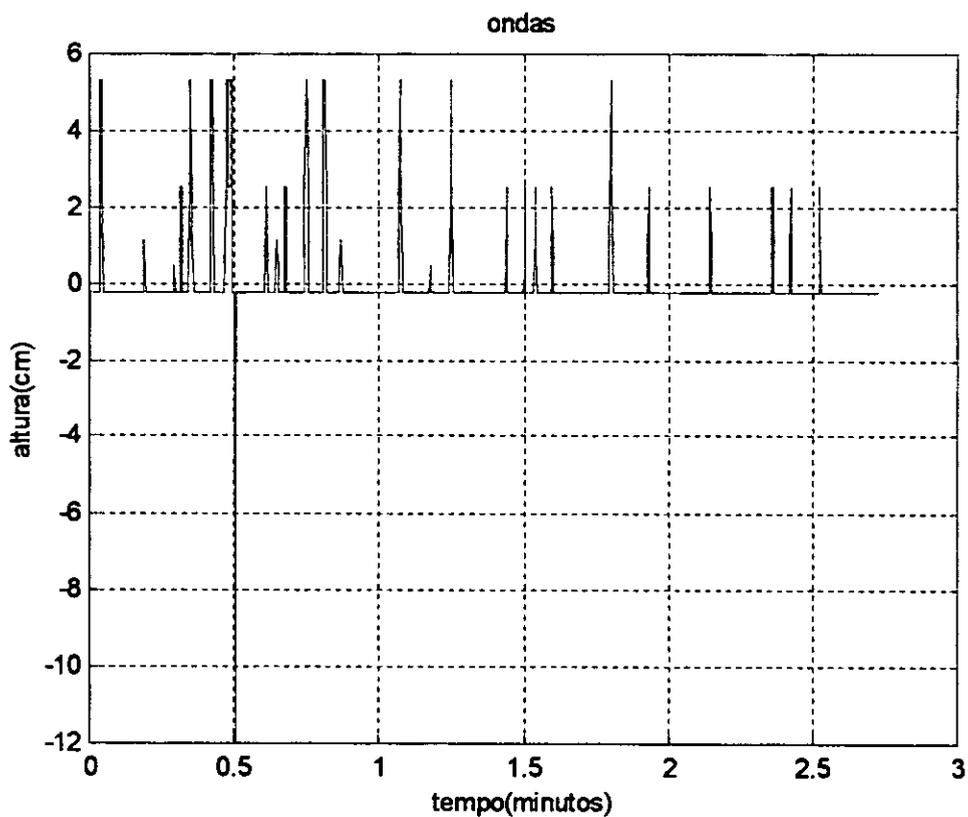
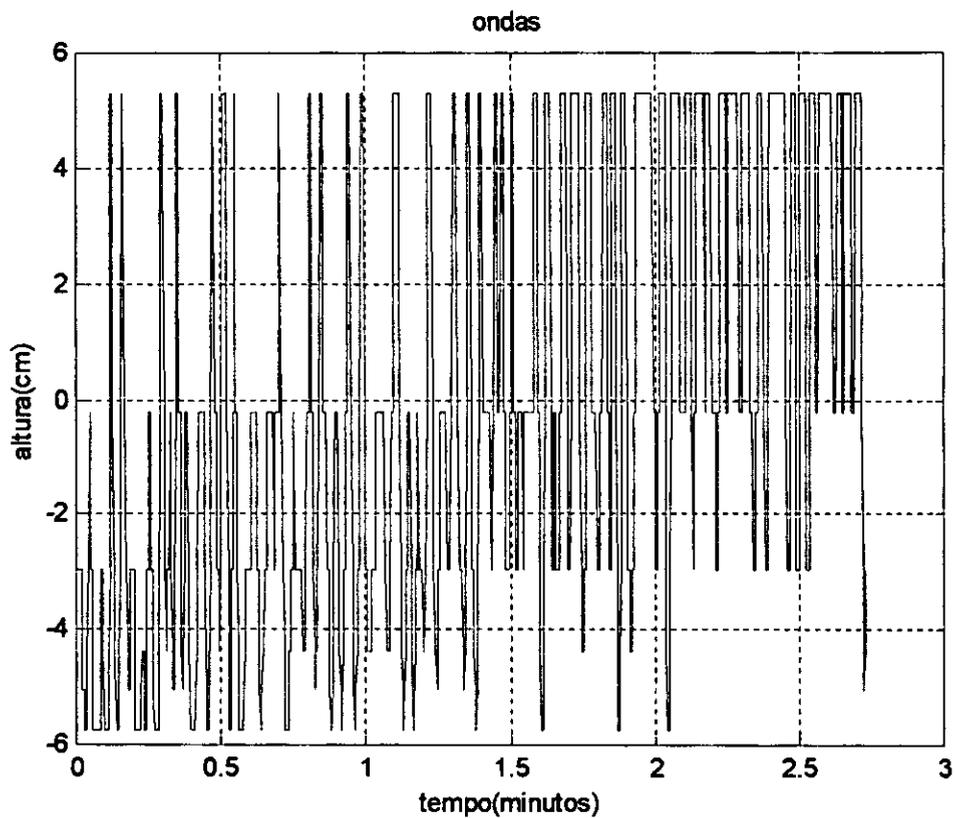
grid

title('mares')

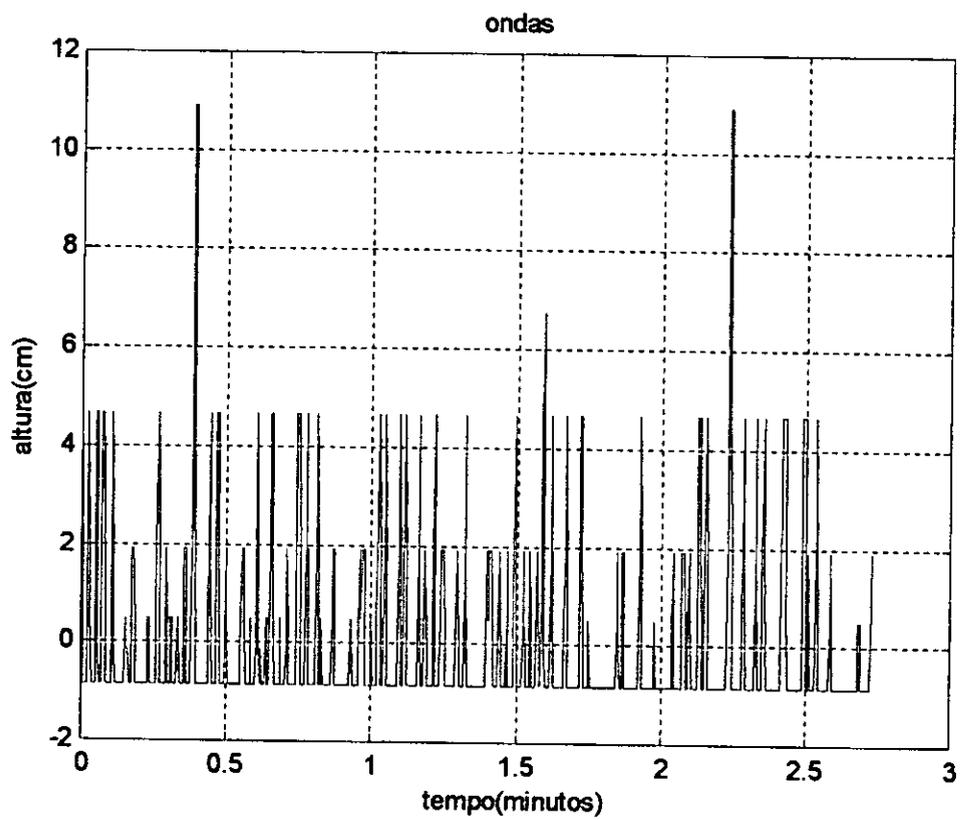
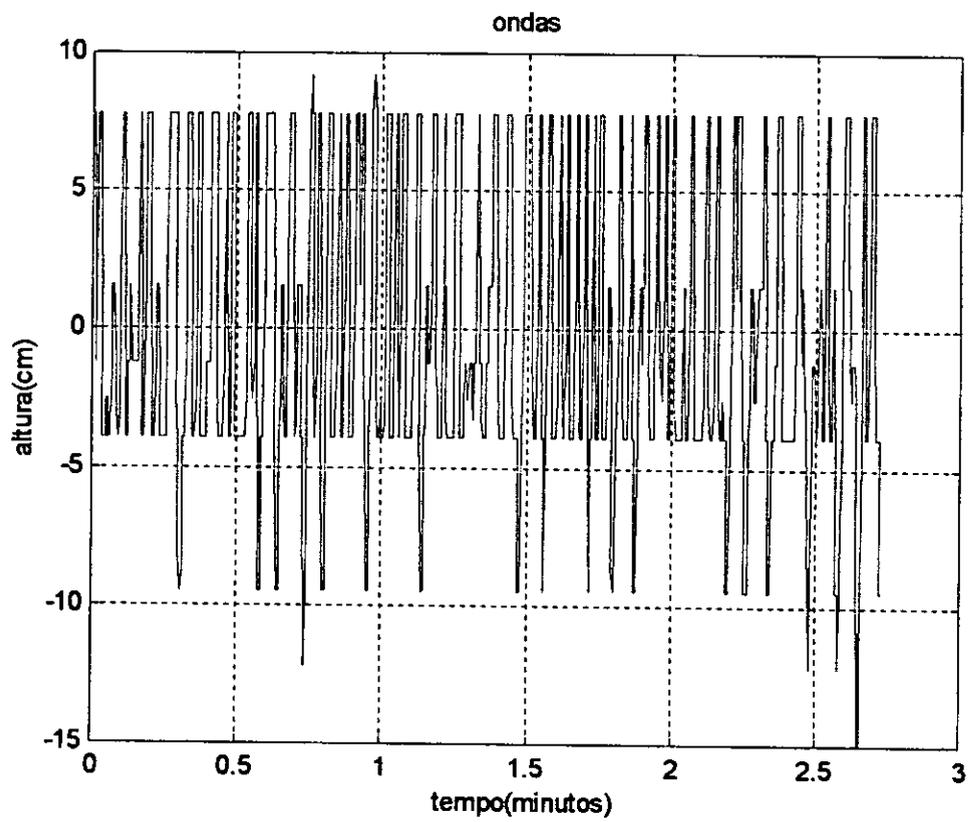
ylabel('altura (cm)')

xlabel('tempo (horas)')

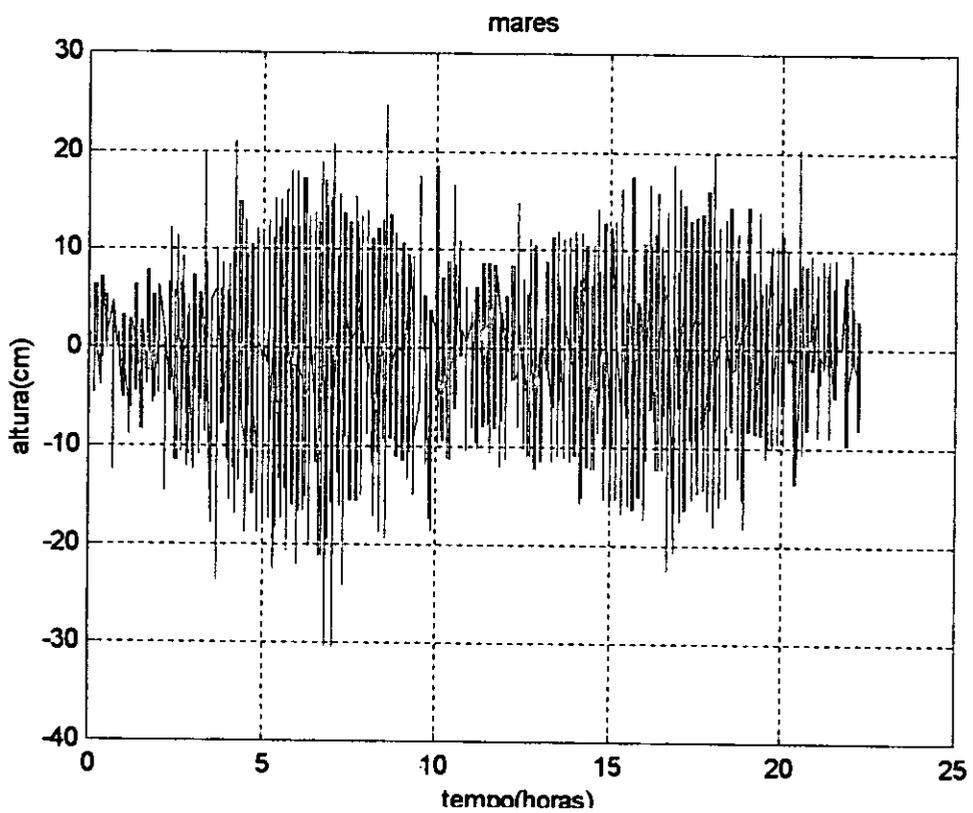
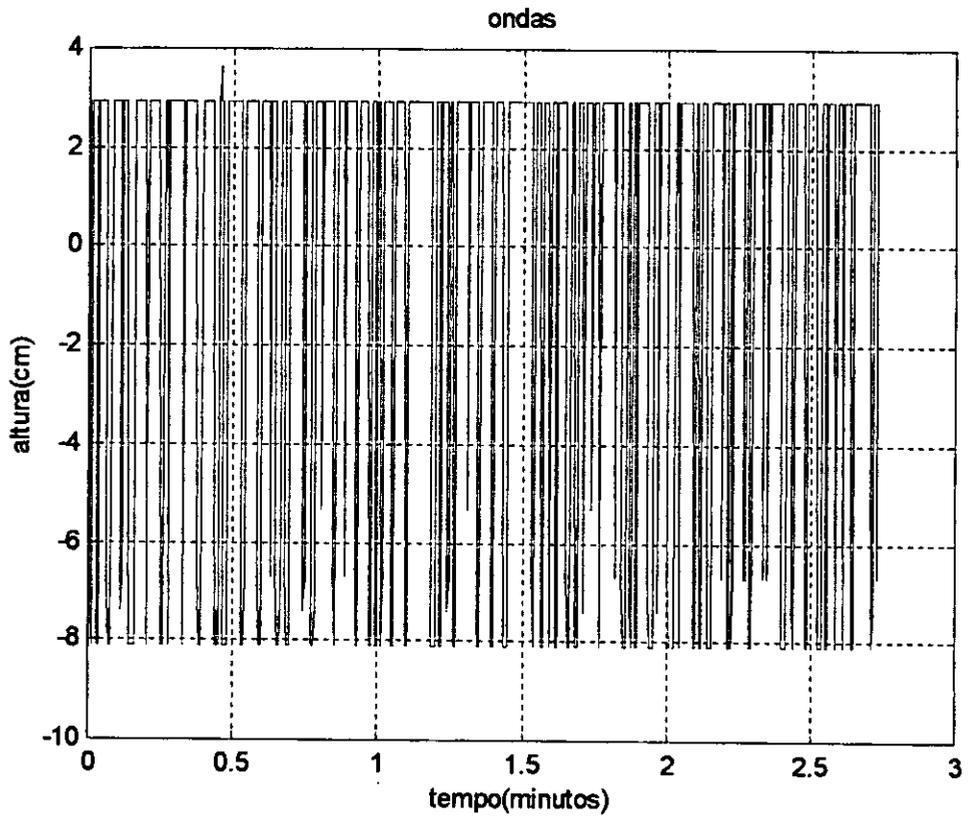
Anexo-II, mais alguns exemplos de espectros destorcidos.



Anexo-III, mais alguns exemplos de espectros destorcidos.



Anexo-IV, mais um exemplo de espectros distorcidos e a maré dos dias de colecta de dados, que apresenta as preia-mares e baixa-mares.



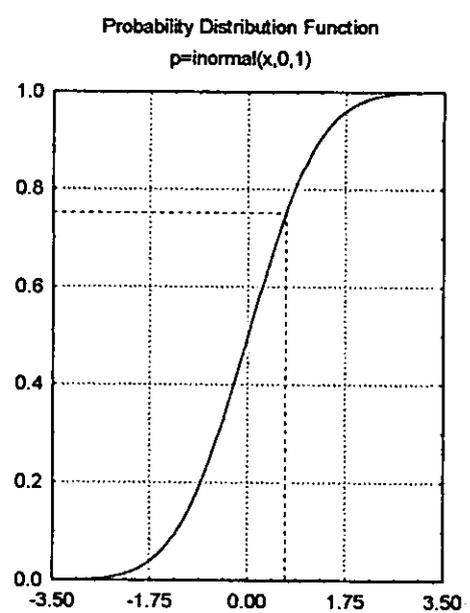
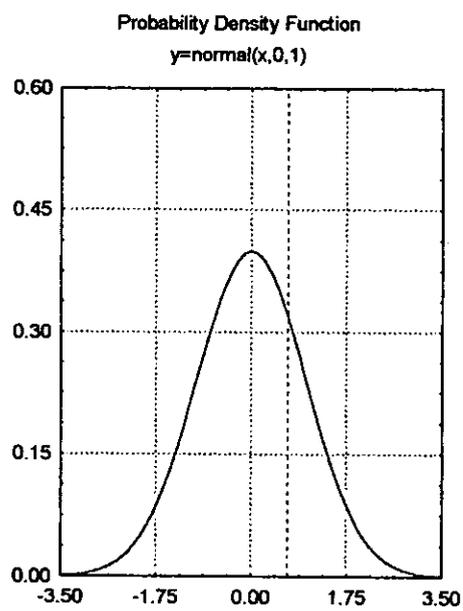
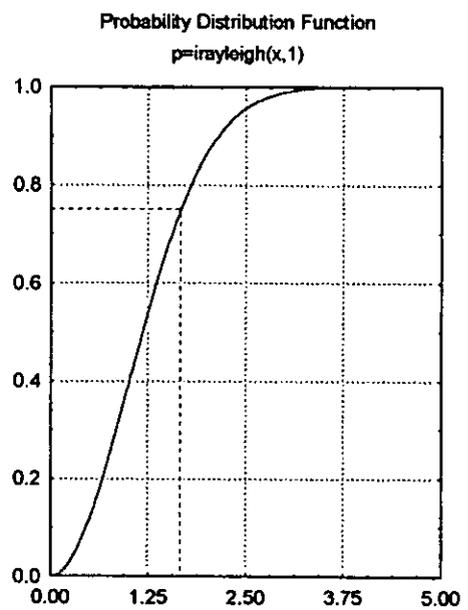
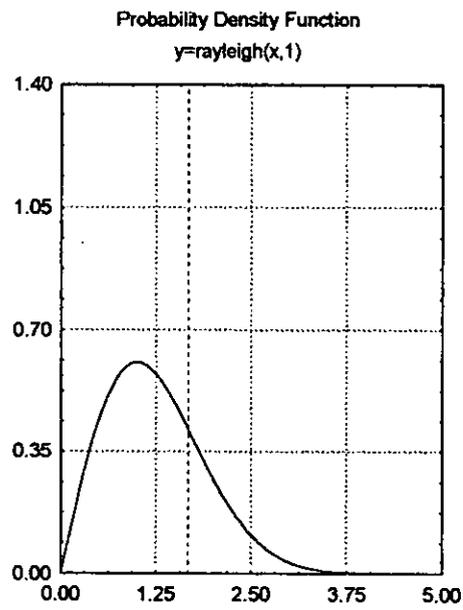
data file: amplit.sta [70 cases with 40 variables]
 Anexo-V, amostra de alguns dados obtidos a partir da contagem das ondas.

	2 NEWVAR2	3 NEWVAR3	4 NEWVAR4	5 NEWVAR5	6 NEWVAR6	7 NEWVAR7	8 NEWVAR8	9 NEWVAR9	10 NEWVAR10
1	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
2	2.000	4.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	1.000
3	2.000	4.000	2.000	2.000	2.000	2.000	4.000	2.000	2.000
4	2.000	4.000	2.000	4.000	1.000	2.000	4.000	1.000	1.000
5	2.000	4.000	4.000	4.000	2.000	2.000	4.000	2.000	2.000
6	4.000	4.000	4.000	4.000	2.000	2.000	3.000	4.000	1.000
7	4.000	4.000	4.000	4.000	2.000	2.000	4.000	4.000	2.000
8	4.000	4.000	4.000	4.000	2.000	2.000	6.000	4.000	4.000
9	4.000	4.000	4.000	6.000	2.000	1.000	6.000	3.000	4.000
10	4.000	4.000	6.000	6.000	1.000	1.000	6.000	4.000	3.000
11	4.000	4.000	6.000	6.000	1.000	4.000	5.000	3.000	3.000
12	4.000	4.000	6.000	6.000	1.000	4.000	5.000	4.000	4.000
13	4.000	4.000	6.000	6.000	1.000	4.000	6.000	6.000	4.000
14	4.000	4.000	6.000	6.000	2.000	4.000	6.000	6.000	4.000
15	4.000	4.000	6.000	6.000	2.000	4.000	5.000	5.000	4.000
16	4.000	6.000	6.000	6.000	2.000	4.000	5.000	5.000	4.000
17	4.000	6.000	6.000	6.000	4.000	4.000	5.000	6.000	6.000
18	4.000	6.000	6.000	6.000	3.000	4.000	5.000	6.000	6.000
19	4.000	6.000	6.000	6.000	4.000	3.000	6.000	6.000	6.000
20	6.000	6.000	6.000	8.000	4.000	3.000	6.000	6.000	6.000
21	6.000	6.000	6.000	8.000	3.000	4.000	8.000	6.000	6.000
22	6.000	6.000	6.000	8.000	3.000	4.000	8.000	8.000	6.000
23	6.000	6.000	6.000	8.000	3.000	4.000	8.000	8.000	6.000
24	6.000	6.000	6.000	8.000	4.000	4.000	8.000	8.000	8.000
25	6.000	6.000	6.000	8.000	4.000	4.000	8.000	8.000	8.000
26	6.000	6.000	6.000	8.000	4.000	6.000	8.000	8.000	10.000
27	6.000	6.000	6.000	10.000	4.000	6.000	8.000	8.000	9.000
28	6.000	6.000	6.000	10.000	4.000	6.000	8.000	10.000	
29	6.000	6.000	8.000	10.000	4.000	6.000	8.000	10.000	
30	6.000	6.000	8.000	12.000	4.000	6.000	8.000		
31	6.000	6.000	8.000	12.000	4.000	5.000	8.000		
32	8.000	6.000	8.000	14.000	3.000	5.000	7.000		
33	8.000	10.000	8.000	14.000	3.000	5.000	7.000		
34	8.000	10.000	8.000	16.000	3.000	5.000	8.000		
35	8.000	10.000	8.000		3.000	6.000	8.000		
36	8.000	10.000	8.000		4.000	6.000	7.000		
37	8.000	10.000	10.000		4.000	6.000	10.000		
38	8.000	10.000	10.000		4.000	6.000	10.000		
39	8.000	10.000	10.000		4.000	6.000	10.000		
40	10.000	10.000	10.000		3.000	5.000	10.000		
41	10.000	10.000	12.000		4.000	5.000	10.000		
42	10.000	10.000	12.000		4.000	5.000	10.000		
43	10.000	10.000	12.000		6.000	6.000	10.000		
44	12.000	10.000	12.000		6.000	6.000	10.000		
45	12.000	12.000	14.000		6.000	8.000	1.000		
46	12.000	12.000	14.000		5.000	8.000	10.000		
47	12.000	12.000			5.000	7.000	10.000		
48	12.000	12.000			6.000	7.000	10.000		
49	12.000	12.000			8.000	8.000	10.000		
50		12.000			8.000	8.000	10.000		
51		12.000			10.000	7.000	10.000		
52		12.000			12.000	7.000	12.000		
53		12.000				10.000	12.000		

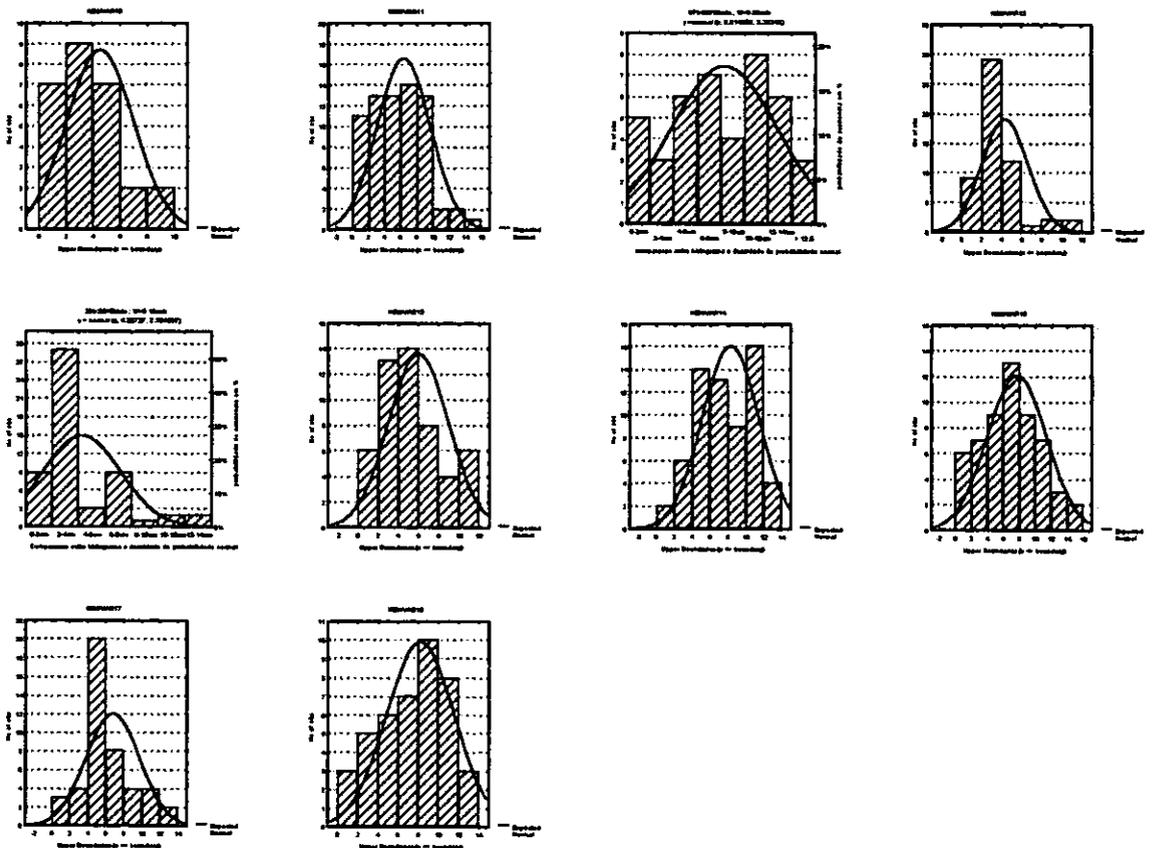
	2 NEWVAR2	3 NEWVAR3	4 NEWVAR4	5 NEWVAR5	6 NEWVAR6	7 NEWVAR7	8 NEWVAR8	9 NEWVAR9	10 NEWVAR10
54		12.000				10.000	12.000		
55		14.000				10.000	11.000		
56		14.000				9.000	11.000		
57		14.000				10.000	11.000		
58		14.000				12.000	11.000		
59						12.000	12.000		
60							12.000		
61							12.000		
62							12.000		
63							12.000		
64							12.000		
65							14.000		
66							14.000		
67							14.000		
68							14.000		
69							14.000		
70							15.000		

	11 NEWVAR11	12 NEWVAR12	13 NEWVAR13	14 NEWVAR14	15 NEWVAR15	16 NEWVAR16	17 NEW	18 NEWVAR18	19 NEWVAR19
1	2.000	2.000	2.000	1.000	2.000	2.000	1.0	2.000	2.000
2	2.000	2.000	1.000	2.000	1.000	1.000	2.0	2.000	2.000
3	2.000	2.000	2.000	4.000	2.000	2.000	1.0	4.000	2.000
4	2.000	2.000	2.000	4.000	4.000	2.000		2.000	2.000
5	2.000	2.000	1.000	4.000	4.000	1.000	3.0	4.000	1.000
6	2.000	2.000	2.000	4.000	3.000	2.000	4.0	4.000	1.000
7	2.000	1.000	3.000	3.000	4.000	4.000	4.0	3.000	1.000
8	2.000	1.000	4.000	4.000	4.000	4.000	3.0	3.000	2.000
9	1.000	1.000	4.000	6.000	6.000	4.000	6.0	6.000	2.000
10	1.000	3.000	4.000	6.000	5.000	4.000	5.0	6.000	3.000
11	1.000	4.000	4.000	6.000	6.000	4.000	5.0	6.000	4.000
12	4.000	3.000	4.000	6.000	5.000	4.000	6.0	6.000	3.000
13	4.000	4.000	4.000	5.000	5.000	3.000	5.0	6.000	4.000
14	4.000	4.000	3.000	5.000	6.000	6.000	5.0	6.000	3.000
15	4.000	3.000	3.000	5.000	6.000	5.000	6.0	8.000	4.000
16	4.000	3.000	3.000	6.000	6.000	6.000	6.0	8.000	4.000
17	4.000	4.000	4.000	6.000	6.000	6.000	6.0	8.000	4.000
18	4.000	4.000	4.000	5.000	6.000	6.000	6.0	8.000	4.000
19	4.000	3.000	4.000	5.000	6.000	6.000	6.0	7.000	6.000
20	4.000	3.000	6.000	6.000	7.000	6.000	6.0	7.000	6.000
21	4.000	3.000	6.000	5.000	8.000	6.000	6.0	8.000	6.000
22	4.000	4.000	6.000	6.000	8.000	5.000	6.0	9.000	6.000
23	3.000	4.000	6.000	8.000	8.000	8.000	5.0	10.000	6.000
24	3.000	4.000	6.000	7.000	7.000	8.000	6.0	10.000	6.000
25	6.000	4.000	5.000	8.000	7.000	8.000	6.0	10.000	6.000
26	6.000	3.000	5.000	7.000	7.000	8.000	6.0	10.000	5.000
27	6.000	4.000	6.000	8.000	8.000	8.000	5.0	10.000	5.000
28	6.000	4.000	5.000	7.000	9.000	8.000	5.0	9.000	6.000
29	6.000	4.000	6.000	8.000	10.000	8.000	8.0	9.000	6.000
30	5.000	4.000	5.000	7.000	10.000	8.000	8.0	9.000	5.000
31	5.000	3.000	6.000	8.000	12.000	7.000	8.0	10.000	8.000
32	6.000	3.000	6.000	8.000	12.000	7.000	7.0	12.000	8.000
33	6.000	3.000	5.000	8.000	14.000	7.000	7.0	12.000	8.000
34	5.000	3.000	8.000	8.000	13.000	8.000	8.0	12.000	8.000
35	5.000	4.000	8.000	8.000	16.000	8.000	8.0	12.000	8.000
36	6.000	4.000	7.000	10.000		9.000	7.0	12.000	8.000

Anexo-VI, Exemplos de curvas de densidade de probabilidade e função de distribuição de probabilidade de rayleigh e normal respectivamente.



Anexo-VII, Alguns exemplos de entre os vários histogramas associados a curva normal e de rayleigh.



Anexo-VIII, Teste usado para afirmar que um determinado histograma obedece a uma distribuição ou outra. Basta os pontos estarem mais próximos a diagonal.

