



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE**  
**PÓS GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA FÍSICA, QUÍMICA E**  
**GEOLÓGICA**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM**  
**OCEANOGRAFIA FÍSICA QUÍMICA E GEOLÓGICA COMO**  
**REQUISITO PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE**

**VARIABILIDADE MORFODINÂMICA ENTRE AS REGIÕES DA**  
**QUERÊNCIA E DO NAVIO ALTAIR NA PRAIA DO CASSINO, RS.**

**RENATO MENDES ESPÍRITO SANTO**

**Orientador: Dr. Lauro Júlio Calliari**

**Comissão Examinadora:**

**Dr. Carlos Hartmann**

**Dr. Rodrigo do Carmo Barletta**

**Dr José Antônio Scotti Fontoura**

**Rio Grande**

**Agosto 2007**

Orgulhosamente dedico à Praia do Cassino e a uma melhor compreensão dos  
homens de suas peculiaridades.

## **AGRADECIMENTOS**

Segundo o filósofo indiano Osho “Um grande mestre não é aquele que simplesmente ensina e sim o que faz com que o discípulo dê o melhor de si”. Assim, agradeço primeiramente ao professor Lauro pela oportunidade que me deu de conhecer a ciência da morfodinâmica e por me fazer dar o melhor de mim. Também não poderia deixar de agradecer à professora Virgínia Garcia, que foi o meu primeiro mestre na oceanografia.

Aos meus pais, à minha irmã Patrícia e minha afilhada Manoela que me ajudaram muito quando passei por problemas de saúde. Aos meus pais emprestados Volmar e Bete, que sempre me fizeram acreditar que eu posso realizar meus sonhos.

Aos meus orientadores extra-oficiais Allan, Antiqueira e Rafa, que me auxiliaram com excelentes sugestões e também em várias etapas do trabalho, bons amigos se mostram em horas difíceis. O mesmo agradecimento também pode ser estendido a todos que me ajudaram para a realização das fases do trabalho: Cláudia, Elaine, Fred, Priscila, Milico, Juliana, Rosa, Cristian, Miguel, Gabriela, Regina, Eduardo, Carlos Fujita, foram tantos, além dos que ajudaram em mais de uma tarefa, que se me esqueci de alguém peço desculpas antecipadas. Aos meus amigos Ali (fotógrafo de surf e subaquático) que me ajudou com as coletas de sedimentos, Rodrigo Serpa (professor do curso de Administração da UFPEL) que me auxiliou com a redação da metodologia e da minha namorada Cris que teve paciência e me auxiliou proporcionando jantares maravilhosos enquanto eu redigia a dissertação.

Às verdadeiras mães de todos os que precisam realizar trabalhos no laboratório de sedimentologia Neusa e Tânia.

Ao Clabisnei que é, no bom sentido, também uma mãe de todos os alunos de graduação além da capes pela bolsa concedida.

Ao pessoal do laboratório, que mantiveram um clima de amizade permitindo um trabalho tranquilo e uma convivência divertida e gratificante: Manoel, Natan, Sallate, Adriana, Bulla, Francine, Everton, Maycon, Caco, Isabel, Eduardo (computadores), Pedro e muito mais... Além de todo o pessoal do laboratório de fitoplâncton e microorganismos marinhos.

Agradeço também aos componentes da banca examinadora pelas excelentes sugestões dadas para a melhoria do trabalho.

## ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	III
LISTA DE FIGURAS .....	VII
LISTA DE TABELAS .....	X
RESUMO .....	XI
ABSTRACT .....	XII
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. OBJETIVOS .....	6
1.1.2. Objetivo Geral: .....	6
1.1.3. Secundários. Sob o Enfoque de Alta Frequência .....	6
1.1.4. Secundários. Sob Enfoque a Longo Prazo: .....	6
2. ÁREA DE ESTUDO .....	8
2.1. Aspectos Gerais da Área de Estudo .....	10
2.1.1. Estudos Anteriores e Morfodinâmica da Área .....	10
2.1.2. Características dos Sedimentos .....	13
2.1.3. Fonte dos Sedimentos .....	14
2.1.4. Climatologia da Região .....	15
2.1.5. Regime de Ventos .....	16
2.1.6. Regime de Marés e Variações do Nível do Mar .....	17
2.1.7. Regime de Ondas .....	17
2.1.8. Corrente Litorânea .....	19
3. METODOLOGIA .....	21
3.1. Granulometria .....	21
3.1.1. Amostragem de Sedimentos .....	21
3.1.2. Processamento das Amostras .....	23
3.1.3. Análise Granulométrica .....	24
3.1.4. Obtenção da Velocidade de Decantação das Partículas (Ws) .....	28
3.2. Morfodinâmica .....	32
3.2.1. Obtenção dos Perfis Praiais .....	32
3.2.2. Metodologia de Obtenção do Alinhamento dos Perfis em Relação à Linha de costa .....	33
3.2.3. Obtenção dos RNs (Níveis de Referência) .....	34
3.2.4. Obtenção Gráfica dos Perfis .....	35
3.3. Observações visuais e Dados Meteorológicos .....	36
3.3.1. Observações visuais .....	36
3.3.2. Dados Meteorológicos .....	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
4.1. Análise Granulométrica .....	39
4.1.1. Distribuição Longitudinal dos Sedimentos .....	39
4.1.2. Digramas de Dispersão .....	51
4.2. Análise dos Perfis .....	60
4.2.2. Migração de Bancos .....	75
4.2.3. Formação, Desenvolvimento e Dissipação de <i>megaripples</i> na zona de surfe. ....	96
4.3. Observações Visuais .....	107
4.3.1. Tipos de Arrebentação .....	107
4.3.2. Incidência, Altura e Período das ondas .....	111
4.3.2. Dados Meteorológicos .....	121
5. CONCLUSÕES .....	123

7- PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS .....	126
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	127
9. ANEXOS .....	136
Anexo 1 .....	136
Anexo 2 .....	138
Anexo 3 .....	140
Anexo 4 .....	142
Histogramas da Face da praia do Navio e da Querência .....	142
Anexo 5 .....	145
Estágios morfodinâmicos segundo Wrigth & Short (1984): .....	145
Anexo 6 .....	146
Fotografias da Querência e do Navio .....	146
Anexo 7 .....	147
Aerofotografias da Querência e do Navio, observar a maior presença de ritmicidades no Navio. ....	147

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Aerofotografia da Querência demonstrando a atenuação das ondas pela ação da Lama. Fonte: LOG/DGEO/FURG. ....	2
Figura 2: Mapa textural da antepraia e plataforma demonstrando que o banco de lama está localizado em frente à Querência. ....	3
Figura 3: Variação da linha da costa na Praia do Cassino entre 1947 e 2000. ....	4
Figura 4: Área de Estudo. ....	9
Figura 5: Figura ilustrativa dos pontos de coleta de sedimentos. Pontos amarelos primeira amostragem, pontos vermelhos segunda amostragem. Fonte: Google Earth. .	22
Figura 6: Processo de peneiragem. ....	24
Figura 7: Histogramas de uma amostra bem selecionada. ....	25
Figura 8: Histogramas de uma amostra pobremente selecionada. ....	25
Figura 9: Demonstração do grau de seleção de uma amostra. ....	26
Figura 10: Gráfico dos tipos de curvas de assimetria. ....	27
Figura 11: Gráfico dos tipos de curvas de curtose. ....	28
Figura 12: Fotografia ilustrativa do experimento que determinou a velocidade de decantação das partículas sedimentares. ....	30
Figura 13: A)Foto da Estação total. B) Foto do prisma ótico em campo sobre um pequeno derrame de lama na Querência. C) Alinhamento de estacas. ....	32
Figura 14: Esquema de posicionamento e orientação do perfil Querência, adaptado de Guedes (2006). ....	34
Figura 15: Esquema de posicionamento e orientação do perfil Navio, adaptado de Guedes (2006). ....	35
Figura 16: Figura esquemática dos tipos de arrebentações. ....	37
Figura 17: Foto da Praia da Querência com arrebentação deslizante. ....	37
Figura 18: Foto de onda com arrebentação mergulhante na Praia do Navio. ....	38
Figura 19: Variação do tamanho médio dos grãos entre as duas regiões estudadas em seis subambientes representativos do sistema praiial na primeira amostragem. ....	40
Figura 20: Variação do tamanho médio dos grãos entre as duas regiões estudadas em seis subambientes representativos do sistema praiial na segunda amostragem realizada. ....	40
Figura 21: Figura ilustrativa da região em que começa a modificar a areia fina tendendo a muito por areia fina tendendo a média. ....	41
Figura 22: Tamanho médio de grão na praia do Cassino e Mar Grosso. ....	42
Figura 23: Tamanho médio dos grãos na cava e no banco do Navio e da Querência da primeira amostragem. ....	44
Figura 24: Tamanho médio dos grãos na cava e no banco no Navio e na Querência da segunda amostragem. ....	45
Figura 25: Variação do desvio-padrão dos grãos entre as duas regiões estudadas em seis subambientes representativos do sistema praiial na primeira amostragem realizada. ....	46
Figura 26: Variação do desvio-padrão dos grãos entre as duas regiões estudadas em seis subambientes representativos do sistema praiial na segunda amostragem realizada. ....	47
Figura 27: Grau de seleção na Praia do Cassino e Praia do Mar Grosso. ....	48
Figura 28: Variação da assimetria dos grãos entre as duas regiões estudadas em seis subambientes representativos do sistema praiial na primeira amostragem realizada. ....	50
Figura 29: Variação da assimetria dos grãos entre as duas regiões estudadas em seis subambientes representativos do sistema praiial na segunda amostragem realizada. ....	50
Figura 30: Assimetria na Praia do Cassino e Mar Grosso. ....	51

Figura 31: Diagrama de dispersão dos subambientes entre a Querência e o Navio na primeira amostragem relacionando Desvio-Padrão com a média do tamanho de grão..	53
Figura 32: Diagrama de dispersão dos subambientes entre a Querência e o Navio na segunda amostragem relacionando Desvio Padrão com a média do tamanho de grão. .	53
Figura 33: Diagrama de dispersão entre a Querência e o Navio na primeira amostragem relacionando Desvio Padrão com a assimetria. ....	54
Figura 34: Diagrama de dispersão entre a Querência e o Navio na segunda amostragem relacionando Desvio Padrão com a assimetria. ....	55
Figura 35: Diagrama de dispersão entre a Querência e o Navio na primeira amostragem relacionando Desvio Padrão com a curtose. ....	56
Figura 36: Diagrama de dispersão entre a Querência e o Navio na segunda amostragem relacionando Desvio Padrão com a curtose. ....	56
Figura 37: Diagrama de dispersão entre a Querência e o Navio na primeira amostragem relacionando a assimetria com a curtose. ....	57
Figura 38: Diagrama de dispersão entre a Querência e o Navio na segunda amostragem relacionando a assimetria com a curtose. ....	57
Figura 39: Envelopes dos 44 perfis da Querência e dos 40 do Navio. ....	61
Figura 40: Figura ilustrativa da diferença entre as dunas da Querência (A) e do Navio (B). ....	64
Figura 41: Perfis realizados por Guedes (2006) no Outono no mesmo ponto amostral (RN) dos perfis da Querência. ....	65
Figura 42: Série temporal do número adimensional de Dean para a Querência e o Navio durante o período de estudo, abaixo as séries temporais de tamanho de ondas e período. ....	68
Figura 43: Série temporal de declividade da face da praia da Querência e do Navio. ....	70
Figura 44: Perfis realizados por Calliari e Klein (1993). ....	72
Figura 45: Perfis realizados por Pereira da Silva (1998). ....	73
Figura 46: Perfis realizados por Barletta (2000). ....	74
Figura 47: Perfis de praia entre os dias dez e vinte e oito de Fevereiro onde pode se observar a pequena diferenciação do segundo banco (entre os 200 e 300m) em relação à cava. ....	76
Figura 48: Taxas de migração do banco da Querência com as séries de período, altura e $\Omega$ . Valores positivos significam aproximação à costa e negativos afastamento em direção ao oceano. ....	77
Figura 49: Série de migração do banco da Querência entre os dias 18, 19 e 20 de Janeiro (perfis q08, q09 e q10 respectivamente). ....	79
Figura 50: Série de migração do banco na Querência entre os dias 2, 3 e 4 de Fevereiro (perfis q21, q22 e q23, respectivamente). ....	81
Figura 51: Série de migração do banco na Querência entre os dias 18, 19 e 20 de Fevereiro (perfis q34, q35 e q36, respectivamente). ....	83
Figura 52: Taxas de migração do Navio com o período, altura e $\omega$ . Valores positivos significam aproximação à costa e negativos afastamento em direção ao oceano. ....	85
Figura 53: Série de migração do banco no Navio entre os dias 27, 28 e 29 de Janeiro (perfis n13, n14 e n15, respectivamente). ....	87
Figura 54: Série de migração do banco no Navio entre os dias 30 e 31 de Janeiro (perfis n16 e n17, respectivamente). ....	88
Figura 55: Série de migração do banco no Navio entre os dias 16, 17 e 18 de Fevereiro (perfis n29, n30 e n31, respectivamente). ....	91

Figura 56: Série de migração do banco no Navio entre os dias 19 e 20 de Janeiro, o ponto vermelho representa a primeira crista e o verde a segunda (perfis n32 e n33, respectivamente).....	92
Figura 57: Série de migração do banco no Navio entre os dias 21, 22 e 23 de Janeiro, o ponto vermelho representa a primeira crista e o verde a segunda (perfis n34, n35 e n36, respectivamente).....	93
Figura 58: Taxas de migração calculadas por Guedes (2005) através dos perfis topográficos, com Hs e Ts subtraídos de suas respectivas médias. Escala vertical ajustada somente para as taxas de migração.....	95
Figura 59: Início da seqüência de formação das <i>megaripples</i> na praia da Querência no dia 15 de Fevereiro (q31). .....	98
Figura 60: Seqüência de formação e migração das <i>megaripples</i> na praia da Querência entre os dias 16, e 17 de Fevereiro (q32 e q33, respectivamente).....	99
Figura 61: Continuação da seqüência da figura anterior, demonstrando o processo de migração das <i>megaripples</i> e seu aplainamento nos dias 18 e 19 de fevereiro (q34 e q35, respectivamente).....	100
Figura 62: Gênese de <i>megaripples</i> para o Navio nos dias 17 e 18 de Fevereiro (perfis n30 e n32, respectivamente). .....	103
Figura 63: Dissipação e reaparecimento de <i>megaripples</i> para o Navio nos dias 19 e 20 de Fevereiro (perfis n32 e n33, respectivamente).....	104
Figura 64: <i>Megaripples</i> para o Navio nos dias 21 e 22 de Fevereiro (perfis n34 e n35, respectivamente).....	105
Figura 65: Final da seqüência com a dissipação das <i>Megaripples</i> para o Navio no dia 23 de Fevereiro (perfil n36).....	106
Figura 66: Imagem Timex Argus identificando uma praia linear (a) e uma rítmica (b). .....	109
Figura 67: Série temporal das alturas significativas de ondas para as praias da Querência e do Navio.....	116
Figura 68: Série temporal dos períodos significativos de ondas para as praias da Querência e do Navio. ....	116
Figura 69: Dados sedimentológicos das amostragens realizadas por Fachin (1998) ...	118
Figura 70: Dados sedimentológicos das amostragens realizadas por Fachin (1998)..	119
Figura 71: Histogramas da direção da velocidade do vento predominante durante o período de estudo.....	122

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Localização dos pontos de coleta das duas amostragens.....	23
Tabela 2: Percentual e velocidade de decantação das classes granulométricas mais representativas nas três amostragens de sedimento.....	31
Tabela 3: Parâmetros morfométricos propostos por Short & Hesp (1982) medidos para a Querência e o Navio.....	66
Tabela 4: Condições hidrodinâmicas da primeira série de migração do banco na Querência.....	78
Tabela 5: Condições hidrodinâmicas da segunda série de migração do banco na Querência.....	80
Tabela 6: Condições hidrodinâmicas da terceira série de migração do banco na Querência.....	82
Tabela 7: Condições hidrodinâmicas da primeira série de migração do banco no Navio.....	86
Tabela 8: Condições hidrodinâmicas da segunda série de migração do banco no Navio C1 = Primeira crista; C2 = segunda Crista.....	89
Tabela 9: Condições hidrodinâmicas da seqüência de <i>megaripples</i> na Querência.....	97
Tabela 10: Condições hidrodinâmicas da seqüência de <i>megaripples</i> no Navio.....	101
Tabela 11: Número de linhas de arrebentação no Navio e da Querência durante o estudo, com n representando o número de dias anotados e % o percentual de cada dia no total.....	108
Tabela 12: Tipos de arrebentação observadas para as regiões da Querência e do Navio no segundo banco (numerador) e no terceiro (denominador, quando presente), n é o número de dias.....	111
Tabela 13: Características para as ondas observadas no Navio e na Querência durante o trabalho de campo, onde: n é o numero de dias, $\sigma H_s$ é o desvio padrão de $H_s$ , e $\sigma T_s$ , o de $T_s$ .....	114

## RESUMO

A Praia do Cassino, situada ao Sul da desembocadura da Lagoa dos Patos, demonstra uma variação textural e hidrodinâmica influenciada pela deposição de sedimentos sobre a praia e a antepraia. As regiões mais próximas da Lagoa possuem tamanhos de grãos menores que as regiões mais afastadas. A existência de um banco de lama na ante-praia causa a atenuação das ondas nos setores contíguos à desembocadura. A Querência se encontra na área sob influência da atenuação das ondas e que possui sedimentos areia fina mas próximo à muito fina como classe granulométrica predominante e o Navio, a 13 Km da Querência, possui preponderantemente areia fina muito próxima de areia média e apresentando ondulações maiores. Efetuaram-se coletas de sedimentos ao longo do trecho das duas praias em que se observou que os tamanhos de grão oscilam entre as duas praias, mas com a tendência de aumento em direção ao Navio, especialmente nos subambientes mais influenciados pela ação dos espraiamento das ondas. Realizaram-se perfis diários durante o verão de 2006 nas duas praias onde o Navio demonstrou possuir uma praia mais íngreme e curta que a Querência, além de apresentar todos os parâmetros morfométricos propostos por Wright e Short (1984) caracteristicamente mais intermediários, especialmente os índices de mobilidade da praia e o do pós praia. As observações visuais demonstraram ondas mais altas e de período menor no Navio. O cálculo do parâmetro  $\Omega$  foi 5,87 para a Querência e 4,87 para o Navio. A integração de todos os fatores permitiu classificar a Querência como uma praia dissipativa e o Navio como intermediária banco-cava.

## **ABSTRACT**

The Cassino Beach, which is in the south of the Patos Lagoon inlet, shows a hydrodynamic and textural variation because of the sediment disposal in the beach and off-shore. The closer to Lagoon regions shows finest grains than far from that. The off-shore mud bank presence causes the wave attenuations in the close to inlet regions. The Querência Beach is on the wave attenuation region and that has very fine sand. Altair Shipwreck beach, which is 13 far from the Querência beach, is more exposure to the waves and has fine sand grain. We made sediment grabs all area long between the two beaches and the sediment response was that its height oscillates among than, but tends to become coarser, especially in that segments of the beach that are more wave influenced. The 2006 summer daily profiles of the two beaches showed that Altair Shipwreck Beach is smaller and with a bigger gradient than Querência's Beach and has all the Wright e Short's (1984) parameters more intermediate, specially de mobility of the beach and of the post-beach. The visual observation showed a bigger wave height an a smaller wave period I the Altair Shipwreck Beach. The  $\Omega$  parameter was 5,87 to Querência Beach and 4,87 to Altair Shipwreck Beach. All the factors analyzed permitted to conclude that Querência is an intermediary beach and Altair Shipwreck is a longshore bar and trough beach.

## 1. INTRODUÇÃO

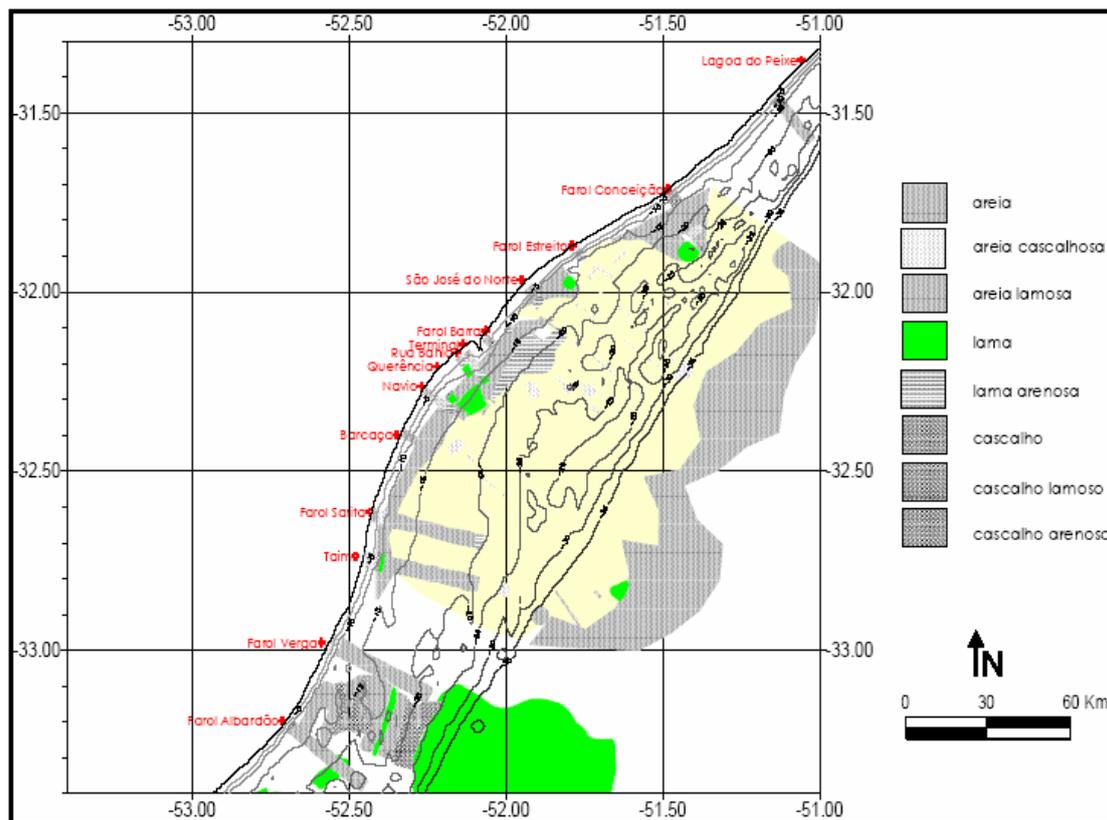
A Praia do Cassino, localizada ao Sul da desembocadura da Laguna dos Patos, possui características peculiares quanto à deposição de sedimentos sobre a praia e a ante-praia. A contribuição secular e mesmo milenar da laguna em termos de sedimentos quartzosos finos (areia muito fina) bem como sedimentos lamosos (silte e argila) confere características próprias à praia e à ante-praia da região. A deposição de sedimentos provenientes da Laguna introduz a presença de grãos de areia muito fina, conferindo um comportamento mais dissipativo para esta praia em relação ao resto do litoral gaúcho. O aparecimento de depósitos de sedimentos nas frações silte e argila, também procedentes da desembocadura, originam a existência de um grande banco de lama na ante-praia, formando depósitos coesivos sobre a plataforma interna (Guedes, 2006). Esta lama depositada sobre a ante-praia é constantemente retrabalhada pelas ondas, especialmente em condições de alta energia. Em situações extremas, estes bolsões podem atingir a praia, depositando-se sobre os bancos arenosos, as cavas e toda a praia emersa (Villwock & Martins, 1972). Segundo Calliari *et al.*, (2001), mais de 18 episódios de deposição de lama sobre a praia foram observados desde 1972, associados às ondas de tempestades, capazes de suspender depósitos de lama localizados entre as isóbatas de 6 a 15 m.

Este banco de lama causa atenuação na energia das ondas em vários locais da praia sujeitos aos derrames, criando gradientes laterais nas suas alturas e na largura da zona de surfe, além da redução do “*set up*” nos locais sob a sua influência (Figura 1).



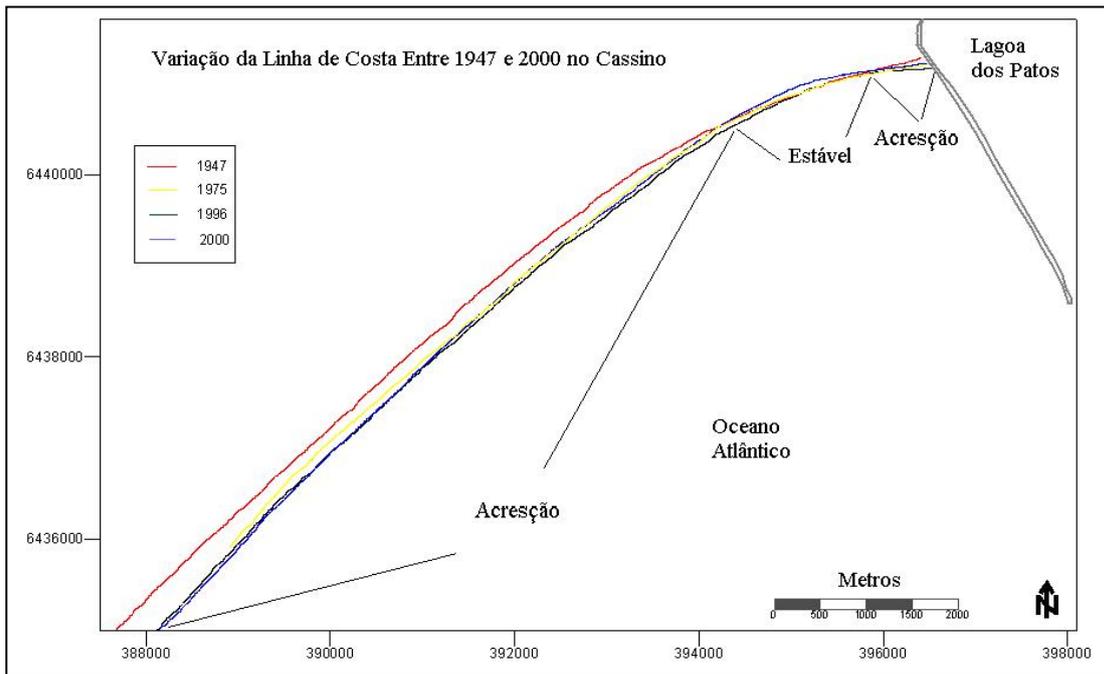
**Figura 1: Aerofotografia da Querência demonstrando a atenuação das ondas pela ação da Lama. Fonte: LOG/DGEO/FURG.**

Calliari & Fachin (1993) através de levantamentos sedimentológicos superficiais e subsuperficiais na plataforma e ante-praia próximas à embocadura lagunar verificaram que o depocentro do depósito lamítico estava localizado em frente à Querência. A maior extensão e espessura do depósito nesta área (Fig. 2) provavelmente contribuem para a atenuação da energia das ondas neste local.



**Figura 2:** Mapa textural da antepraia e plataforma demonstrando que o banco de lama está localizado em frente à Querência. Datum horizontal: Córrego Alegre. Sistema de Coordenadas Geográficas. Fonte: Fachin (1998).

Em escala decadal existem tendências acrescivas nos locais sob maior influência do banco localizado na ante-praia, resultando em alterações na linha de costa. Lélis (2003), comparando a posição da linha de costa do Cassino com base no registro de fotos aéreas entre 1947 e 2000, demonstrou que houve uma acresção média de 4 m/ano ao Sul dos molhes (figura 3). Apesar de haver contribuição do efeito de retenção de sedimentos causado pelos molhes em função da deriva litorânea em direção nordeste, a área que apresentou a maior acresção está localizada a doze quilômetros ao Sul da base da estrutura onde a sua influência é muito menor. Este fato indica que o bolsão de lama determina de maneira significativa a progradação da linha de costa neste local. O ponto amostral da Querência está localizado nesta região de maior acresção.



**Figura 3: Variação da linha da costa na Praia do Cassino entre 1947 e 2000. Fonte: Lélis & Calliari (2003).**

Todas as informações aprimoradas em anos de pesquisa em morfodinâmica costeira proporcionaram diversas aplicações, sobretudo ao gerenciamento. Ambientes mais suscetíveis à erosão, áreas de progradação de costa e locais de risco eminentes aos banhistas são alguns exemplos de como os conhecimentos gerados apresentam implicações no gerenciamento costeiro (Pereira, 2005). As informações adquiridas através dos anos nesta área estão se tornando cada vez mais apuradas conforme as relações envolvendo processos, formas e funções dos sistemas praias se tornam mais conhecidas.

De uma maneira geral os estudos morfodinâmicos até agora conduzidos nas praias oceânicas do RS tiveram um enfoque sazonal (Calliari & Klein, 1993; Toldo Jr. et al., 1993, Weschenfelder, 1997; Pivel, 1997; Pivel & Calliari, 1999; Barletta, 2000; Barletta & Calliari, 1996). Apesar disto existem poucos trabalhos que caracterizaram

sua mobilidade em uma escala temporal mais curta. (Pereira & Calliari, 2005; Guedes, 2006).

O estudo dos processos sedimentares e morfodinâmicos entre a Querência e o Navio são particularmente interessantes. Estes locais, distantes apenas 14 km, apresentam diferenças em termos de largura, declividade e granulometria. A Querência é mais larga e de perfil mais suave apresentando sedimentos mais finos e unimodais, constituindo-se na praia com menor granulometria (2,70 phi) da costa do RS (Anexo 6 e 7). O Navio demonstra sedimentos levemente mais grossos (2,20 phi) e é de morfologia mais estreita e inclinada (anexo 6 e 7). Adicionalmente, a extensão dos depósitos lamíticos na ante-praia parece ser maior na Querência, haja visto que nunca registrou-se depósitos na praia emersa e zona de arrebentação do Navio. O fato de setores praias contíguos com granulometria diferente sujeitos fundamentalmente ao mesmo regime hidrodinâmico de mar aberto e ao mesmo grau de exposição aos fatores meteorológicos, apresentarem diferenças em termos de morfologia (Calliari & Klein, 1993) os torna interessante sob o enfoque de estudos comparativos de alta frequência.

Em função das características citadas formula-se uma hipótese de que em um estudo de alta frequência a praia com sedimentos mais grossos tenderá a apresentar uma maior mobilidade em termos de variação dos perfis praias. Adicionalmente a esta variação, se espera encontrar uma zonação textural, ou seja, a existência de sub-ambientes mais definidos em praias com granulometria mais grossa, uma vez que esta zonação textural transversal ao perfil depende da resposta aos processos de transporte de sedimentos, mudanças na velocidade de sedimentação das partículas, processos seletivos de transporte pelo vento, além da porosidade e da permeabilidade.

## **1.1.OBJETIVOS**

### **1.1.2.Objetivo Geral:**

Caracterizar variações morfodinâmicas de dois setores da Praia do Cassino distantes 14 Km os quais apresentam diferenciação granulométrica associada a praia e ante-praia.

### **1.1.3.Secundários. Sob o Enfoque de Alta Freqüência**

- Comparar a mobilidade dos perfis praias de duas praias compostas por características granulométricas diferentes.
- Verificar possíveis diferenças nas condições hidrodinâmicas (ondas) em função das diferenças sedimentares e morfológicas existentes na ante-praia.

### **1.1.4.Secundários. Sob Enfoque a Longo Prazo:**

- Caracterizar espacialmente as distribuições granulométricas amostradas entre o lado interno da duna e a face da praia do setor que une as duas praias, verificando possíveis associações das características texturais e os processos deposicionais transversalmente à praia. Por meio deste objetivo, procura-se conhecer, através do estudo da variação de subambientes do perfil de praia, como a distinção textural de uma praia constituída predominantemente de areia fina tendendo a muito difere de

outra composta de areia fina tendendo a média. Existem diferenças ambientais associadas às mesmas?

- Verificar e mapear a existência de gradientes laterais na distribuição dos sedimentos entre a Querência e o Navio.
- Fornecer subsídios a projetos de segurança de banho através do conhecimento do comportamento do perfil praias durante o verão.

## **2.ÁREA DE ESTUDO**

A Praia do Cassino está localizada no litoral Sul do Rio Grande do Sul e caracteriza-se por ser o ponto mais ao Norte de uma barreira arenosa com 220 quilômetros de extensão limitada em sua porção Sul pela Barra do Arroio Chuí e ao Norte pelo molhe oeste da Barra da Lagoa dos Patos (figura 4). Uma de suas características mais importantes é a presença de uma plataforma adjacente larga e de baixa declividade (aproximadamente 1 a 2°) (Calliari & Klein 1993).

Basicamente composto de areia, o litoral do RS apresenta variações sedimentológicas associadas à herança geológica na forma de sedimentos relíquias, e a proximidade de desembocaduras lagunares e fluviais. As características granulométricas associadas à dinâmica costeira resultam em heterogeneidades no ambiente praiial (Pereira et al., 2005), as quais são objetos de estudo neste trabalho uma vez que existem diferenças sutis de hidrodinâmica e granulometria no trecho compreendido entre o molhe oeste e os destroços do Navio Altair.

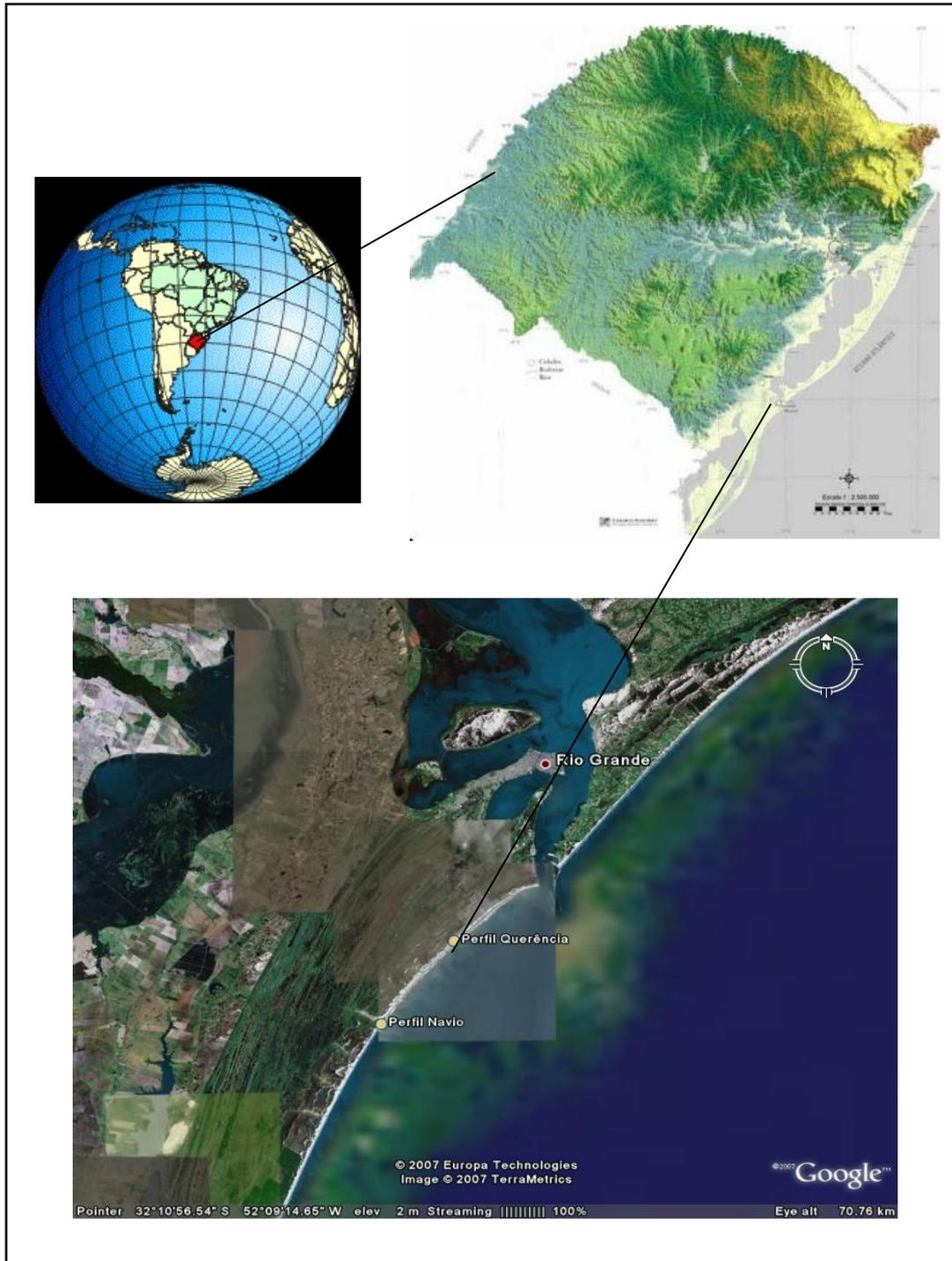


Figura 4: Área de Estudo. Fontes: <http://www.semc.rs.gov.br/atlas/geo.htm>; <http://www.semc.rs.gov.br/atlas/metodo.htm>; Google Earth.

A Querência é um bairro residencial, que também recebe uma grande quantidade de veranistas. A praia é muito utilizada por banhistas e pescadores e durante o veraneio e recebe um elevado número de freqüentadores, sobretudo nos finais de semana.

A região do Navio está localizada a 18 Km do centro do Balneário Cassino sendo muito utilizada para balneabilidade, pesca e para a prática de esportes náuticos. Por ser mais distante, vem sendo cada vez mais freqüentada, principalmente nos finais de semana, em função da superlotação de usuários nas praias do Cassino e da Querência. Levando-se em consideração a crescente expansão da atividade turística em nossas praias, facilmente notada pelo aumento do número de guaritas, prevê-se que praias mais distantes, como a do Navio, com características morfodinâmicas diferenciadas do Cassino e Querência necessitarão não só de uma maior infra-estrutura em termos de facilidades como também de informações relacionadas à sua morfodinâmica, expressa pela sua variabilidade hidrodinâmica e morfológica. Essas informações podem fornecer subsídios importantes à questão da segurança de banho as quais poderão ser transmitidas aos órgãos responsáveis pela mesma e daí para o usuário.

## **2.1.Aspectos Gerais da Área de Estudo**

### **2.1.1.Estudos Anteriores e Morfodinâmica da Área**

Os primeiros trabalhos sobre a morfodinâmica da Praia do Cassino foram realizados na década de noventa por Calliari & Klein (1993; 1995). Estes trabalhos utilizaram a classificação proposta por Wright & Short (1984) e os parâmetros morfométricos desenvolvidos por Short & Hesp (1982) para caracterizar os aproximadamente 220 Km de costa entre Rio Grande e Chuí. Os autores observaram três zonas morfodinamicamente diferentes ao longo da área analisada: proximidades da Barra do Rio Grande com características dissipativas, a localidade dos concheiros com

comportamento intermediário a refletivo e as demais regiões predominantemente intermediárias.

Outra característica importante destacada é a variação sazonal da praia. Durante o período de Novembro a Março prevalece um perfil de acresção, caracterizado por um maior estoque de sedimentos na porção subaérea, especialmente nas dunas. Entre os meses de Abril a Outubro, em contrapartida, a praia apresenta um perfil de erosão, ocorrendo uma migração do estoque de sedimentos para a porção subaquosa da praia, sobretudo para os bancos. Esta bisazonalidade é controlada pela variabilidade do regime de ondas que é dependente da passagem dos sistemas frontais, mais freqüentes e com maior intensidade no outono e inverno (Calliari & Klein, 1993).

Estudos específicos na praia do Cassino realizados por Calliari & Tozzi (2000) diferenciaram-na morfodinamicamente em três regiões: Terminal, Rua Bahia e Querência. Segundo os autores, o perfil do Terminal é o mais dissipativo apresentando menor mobilidade. O perfil Querência além de apresentar maior mobilidade que o Terminal, demonstra em grande parte do verão características intermediárias. Localizado em uma porção central entre os outros setores, o perfil da Rua Bahia apresenta características mistas entre estes. Estas diferenças estariam relacionadas à concentração da energia das ondas dos quadrantes Sul e Sudeste nas proximidades dos molhes da barra bem como a uma maior exposição às condições de Leste no setor mais ao Sul, nas proximidades da Querência. Calliari & Tozzi (2000) sugerem também que as condições da dinâmica ondulatória de Sul/Sudeste, especialmente quando associadas às marés meteorológicas, resultam em perfis dissipativos e situações erosivas, apresentando eventos extremos com alto poder de remobilização de sedimentos. As condições de Leste/Sudeste, em geral, geram perfis intermediários com tendência construtiva sob estados de baixa hidrodinâmica ocasionando um aumento no volume

sedimentar pela ação de longos períodos de baixa energia quando a dinâmica apresentasse com ondulações bem definidas.

Pereira da Silva (1998) estudando os sangradouros na região da Barça, distante 30 km ao Sul da praia do Cassino, utilizou os parâmetros morfométricos e classificou a praia como intermediária, tendo também observado uma marcante sazonalidade, confirmando, desta forma, as observações e classificações realizadas por Calliari & Klein (1993). Observações posteriores através de perfis abrangendo praia e dunas frontais Tozzi (1999), nos mesmos locais monitorados no início da década de 90 corroboram as observações levantadas por Calliari & Klein (1993).

Pereira & Calliari (2005) realizando monitoramento morfodinâmico de alta frequência durante os verões de 2002/2003 na região do Terminal Turístico classificaram a praia como sendo dissipativa em 56% dos perfis, e intermediária no estágio banco e cava longitudinal em 44% das vezes. Taxas de migração do primeiro banco em direção à costa apresentaram valores de 4,7 metros por dia.

O monitoramento diário realizado por Guedes (2006) concomitantemente com aparelhos na zona de surfe e sistemas de vídeo durante um projeto de estudo da lama do Cassino em frente à Querência evidenciaram, na maior parte dos dias analisados, 2 a 3 linhas de arrebenção que corresponderam respectivamente a 47,9 % e 43,8% do total de ocorrências. O setor apresentou também uma variação vertical muito pequena na área das dunas, pós-praia e face da praia, sendo as maiores na berma e zona de surfe onde os bancos foram bastante móveis. Como já verificado, este setor foi classificado como sendo de praias dissipativas, com a presença de estágios intermediários de banco e cava longitudinal. Entretanto a confecção de uma grade batimétrica através de 5 perfis paralelos e as observações do sistema Argus de vídeo evidenciaram pela primeira vez no Cassino a presença de ritmicidades pronunciadas ao longo dos primeiros bancos na

zona de arrebentação, estágio este descrito por Wright (1984) em seu modelo de banco único como banco e praia rítmica. O autor também determinou taxas de migração para o segundo banco, tendo encontrados valores máximos de 11,6 m/dia em direção ao mar e de 9,2 m/dia em direção à praia.

### **2.1.2. Características dos Sedimentos**

As praias da planície costeira do RS possuem, apesar da aparente homogeneidade, variações significativas nos tamanhos dos grãos relacionadas a fatores hidrodinâmicos e à herança geológica. Os primeiros estudos foram feitos por Martins (1967) que analisou sedimentos dunares e praias com o objetivo de estabelecer diferenças texturais ligadas aos seus agentes transportadores e deposicionais. Os sedimentos de dunas apresentaram uma tendência a serem muito bem selecionados e com assimetria positiva, enquanto os praias eram bem selecionados com assimetria negativas sendo areia fina (2-3 Ø) a classe granulométrica dominante para os dois subambientes. Variabilidade granulométrica com notável influência sobre a morfodinâmica costeira aparece na década de 90 quando Calliari e Klein (1993) observaram que os sedimentos mais finos da costa gaúcha estão localizados próximos à embocadura da Laguna dos Patos por influência da mesma. Os mais grossos estão em certas áreas ao Sul do Albardão onde sedimentos polimodais compostos de areia quartzosa grossa, media, fina e muito fina misturada com cascalho biodetrítico relacionado a fragmentos de conchas de moluscos.

Siegle (1996) realizou estudos de granulometria da Face Praial e do Pós-Praia na região compreendida entre o Farol da Conceição, distante 75 Km ao Norte do Molhe leste do Canal de Rio Grande, e o Arroio Chuí. Segundo o autor, existem setores com

características distintas: Um setor de 45 Km com sedimentos arenosos muito finos (2,5 a 2,9 Ø) localizado nas adjacências da embocadura da Laguna dos Patos; outro setor com sedimentos mais grossos (2,3 a 2,5 Ø) correspondente a classe areia fina e média abrangendo 120 Km e o terceiro setor com grãos grossos (1,9 a 2,1 Ø), tamanho correspondente a areia média e grossa, nas proximidades do farol da Conceição (localidade de Estreito) e nos Concheiros do Albardão onde areia quartzosa se encontra misturada a sedimentos biodetríticos.

Figueiredo & Calliari (2006) e Siegle (1996), caracterizaram a variação dos sedimentos nas adjacências da desembocadura da Laguna dos Patos encontrando um aumento do tamanho de grão em direção ao Navio observando que existe uma igualdade dos tamanhos de grãos entre os subambientes das regiões próximas da base do Molhe Oeste. Nas proximidades do Navio a distribuição se altera com o estirâncio demonstrando um tamanho de grão maior que a berma e o pós praia, sendo que estes dois últimos foram levemente menores e de tamanhos semelhantes.

### **2.1.3. Fonte dos Sedimentos**

Os sedimentos praias da costa do RS geralmente apresentam alta maturidade mineralógica (Pomerancblum & Costa, 1972). O complexo ígneo-metamórfico do escudo sul-rio-grandense e as rochas basálticas do planalto (Formação Serra Geral) são as fontes principais dos sedimentos (Pomerancblum & Costa, 1972). Os minerais oriundos destas rochas foram transportados e espalhados sobre a costa por uma drenagem pleistocênica diferente da encontrada atualmente. As areias pleistocênicas são, portanto, a principal fonte de sedimentos das praias modernas, contudo existem sedimentos finos vindos da plataforma continental interna composta pelo lençol

transgressivo holocênico de areia fina. (Martins, 1967; Martins da Silva, 1976; Villwock, 1987).

A Laguna dos Patos, apesar de possuir uma contribuição muito pequena, também fornece material arenoso oriundo da deposição atual estando, contudo, restrita à área de influência da descarga Lagunar a qual é inferior a duas dezenas de quilômetros em ambas direções (norte e sul) da desembocadura.

Figueiredo e Calliari (2006) estudando a sedimentologia adjacente às embocaduras da costa do RS, notaram a maior extensão dos sedimentos de influência lagunar para o Norte da barra do Rio Grande sendo essa influência detectada para o Sul até aproximadamente 18 Km do molhe oeste.

#### **2.1.4.Climatologia da Região**

O Sul do Brasil manifesta grande uniformidade climática, demonstrada pela predominância do clima mesotérmico, superúmido, sem possuir uma estação seca definida (Nimer,1989). Rio Grande está localizada na latitude 32.05°S, que se encontra na passagem da zona subtropical para a temperada. A maior influência no clima é o centro de alta pressão do Atlântico Sul, que aliado à proximidade da convergência subtropical e do sistema lagunar Patos-Mirim, imprime características temperadas-quentes sobre o local (Nimer,1989). Esta é uma região sujeita a mudanças muito bruscas das condições climáticas em função da passagem de frentes polares em frontogênese, que são perturbações de grande importância para o clima do sul do país e para a geração de tempestades oceânicas. A média destes sistemas frontais que atingem o Rio Grande do Sul ao longo do ano é de 6 a 6,5 por mês apresentando uma maior frequência no inverno do que no verão (Nobre *et al.*, 1986; Tomazelli, 1993).

### **2.1.5.Regime de Ventos**

O regime de ventos e massas de ar na área de Rio Grande é controlado por dois centros de alta pressão que são o Anticiclone do Atlântico Sul, caracteristicamente semi-fixo apresentando migrações sazonais conforme a estação do ano, e o Anticiclone Polar Migratório. O Anticiclone do Atlântico Sul exerce uma influência maior durante o verão, ocasionando os ventos do quadrante NE, enquanto o Anticiclone Polar Migratório possui uma maior incidência no inverno gerando os sistemas frontais e causando os ventos do quadrante SW (Fonzar, 1994; Tomazelli,1993). Estes dois sistemas se alternam favorecendo suas condições a cada mudança. (Godolphim, 1976; Nobre *et al.*, 1986).

Apesar de haver uma predominância do Vento NE existe uma variação sazonal bem definida com os ventos do quadrante SW sendo mais freqüentes de Maio a Agosto e os ventos do quadrante NE predominando de Novembro a Abril, contudo ambos podem ocorrer durante o ano todo proporcionando uma boa distribuição anual (Tomazelli, 1993; Motta, 1969).

Utilizando os dados da estação meteorológica da FURG Krusche *et al.* (2002) concluiu que os ventos predominantes nos meses de verão são oriundos da direção Leste e que os de inverno são da direção Oeste. Contudo, a estação considera uma média dos ventos registrados entre os quadrantes 0 e 90° como o predominante e, neste caso, próxima do Leste, mas a direção preponderante é a Nordeste.

### **2.1.6.Regime de Marés e Variações do Nível do Mar.**

A costa do Rio Grande do Sul apresenta uma amplitude de maré em torno de 50 cm por estar próxima a um ponto anfidrômico regional e por possuir uma configuração retilínea, aberta, sem reentrâncias e irregularidades que possam amplificar a onda de maré por efeitos de ressonância e convergência, podendo, segundo a classificação de Hayes (1979), ser classificada como micromaré. (Herz, 1977; Tomazelli e Villwock, 1992).

Contudo, além da maré astronômica, a maior influência na variação do nível do mar na região são das marés meteorológicas (*storm surges*) resultantes dos fortes ventos do quadrante Sul formados durante a passagem de sistemas frontais que causam empilhamento de água na costa devido à extensa zona de arrebentação, baixa pressão atmosférica e ao transporte de Ekman (Calliari *et al.*, 1998). Estes eventos podem elevar o nível do mar a 1 metro acima da maré astronômica, quando há a coincidência de uma maré meteorológica e uma maré de sizígia. Essa combinação é geralmente encontrada em Abril e Maio devido a maior amplitude da maré astronômica.

### **2.1.7.Regime de Ondas**

Por ser exposta, a costa do Rio Grande do Sul é extremamente influenciada por ondas, sendo estas o principal agente hidrodinâmico condicionante de seus processos (Tomazelli & Villwock, 1992,).

Os primeiros trabalhos referentes ao clima de ondas da costa gaúcha foram realizados por Motta (1967) através da análise de registros descontínuos ao longo de um ano em Tramandaí, no litoral Norte do Estado, em profundidades de 15 e 20 metros. Segundo os autores foram observadas com maior frequência altura e períodos

significativos em torno de 1,5 metros e 9 segundos respectivamente. Foram detectados também alturas e períodos de onda da ordem de 3,5 metros e 15 segundos geralmente associados a tempestades.

O clima de ondas ao longo da cidade de Rio Grande é praticamente igual ao de Tramandaí, segundo Motta (1969), que utilizou “Sea and Swell Charts” (U.S. Hydrographic Office) e empregou as mesmas conclusões do litoral Norte para a região.

A direção dominante da ondulação na região de Rio Grande é proveniente do quadrante Sudeste. Existem, contudo, dois regimes predominantes de propagação da ondulação: O primeiro é o da direção Sul-Sudeste, que possui ondas longas com períodos maiores caracterizadas como do tipo *swell*, o segundo são as ondas do tipo *sea* geradas localmente, que possuem tamanhos e períodos menores conhecidas como vagas e que se propagam preferencialmente na direção leste-sudeste (Strauch, 2001).

Existe uma sazonalidade bem definida no clima de ondas, os meses de inverno possuem uma altura significativa de 1 a 2 metros, correspondentes à normalidade do regime anual. Durante a primavera ocorrem as menores alturas e energias ao longo do ano, pois há uma predominância das ondulações oriundas do quadrante Leste/Sudeste. No Outono, em contrapartida, é a estação do ano onde acontecem os eventos mais extremos de altura. As tempestades extratropicais que atingem a região Sul são as responsáveis por estas diferenças no tamanho de ondas, ocasionando alturas acima de 7 metros. Durante o verão as condições são semelhantes à primavera, aparecendo, no entanto, uma maior ocorrência de ondas do quadrante Sul gerando uma maior presença das de média energia (Strauch, 2001).

Entre os anos de 1992 e 1995 Tozzi (1995) efetuou observações visuais sobre o clima de ondas na Praia do Cassino, observando um período significativo médio (Tsm) de 10,27 segundos e uma altura significativa média (Hsm) de 0,83 metros. O mesmo

autor encontrou também períodos significativos (Ts) acima de 15 segundos observados em poucos episódios que apresentaram igualmente as maiores alturas de onda, entre 1,5 e 2,5 metros, constituído de trens de ondas bem definidos oriundos de Sudeste.

Colli & Mata (1996) estudando o clima de ondas durante o ano de 1993 entre Cananéia, no estado de São Paulo e Baía Camarones, na Argentina, através de dados altimétricos do satélite TOPEX/POSEIDON observaram que os maiores valores médios ocorreram no Outono e inverno, ultrapassando 3,6 m, com limites variando entre 1,8 m e 3,8 m. Durante o verão as ondas obtiveram uma média máxima de 3,0 m e com uma variação de 1,4 m a 2,8 m.

#### **2.1.8. Corrente Litorânea**

As correntes dominantes na costa do Rio Grande do Sul é o transporte sólido de correntes longitudinais. Estas correntes são geradas principalmente por ondas e ventos e se constituem no principal agente transportador lateral de sedimentos e, conseqüentemente, os maiores responsáveis pelas transformações morfológicas das praias e dos ambientes litorâneos nesta região (Tomazelli & Villwock, 1992).

O sentido predominante da deriva litorânea para a costa do Rio Grande do Sul é para NE contudo também há a presença de correntes no transporte sólido do inverso, para SW (Tomazelli & Villwock, 1992). Apesar disto a corrente que possui maior capacidade de transporte de sedimentos é para NE, em função das ondulações (swell) com maior capacidade de transporte serem provenientes do quadrante SE (Tozzi e Calliari, 2000).

Fontoura (2004) estudou dados referentes à intensidade e direção das correntes longitudinais com o auxílio de ferramentas computacionais. Observando os percentuais

do fluxo para NE e SW, a distribuição destes segundo suas diferentes intensidades e a participação individual de cada um deles na dinâmica total para a praia do Mar Grosso em São José do Norte e Cassino encontrou 62% de predominância da ação das correntes de direção NE-SW, 34% SW-NE e sem corrente em 4% dos dias analisados. O autor notou também que as velocidades predominantes para a direção NE-SW foram de 0,2 a 0,4m/s com 50% das observações e para a direção SW-NE foi de 0 a 0,2m/s com 40% e 0,20-0,40 com 34%.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Granulometria**

##### **3.1.1. Amostragem de Sedimentos**

Foram realizadas duas amostragens superficiais com coleta de sedimento para a análise granulométrica e para o cálculo da velocidade de decantação da areia ( $W_s$ ).

A primeira foi realizada no dia 3 de Janeiro de 2006 quando foram feitas 82 amostras entre o Navio e a Querência com espaçamento aproximado de 1 Km entre as mesmas. As distâncias foram determinadas pelo odômetro da viatura da FURG sendo os pontos plotados em GPS no momento da amostragem. Na maioria das coletas foram amostrados a Face da Praia, Praia Média, Pós-Praia, Base da Duna Frontal, Crista da Duna e Pós-reverso (região posterior da duna) com exceções da Querência e no Navio, onde foram realizadas amostras no banco e na cava (Figura 5).

A segunda saída foi realizada nos dias sete e oito de Abril de 2006 quando foram coletadas 63 amostras entre a Querência e o Navio. Da mesma forma que anteriormente, a distância foi determinada por odômetro, e os pontos plotados em GPS a intervalos de 1,5 Km. Na maioria dos locais foram retirados sedimentos da Face da Praia, Praia Média, Pós-Praia, Pé da Duna Frontal, Crista da Duna e Pós-reverso com exceção do Navio e Querência onde foram incluídas amostras da Cava e do Banco (Figura 5).

Houve, adicionalmente, uma terceira amostragem com o objetivo de aumentar o  $n$  amostral do cálculo do  $W_s$ . Esta saída foi realizada em 15 de Fevereiro de 2006 e foram feitas coletas apenas no Navio e na Querência no subambiente da Face da Praia. Nesta amostragem, não houve amostras ao longo da praia entre os dois pontos, e por isso seus resultados não estão incluídos nos gráficos comparativos.

Todas as amostras obtidas receberam o mesmo processamento de coleta que consistiu da extração de aproximadamente 400 gramas de sedimento superficial até uma profundidade aproximada de 30 cm em cada ponto da praia com o auxílio de uma pequena pá e representam a média dos processos sedimentares ocorrentes em cada ambiente.



**Figura 5: Figura ilustrativa dos pontos de coleta de sedimentos. Pontos amarelos primeira amostragem, pontos vermelhos segunda amostragem. Fonte: Google Earth.**

A localização dos pontos de coletas das duas amostragens, conforme o registro obtido pelo GPS, está demonstrado na tabela 1 com o intuito de facilitar uma possível reprodução das condições em outras ocasiões.

**Tabela 1: Localização dos pontos de coleta das duas amostragens.**

Km	Amostragem 1		Amostragem 2		Km
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
Navio	32°17'46.44"S	52°15'51.51"W	32°17'46.42"S	52°15'51.34"W	Navio
1	32°17'14.91"S	52°15'33.41"W	32°17'5.84"S	52°15'21.16"W	1,5
2	32°16'44.01"S	52°15'4.79"W	32°16'25.25"S	52°14'49.36"W	3
3	32°16'12.19"S	52°14'39.88"W	32°15'45.70"S	52°14'17.25"W	4,5
4	32°15'41.62"S	52°14'12.02"W			
5	32°15'11.96"S	52°13'44.78"W	32°15'9.57"S	52°13'42.38"W	6
6	32°14'45.60"S	52°13'18.63"W	32°14'34.13"S	52°13'6.29"W	7,6
7	32°14'19.55"S	52°12'51.30"W	32°14'0.04"S	52°12'31.72"W	9,1
8	32°13'53.94"S	52°12'23.20"W			
9	32°13'28.85"S	52°11'56.32"W	32°13'22.44"S	52°11'48.93"W	10,6
10	32°13'3.79"S	52°11'24.24"W	32°12'52.32"S	52°11'16.61"W	12,1
11	32°12'36.02"S	52°10'53.30"W	32°12'20.23"S		
Querência	32°12'20.13"S	52°10'36.10"W		52°10'34.00"W	Querência

### 3.1.2. Processamento das Amostras

O processamento das amostras em laboratório com o intuito de se obter os dados de granulometria e do teor de carbonato de cálcio seguiu a metodologia proposta por Martins *et al.* (1978) e incluiu a retirada total do sal, secagem a temperatura de 80°C e retirada dos carbonatos por meio do tratamento com HCl.

A peneiragem foi feita com a retirada de 40 gramas do sedimento tratado, utilizando um quarteador do tipo Jones, que possibilita uma separação aleatória, e seguiu a metodologia proposta por Lindholm (1987) que consiste da passagem desta parcela de amostra em sucessivas peneiras que separam os respectivos tamanhos de grãos escolhidos (figura 6). Foi usado um intervalo de abertura entre as peneiras de  $\frac{1}{4}$  de phi da escala de Wentworth (1922), objetivando um maior detalhamento das amostras durante a análise granulométrica. Esta notação phi é o logaritmo negativo na base dois do diâmetro das partículas em milímetros (Krumbein, 1934). O material que ficou retido em cada peneira foi pesado e o resultado colocado em tabelas na forma de percentagens do peso inicial da amostra, que significam a frequência simples de cada tamanho de grão tendo-se, com estes dados, também a frequência acumulada.



**Figura 6: Processo de peneiragem, fonte: Arquivo pessoal.**

### **3.1.3. Análise Granulométrica**

As análises granulométricas foram realizadas no Laboratório de Sedimentologia do LOG/DGEO/FURG e classificadas de acordo com a metodologia proposta por Folk & Ward (1957). Este método classifica uma amostra através do selecionamento, achatamento e tendência com base nas curvas de frequência simples e acumulada.

Os dados de frequência simples foram plotados em tabelas do software Sysgran (Camargo, 2005) que calcula os parâmetros estatísticos dos sedimentos conforme a metodologia descrita por Folk e Ward (1957). Os principais parâmetros analisados foram a média aritmética dos tamanhos de grãos assim como a mediana, o desvio-padrão e a assimetria.

#### **Média aritmética (Mz)**

É um parâmetro que representa bem o diâmetro médio de grão já que não se baseia em um único tamanho de grão ou classe de tamanho. A média é considerada a medida de tendência central mais importante, porque ela é determinada pela fonte de sedimento, agente transportador e pelo ambiente deposicional. A fórmula para o cálculo da mesma é:

Média aritmética: 
$$Mz = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3}$$

**Desvio Padrão ou Seleção ( $\sigma$ )**

É a variação dos tamanhos de grão a partir da média aritmética. Determina o grau de dispersão das classes granulométricas em relação à sua média, representando assim o selecionamento da amostra. Demonstrando a maior ou menor habilidade dos agentes geológicos em selecionar um determinado tamanho de grão (figuras 7, 8 e 9).

Desvio Padrão: 
$$\sigma = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6,6}$$

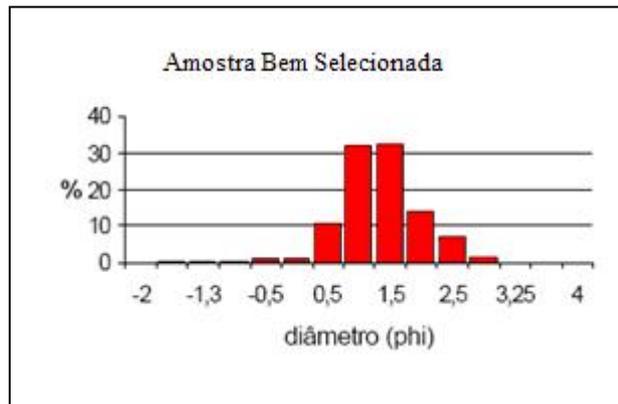


Figura 7: Histogramas de uma amostra bem selecionada. Fonte:

<http://www.dern.ufes.br/oceano/estudantes/aulas/ocgeo/geosed/textura.pdf>

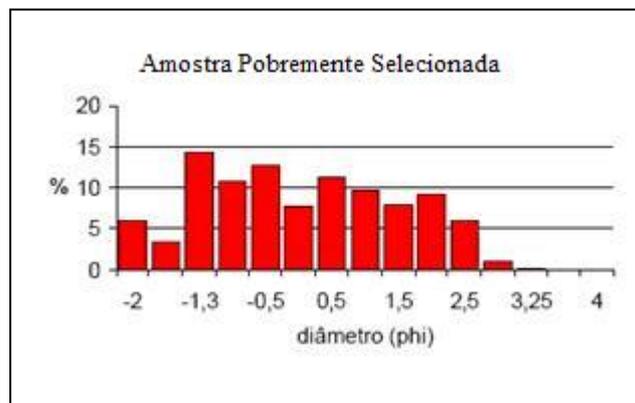
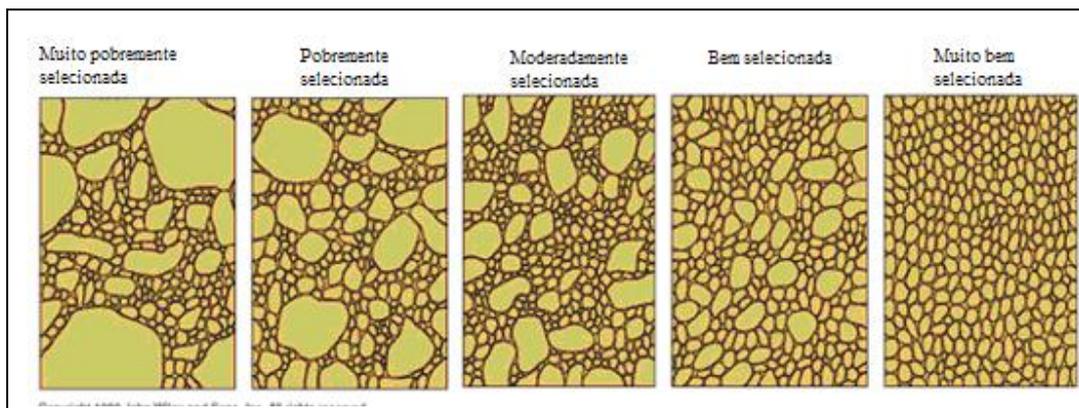


Figura 8: Histogramas de uma amostra pobremente selecionada. Fonte:

<http://www.dern.ufes.br/oceano/estudantes/aulas/ocgeo/geosed/textura.pdf>



**Figura 9: Demonstração do grau de seleção de uma amostra. Fonte:**

<http://www.dern.ufes.br/oceano/estudantes/aulas/ocgeo/geosed/textura.pdf>

### **Assimetria (Sk)**

É a inclinação da curva da média aritmética para um dos lados em relação à distribuição normal. Mede o grau de seleção do lado que pende a “cauda” da curva.

Quando a curva da média se deslocar para a direita e apresentar uma cauda maior para o extremo dos finos, a assimetria é considerada positiva, quando estiver para a esquerda e a curva demonstrar a cauda maior para o lado dos grosseiros, a assimetria é dita negativa (figura 10).

$$\text{Assimetria:} \quad SK = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

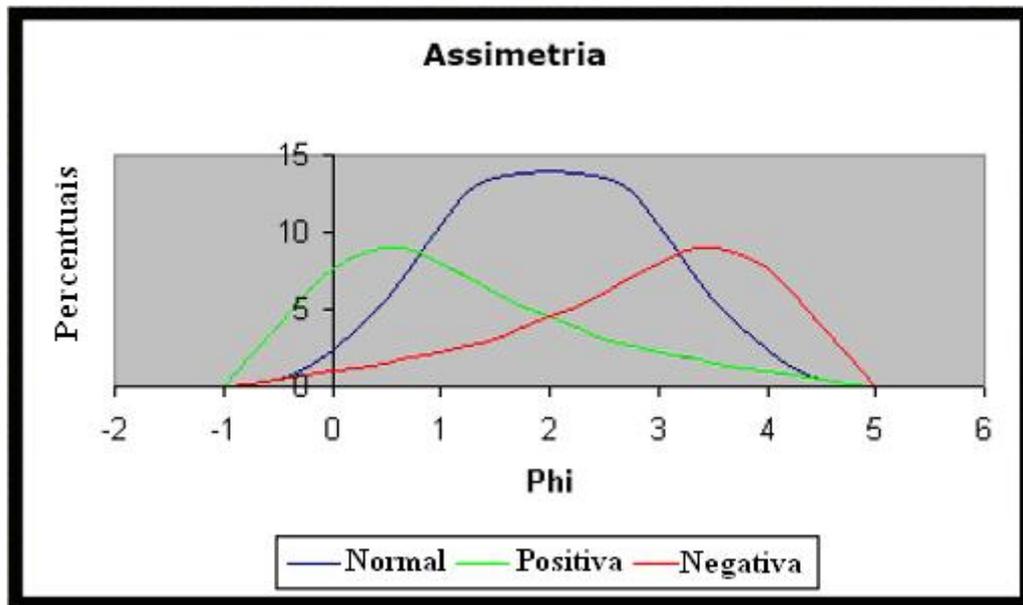


Figura 10: Gráfico dos tipos de curvas de assimetria. Fonte:

<http://www.dern.ufes.br/oceano/estudantes/aulas/ocgeo/geosed/textura.pdf>

### Curtose

A curtose é a medida do achatamento da distribuição granulométrica de uma amostra. Esta é determinada pela proporção entre o grau de seleção do centro da distribuição e das extremidades. Segundo a curtose uma amostra pode ser classificada como mesocúrtica (curva normal), leptocúrtica (curva aguda) e platicúrtica (curva achatada) (figura 11). A curtose representa a uniformidade do agente selecionador e é muito utilizada em diagramas de dispersão para diferenciar subambientes.

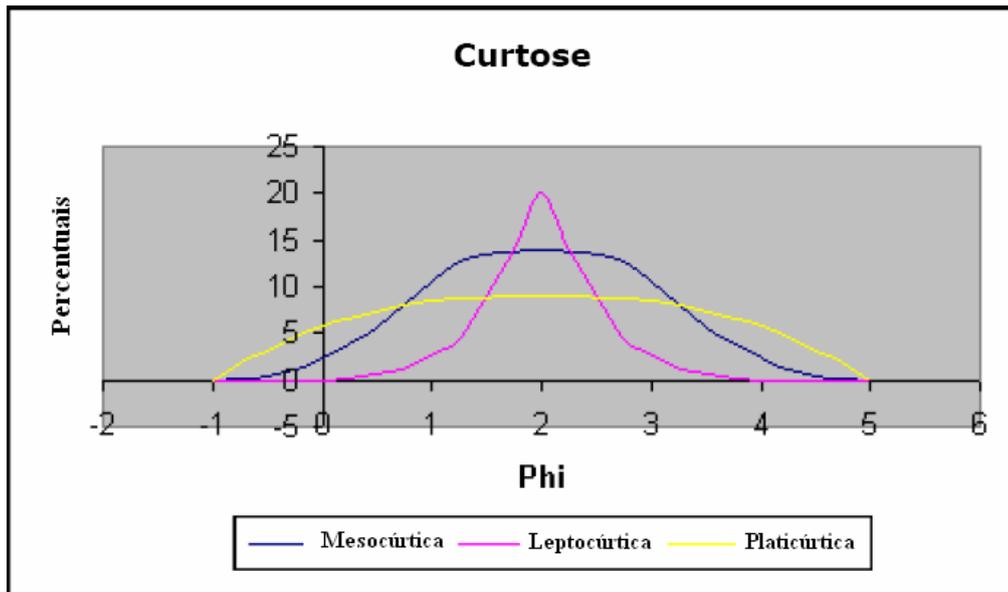


Figura 11: Gráfico dos tipos de curvas de curtose. Fonte:

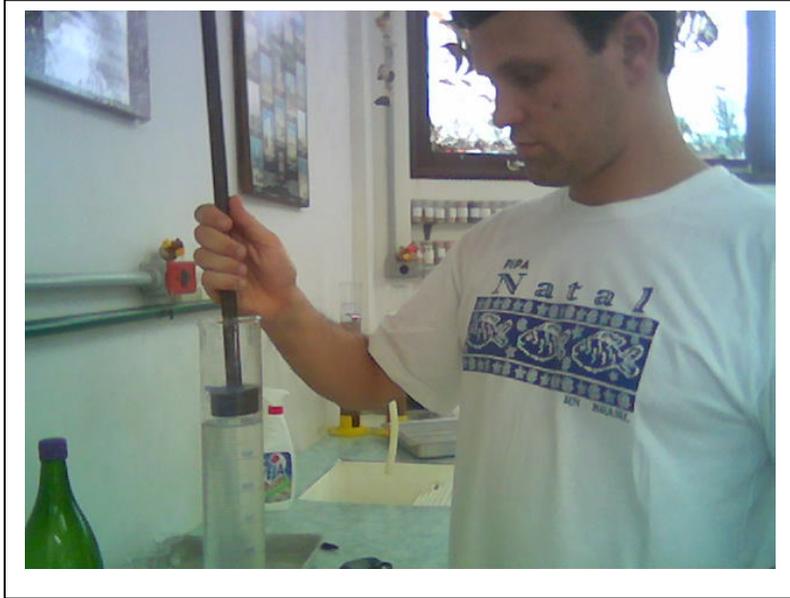
<http://www.dern.ufes.br/oceano/estudantes/aulas/ocgeo/geosed/textura.pdf>

### 3.1.4. Obtenção da Velocidade de Decantação das Partículas ( $W_s$ )

O processo de obtenção da velocidade de decantação das partículas iniciou com a escolha das classes granulométricas percentualmente mais representativas em todas as três amostras de sedimento da face da praia realizadas na Querência e no Navio. O processo se iniciou através da análise dos histogramas e do cálculo dos percentuais de cada classe granulométrica na soma das três amostragens efetuadas (histogramas em anexo). Foram escolhidos para a Querência os tamanhos de 2,5 phi; 2,75 phi; 3 phi e 3,25 phi que correspondem juntos a 88,82% do total da soma de todos os tamanhos de grãos das três amostras realizadas na face da praia deste local, os outros 11,18% estão divididos em granulometrias que não possuíam quantidade suficiente para a realização do experimento. Para o Navio foram escolhidos 2 phi, 2,25 phi; 2,5 phi e 2,75 phi correspondendo a 86,76 % do total das três amostras com o restante 13,24% também divididos em granulometrias que não apresentavam grãos com abundância necessária para que se efetuasse o experimento.

Os grãos foram separados por peneiramento das amostras originais para a realização do experimento. Foram filtrados 10 litros de água da praia do Cassino em filtro de acetato para material em suspensão da marca Millipore com 0,45 micras de abertura dos poros com o intuito de efetuar os ensaios com condições de densidade semelhantes às da praia.

O experimento consistiu da utilização de uma proveta com 1 litro da água do mar a 20° C previamente filtrada. Para se obter o valor de decantação das partículas liberou-se uma quantidade de cada classe peneirada na superfície da água cronometrando-se o tempo necessário para que a porção inicial e final da “nuvem” de sedimentos em decantação atingisse o fundo da proveta a uma distância constante de 34,6 cm, correspondente a altura da proveta. Nesta etapa contamos com o auxílio de um êmbolo nos quais os grãos eram “presos” com auxílio de detergente borrifado na superfície do mesmo o qual minimizava o efeito da tensão superficial quando da introdução deste na superfície da água (figura 12). Durante o experimento a água da proveta foi trocada várias vezes para manter suas características de densidade.



**Figura 12: Fotografia ilustrativa do experimento que determinou a velocidade de decantação das partículas sedimentares.**

De posse dos valores máximos e mínimos de decantação da “nuvem” correspondente a cada granulometria selecionada, calculou-se a média entre eles. Com um n amostral de 13 repetições para cada classe encontrava-se o  $W_s$  dos tamanhos de grãos peneirados com a média dos treze resultados de cada granulometria.

O  $W_s$  das praias foi determinado através do cálculo da média ponderada a qual representa o que cada classe granulométrica escolhida contribui em relação à soma total de todas as classes. Assim é possível verificar como o peso percentual de cada velocidade encontrada para os diferentes tamanhos contribuíram para o  $W_s$  total das amostras.

Considerando a velocidade de decantação que cada tamanho de grão demonstrou nos experimentos,  $W_{s1}$ ,  $W_{s2}$ ,  $W_{s3}$ , ... $W_{sn}$ , de forma que esteja sujeito a um peso percentual no total das três amostras: %1, %2, %3, ..., %n. A média aritmética ponderada destas n velocidades é a soma dos produtos de cada uma por seu peso percentual, dividida pela soma dos próprios pesos percentuais, isto é:

$$Ws_1 * \%1 + Ws_2 * \%2 + Ws_3 * \%3 + \dots + Ws_n * \%n$$

$$P = \frac{\dots}{\dots}$$

$$\%1 + \%2 + \%3 + \dots + \%n$$

Por exemplo, para o Navio os valores de Ws e do percentual que cada tamanho de grão analisado no total das três amostragens são como está demonstrado na tabela 1.

**Tabela 2: Percentual e velocidade de decantação das classes granulométricas mais representativas nas três amostragens de sedimento.**

phi	% nas três amostras	Ws m/s
2	18,42	3,78
2,25	29,08	3,14
2,5	26,79	2,78
2,75	12,47	2,17
$\Sigma \% = 86,76$		

Assim , a fórmula da média ponderada para o local é:

$$3,78 * 18,42 + 3,14 * 29,08 + 2,78 * 26,79 + 2,17 * 12,47$$

$$Ws (\text{Navio}) = \frac{\dots}{\dots}$$

$$18,42 + 29,08 + 26,79 + 12,47$$

Que dará o resultado:

$$262,77$$

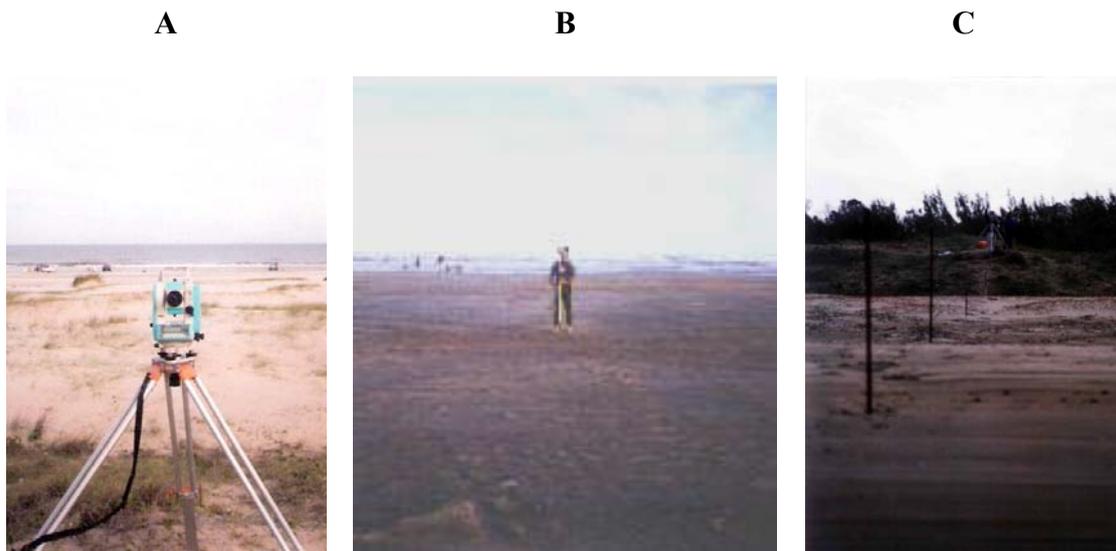
$$Ws (\text{Navio}) = \frac{\dots}{\dots} = 3,02 \text{ m/s}$$

$$86,76$$

## 3.2. Morfodinâmica

### 3.2.1. Obtenção dos Perfis Praiais

Foram realizados entre 03/01 e 28/2 de 2006, 84 perfis topográficos transversais à linha de costa sendo 44 na Querência e 40 no Navio Altair. Os dados foram obtidos com uma estação total Nikon DTM-330 (figura 13a), e um prisma óptico (figura 13b). Ao longo do perfil utilizavam-se balizas para melhorar a visualização exata do perfil especialmente quando o prisma era levado para a zona submersa da praia já que neste local a visualização do RN era mais difícil (figura 13c).



**Figura 13: A)Foto da Estação total. B) Foto do prisma ótico em campo sobre um pequeno derrame de lama na Querência. C) Alinhamento de estacas**

Procurou-se manter uma frequência diária de monitoramento tendo-se levantado a máxima distância possível entre os marcos (RN) e a zona subaquosa do perfil que normalmente correspondia ao segundo banco. As distâncias alcançadas nos perfis foram condicionadas pelo estado do mar, especialmente pela presença de correntes litorâneas e ondas altas e de baixo período as quais dificultavam a permanência do pesquisador na zona de arrebenção, situação essa mais freqüente no setor do Navio Altair,

dificultando o acesso ao segundo banco. Em dias de grandes ressacas foram canceladas as amostragem no Navio em função da impossibilidade de trafegar pela praia.

### **3.2.2. Metodologia de Obtenção do Alinhamento dos Perfis em Relação à Linha de costa**

O alinhamento foi obtido com a utilização da Carta Náutica número 2100 referente à costa Sul-brasileira compreendendo a região de Mostardas à Rio Grande. Nesta carta foi desenhada uma reta perpendicular a um segmento tangente à linha de costa. Auxiliado pela rosa dos ventos da carta náutica obteve-se a orientação verdadeira desta perpendicular a qual consistiu no valor de  $303^{\circ}30'$ . Para determinação da orientação magnética foi somado o valor de  $13^{\circ}10'W$  correspondente à declividade magnética da carta do ano de 1995 adicionado do valor de  $1^{\circ}20'W$  correspondente a 10 anos de declividade anual relativa a  $8'W/ano$ . O valor obtido foi  $317,6^{\circ}$  que corresponde à tangente da costa e dele diminuiu-se  $180^{\circ}$  chegando a um valor de  $137,6^{\circ}$  o qual significa a orientação em relação ao Norte Magnético. Para se encontrar o ângulo com a torre do TECON rotacionou-se, durante a primeira saída para coleta de perfis no dia três de Janeiro, a estação até o ponto de  $137,6^{\circ}$  em relação ao Norte Magnético de uma bússola, encontrando assim o alinhamento do perfil. Neste ponto a estação teve seus ângulos zerados e posteriormente alinhou-se o aparelho com a torre, obtendo o valor de  $88^{\circ}18'36''$ . A partir disto todos os perfis contaram com o procedimento inverso para serem estacionados, alinhava-se a estação com a torre do TECON, zerando-se e rotacionando-se  $88^{\circ}18'36''$  em direção à praia. O RN da Querência já tinha sido utilizado por outras equipes e o seu alinhamento já estava determinado.

### 3.2.3. Obtenção dos RNs (Níveis de Referência)

A elevação do RN localizado na Querência (5,043 m em relação ao nível zero do DGPS) foi estabelecida sobre um marco de concreto previamente instalado com o auxílio de um DGPS Trimble de 30 mm de precisão em relação à cota conhecida de um ponto geodésico do IBGE localizado em Rio Grande. Desta forma definiu-se um datum vertical (cota zero) para todos os perfis deste local. O marco de concreto da Querência que está instalado sobre as dunas frontais nas coordenadas lat= -32,2053918 e long= -052,1768157 (WGS 84) permite ancorar os perfis os quais seguem sempre o mesmo alinhamento que era obtido segundo o esquema representado na Figura 14 e compreendia uma visada à Torre do Terminal de Containeres (TECON) localizada nas margens do Canal do Norte do Porto de Rio Grande, depois de alinhada era rotacionada 100° em direção à praia.

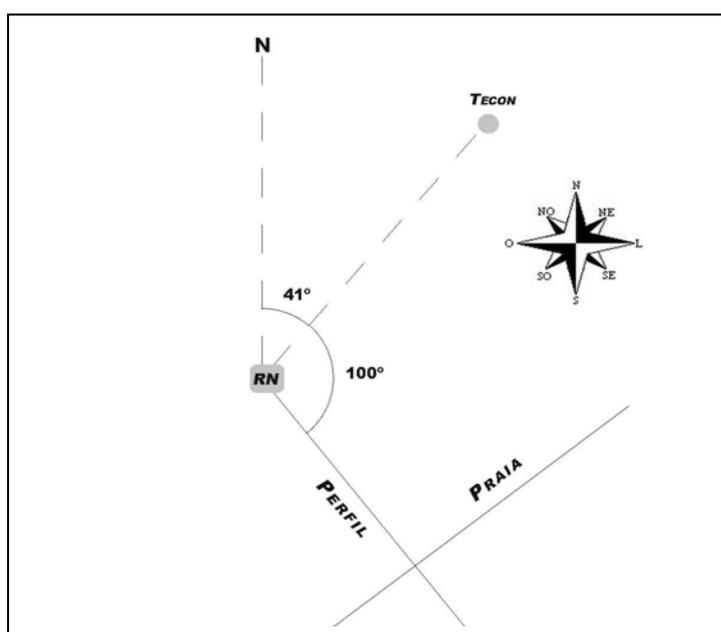
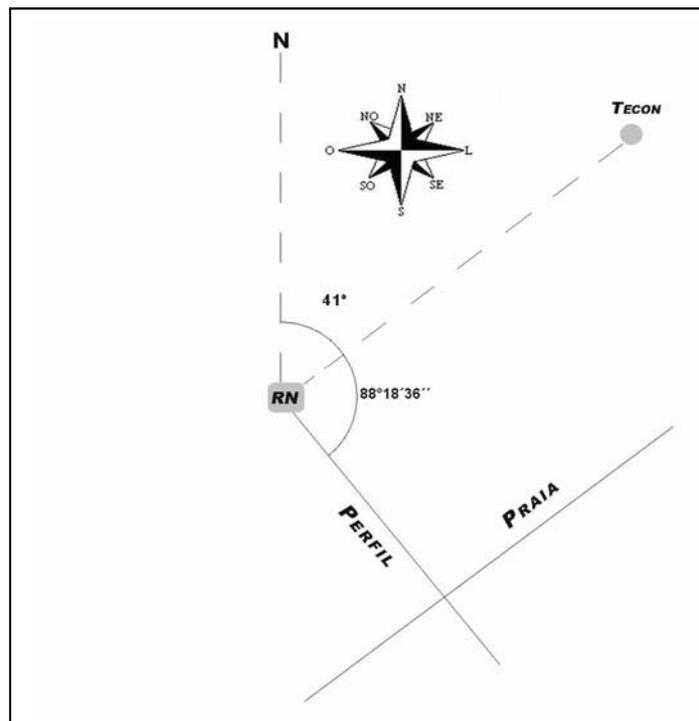


Figura 14: Esquema de posicionamento e orientação do perfil Querência, adaptado de Guedes (2006).

A elevação do RN localizado no Navio (4,802 m em relação ao nível zero do DGPS) foi determinada no dia 26/08/2006. Foram utilizados dois receptores ProMark2

de fabricação da Thales Navigation. Um dos receptores foi colocado sobre o marco base na EMA, o qual já possuía localização (latitude e longitude) e altura conhecidos, e o outro sobre o marco instalado próximo ao Navio Altair. Ambas as unidades foram acionadas simultaneamente para a coleta dos dados. O RN do Navio está localizado nas dunas frontais e apresenta as coordenadas  $\text{lat}=32^{\circ}17'45.03''\text{S}$  e  $\text{long}=52^{\circ}15'53,80''\text{W}$ . O procedimento de obtenção do alinhamento foi semelhante ao da Querência (figura 15), apenas modificando o grau de rotação em relação à mesma torre para  $88^{\circ}18'36''$ .



**Figura 15:** Esquema de posicionamento e orientação do perfil Navio, adaptado de Guedes (2006).

#### **3.2.4. Obtenção Gráfica dos Perfis**

Os dados dos perfis topográficos gravados na Estação Total foram transferidos para um computador utilizando o software Geofice®. Posteriormente, foram trabalhados nos programas Microsoft® Excel 2003 onde foram separados os valores de altura e distância do Datum disponibilizados pela estação. Neste programa, somou-se a

altura à altitude em relação ao nível zero do mar do marco de concreto instalado na duna. Com este valor relacionado com o de distância do Datum transformaram-se os dados em blocos de notas diários os quais foram inseridos em programas que graficaram os perfis.

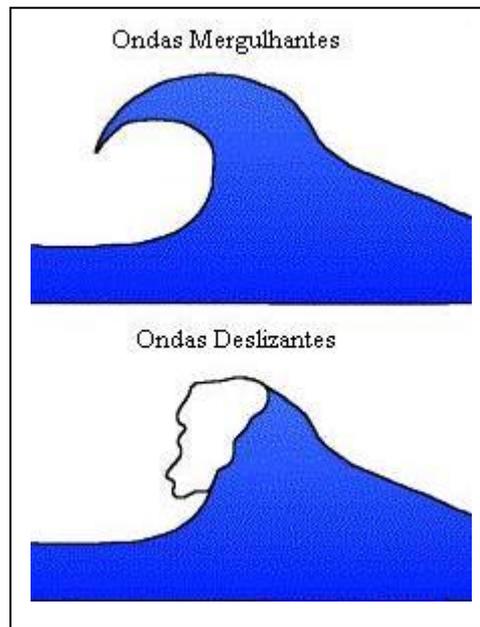
### **3.3. Observações visuais e Dados Meteorológicos**

#### **3.3.1. Observações visuais**

Durante as amostragens dos perfis foram coletados dados hidrodinâmicos através de observações visuais. A altura significativa na arrebentação ( $H_b 1/3$ ) foi obtida medindo-se a diferença de altura entre a crista e cava das ondulações. O período ( $T 1/3$ ) foi medido pelo tempo decorrido da passagem de onze ondas consecutivas em um ponto fixo na arrebentação e dividido por dez, procedimento este que era repetido uma dezena de vezes, seguindo metodologia utilizada por outros trabalhos realizados do LOG. A altura e o período significativo utilizados eram escolhidos entre os 1/3 de todas as observações em que se destacavam as maiores alturas e os maiores períodos medidos em um dia de observações.

Fez-se também a classificação do tipo de arrebentação em deslizante (*Spilling*) ou mergulhante (*Plunging*) (fig16), por serem as que ocorrem na praia do Cassino. No tipo deslizante, (fig17) as mesmas quebram de forma gradual com a sua crista se deformando e deslizando por sobre a face da onda, são características de praias de pequena declividade e percorrem grandes distâncias na zona de arrebentação. Na arrebentação mergulhante (fig18) a crista se lança direto para a base, formando um tubo entre a face da onda que se torna côncava e a crista que passa à frente dela e que se torna convexa. Este tipo de onda cria uma grande espuma que se dissipa rapidamente, é

comum de praias mais íngremes e percorrem médias a curtas distâncias na zona de arrebentação.



**Figura 16: Figura esquemática dos tipos de arrebentações.**

**Fonte: [www.surfrider.org/Prattes\\_reef/images/ChadC8.gif](http://www.surfrider.org/Prattes_reef/images/ChadC8.gif)**



**Figura 17: Foto da Praia da Querência com arrebentação deslizante.**

**Fonte: Sistema Argus Querência**



**Figura 18: Foto de onda com arrebenção mergulhante na Praia do Navio.**

**Fonte: Arquivo pessoal de Henrique Martins.**

Os dados de correntes foram obtidos visualmente e classificados segundo sua intensidade em ausente, muito fraca, fraca, moderada, forte, e muito forte e ausente, além de ser diferenciada pela direção conforme o quadrante para a qual se dirigia. A deriva do pesquisador em relação ao alinhamento das estacas e à estação foi o método visual utilizado para avaliar as correntes.

### **3.3.2.Dados Meteorológicos**

A Estação Meteorológica mais próxima aos dois pontos de coleta é a instalada na FURG (8° DISME, nº 83995) de onde foram retirados os dados de direção e intensidade dos ventos nos períodos de Dezembro de 2005 a Maio de 2006. A estação está localizada nas coordenadas de Latitude 32°04'45"S e Longitude 52°10'03"W, distante quatorze quilômetros da Querência e a vinte e cinco quilômetros do Navio, e segue as normas e padrões da Organização Meteorológica Mundial (Krusche, 2002).

A direção e intensidade do vento também foram registradas visualmente. Sendo a direção classificada conforme o quadrante de onde era oriundo e a intensidade da mesma forma que as correntes de deriva.

## **4.RESULTADOS E DISCUSSÃO**

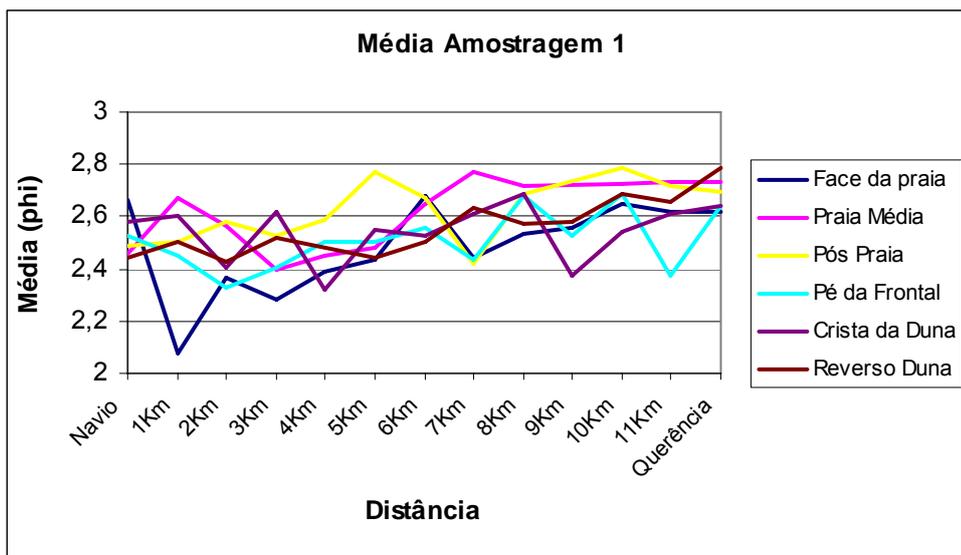
### **4.1. Análise Granulométrica**

#### **4.1.1. Distribuição Longitudinal dos Sedimentos**

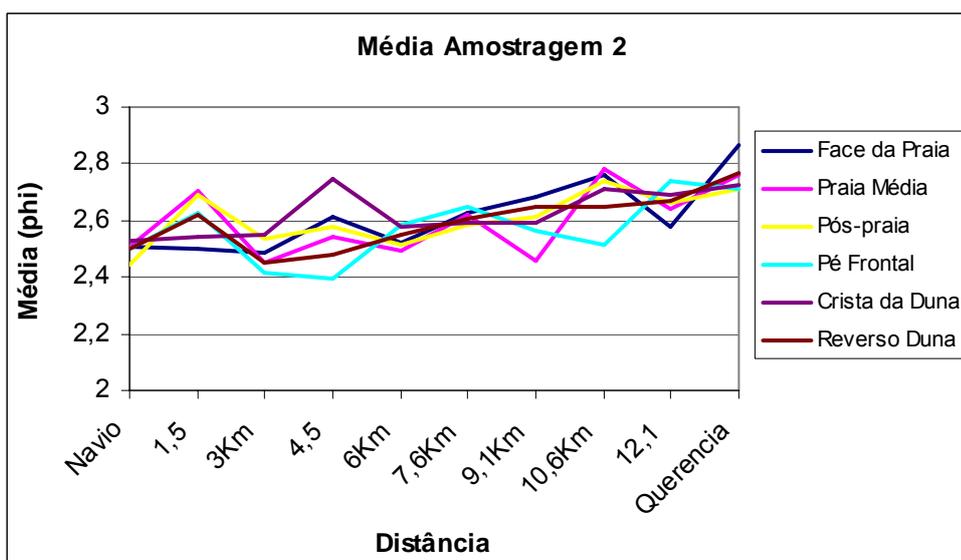
Com o objetivo de analisar e entender os processos sedimentológicos atuando longitudinalmente e transversalmente à praia, procedeu-se a análise dos parâmetros estatísticos ao longo da área e nos subambientes determinados na amostragem. Para tanto foram formuladas duas fases analíticas dos dados. Uma delas é a observação da distribuição dos parâmetros estatísticos propostos por Mason e Folk (1958), Friedman (1961, 1967), Stapor & Tanner (1975), Fox *et al.* (1966) e a outra é a análise de diagramas de dispersão propostos por Mason e Folk (1958), ambos estudos são utilizados por vários autores.

#### **Distribuição Longitudinal da Média Aritmética**

As análises ao longo da área de estudo demonstraram que há um aumento no tamanho médio de grão em direção ao Navio (figuras 19 e 20). Observando-se a distribuição granulométrica das amostras encontram-se sedimentos praias com média de tamanho de grão em torno de 2,75 phi para todos os subambientes para a região da Querência e por volta de 2,5 phi para os do Navio.



**Figura 19.** Variação do tamanho médio dos grãos entre as duas regiões estudadas em seis subambientes representativos do sistema praial na primeira amostragem realizada.



**Figura 20:** Variação do tamanho médio dos grãos entre as duas regiões estudadas em seis subambientes representativos do sistema praial na segunda amostragem realizada.

Analisando os gráficos das figuras 19 e 20, observa-se uma oscilação média ao longo da praia mas com uma visível tendência de aumento da granulometria (diminuição no parâmetro phi) em direção ao Navio na maioria dos subambientes. Apesar de não existir uma mudança abrupta neste padrão, uma região localizada a 4Km

antes do navio parece ser a área de mudança de areia fina tendendo à muito fina para areia fina tendendo à média em vários subambientes. Durante as saídas observou-se que esta é uma área que a berma, em geral, torna-se mais íngreme que a Querência e esta conectada a uma praia média composta de areia recente (considerada areia fofa) tornando a trafegabilidade dos carros mais difícil (figura 21), especialmente por ocasião das marés meteorológicas.

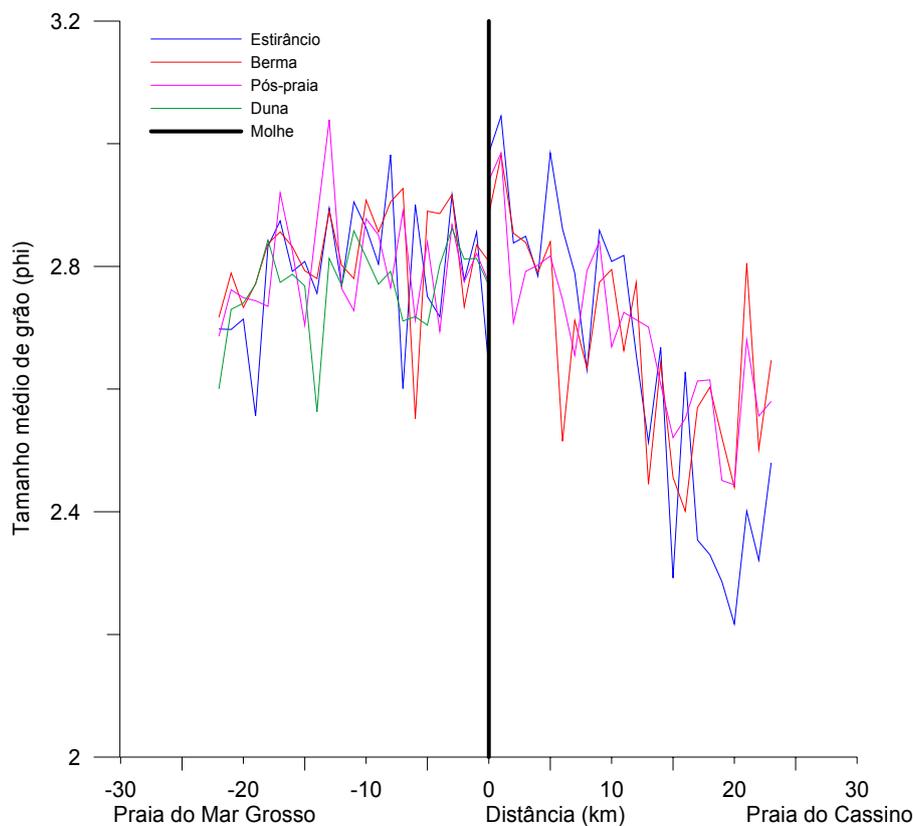


**Figura 21: Figura ilustrativa da região em que começa a modificar a areia fina tendendo a muito por areia fina tendendo a média.**

Observa-se, contudo, que existe uma tendência de uma menor diminuição do tamanho médio de grãos na crista da duna, sendo que na segunda amostra houve um decréscimo muito sutil. Este comportamento pode estar relacionado com os processos de transporte e deposição do sedimento já que o subambiente citado é de influência de processos inteiramente eólicos, enquanto todos os outros, inclusive a base da duna, sofrem alguma influência do espraiamento das ondas, mesmo que somente durante as ressacas.

Segundo Siegle (1996) e Figueiredo (2005) (figura 22) a granulometria é diferente nas duas praias estudadas devido à lagoa e a barra da mesma que influencia o

sistema praiial adjacente introduzindo areia muito fina até a distância de 14 a 18 Km ao Sul dos molhes. Isso significa uma extensão de aproximadamente quatro a oito quilômetros antes do Navio, exibindo grande analogia com os resultados encontrados. Considerando que este trabalho possui amostragens mais detalhadas foi possível caracterizar o gradiente de mudança do tamanho de grão, pois a região de 4Km antes do Navio, destacada como sendo a transição de areia tendendo a muito fina para tendendo a média, corresponde a 18 Km da base do Molhe Oeste.



**Figura 22: Tamanho médio de grão na praia do Cassino e Mar Grosso. Fonte: Figueiredo (2005). O ponto zero representa os molhes de Rio Grande.**

Figueiredo & Calliari,(2006), quando do estudo da sedimentologia adjacente as embocaduras na costa do RS, mais especificamente a da Lagoa dos Patos (Figura 22) observaram que os subambientes apresentam maior diferenciação à medida que se afastam dos Molhes sendo que na Querência (Km 10 da figura), os tamanhos de grãos são semelhantes para os diversos subambientes do perfil praiial. Este padrão pode ser

também observado para o estudo das amostragens que realizamos, mesmo que de forma mais sutil. Observa-se este comportamento especialmente pelo gráfico da Figura 22, correspondente à primeira amostragem, o qual indica que nas proximidades da Querência os subambientes se caracterizam por uma maior homogeneidade em seus tamanhos médios que no Navio. A segunda amostragem (figura 20), contudo, não demonstrou esta diferenciação.

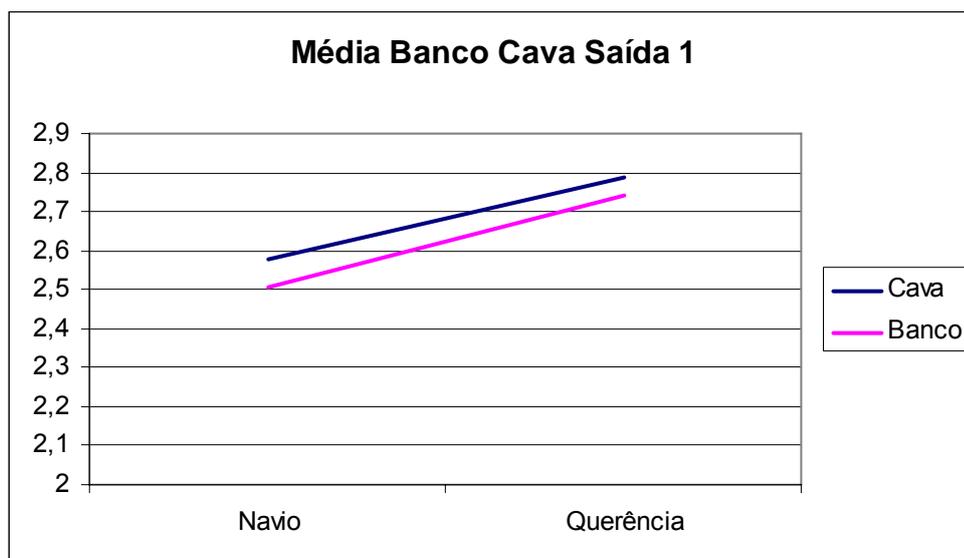
O fato da costa ser dominada por tempestades que frequentemente atingem as dunas frontais, causa homogeneização na distribuição sedimentar especialmente onde dominam areia fina e muito fina. Em razão disto não existe uma diferenciação pronunciada entre os subambientes em ambas as praias, sendo possível diferenciar somente um sub-ambiente, a face da praia da primeira amostragem.

Segundo Wright (1980), as praias dissipativas em geral sofrem grande influência de tempestades e tendem a homogeneizar mais os sedimentos entre os seus subambientes, notadamente aqueles que são frequentemente retrabalhados pelo avanço do mar durante as marés meteorológicas. Mesmo que praias intermediárias apresentem maior mobilidade a qual pode levar a diferenciação sedimentar, são também seguidamente retrabalhadas pelas ressacas em regiões em que estas são frequentes. Segundo Nobre *et al.* (1986) e Tomazelli (1993) toda a costa gaúcha é uma região dominada por tempestades as quais são mais abundantes no inverno embora também ocorram no verão. Esta bisazonalidade é controlada pela variabilidade do regime ondulatório que é dependente da passagem dos sistemas frontais (tempestades), geralmente mais frequentes e com maior intensidade no outono e inverno (Calliari & Klein, 1993).

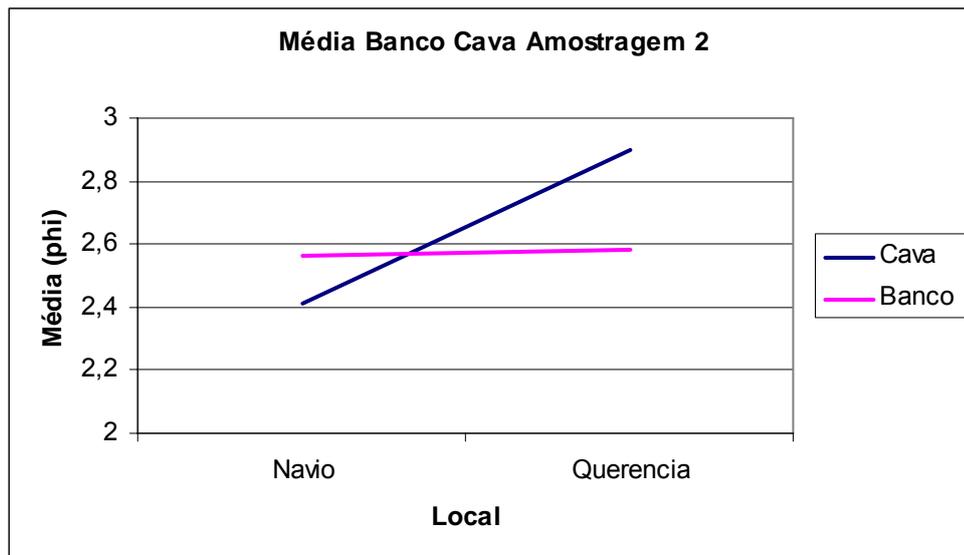
A variação encontrada entre as duas amostragens de sedimentos pautadas pela maior diferenciação, mesmo que sutil, dos subambientes na primeira amostragem está

possivelmente relacionada à época das coletas. A primeira foi feita em Janeiro e reflete a influência dos processos eólicos que tendem a diferenciar os tamanhos de grãos entre os subambientes já que possui uma capacidade mais seletiva de transporte de tamanhos de grãos. A segunda foi realizada entre sete e oito de Abril e corresponde ao domínio das tempestades de Outono, que tendem a homogeneizar mais a distribuição granulométrica dos sedimentos nos diferentes subambientes por estender a ação das ondas até a base da duna frontal.

Durante a primeira e a segunda amostragem, foram realizadas amostras na cava e no primeiro banco apenas nos pontos amostrais da Querência e do Navio, para verificar mais claramente a diferença granulométrica entre as praias. Os resultados estão plotados separadamente (figuras 23 e 24).



**Figura 23: Tamanho médio dos grãos na cava e no banco do Navio e da Querência da primeira amostragem.**



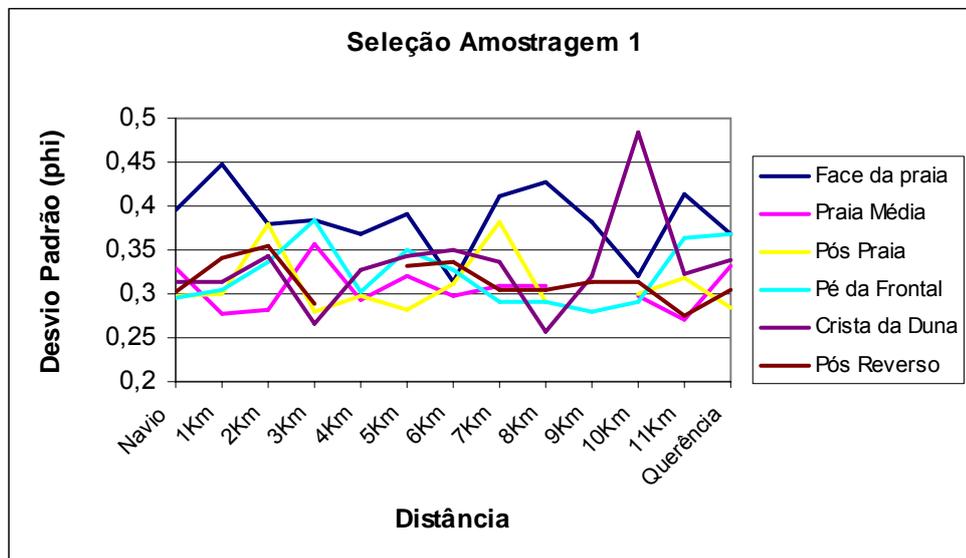
**Figura 24: Tamanho médio dos grãos na cava e no banco no Navio e na Querência da segunda amostragem.**

Observa-se que estes dois subambientes possuem tamanhos de grão maiores que os outros, especialmente no Navio. Isto se dá porque ambos localizam-se na parte subaquosa da praia, tendo como agentes responsáveis por seus processos de transporte e deposição toda uma gama de processos hidrodinâmicos associados à zona de arrebenção, que são mais efetivos nesta praia conforme será explicado nas observações visuais. Os diferentes comportamentos na variação dos tamanhos de grãos das duas amostragens podem refletir a oscilação do parâmetro que estão sujeitos todos os subambientes analisados, fato que pode ser mais bem elucidado por outros estudos com uma amostragem longitudinal dos bancos e cavas entre os dois locais nos moldes das realizadas para os demais subambientes.

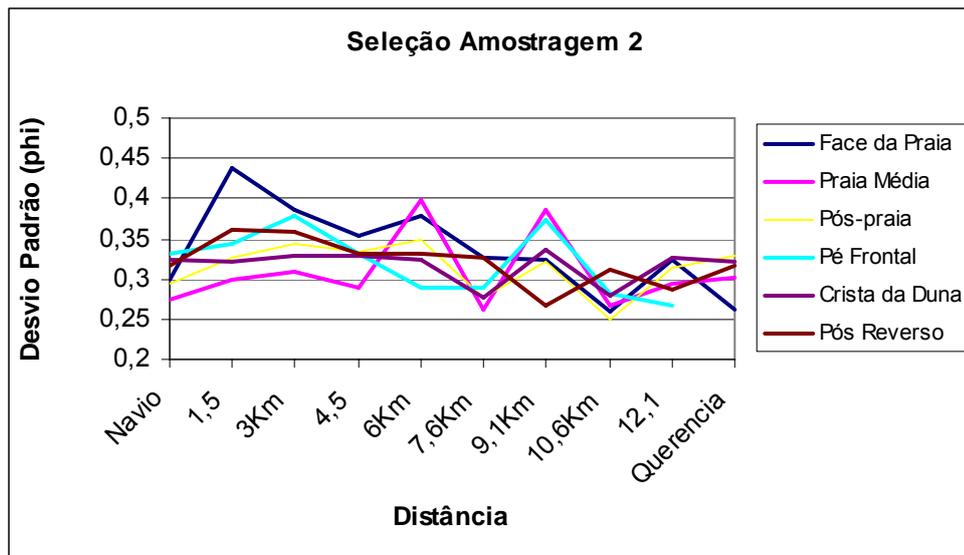
### **Distribuição Longitudinal do Grau de Seleção ou Desvio Padrão**

Os resultados das análises da distribuição do desvio padrão ao longo da praia em seus subambientes indicam que a maioria são muito bem selecionados ( $\sigma < 0,35$ ) e/ou bem selecionados ( $0,35 < \sigma < 0,50$ ) (figuras 25 e 26). A face da praia apresenta a grande

maioria de seus pontos como bem selecionada nas duas amostras, indicando que os processos de deposição e transporte, por estarem sujeitos com maior frequência à ação das ondas, selecionam de forma menos eficaz as areias finas das muito finas. Há uma sutil diminuição do grau de seleção em direção do Navio, notada especialmente nas amostras da segunda saída, mas com uma visível tendência de oscilação do parâmetro ao longo de toda a praia. Esta diminuição do parâmetro em direção ao Navio indica que apesar de aumentar o tamanho médio de grão ainda há a presença de sedimentos mais finos.

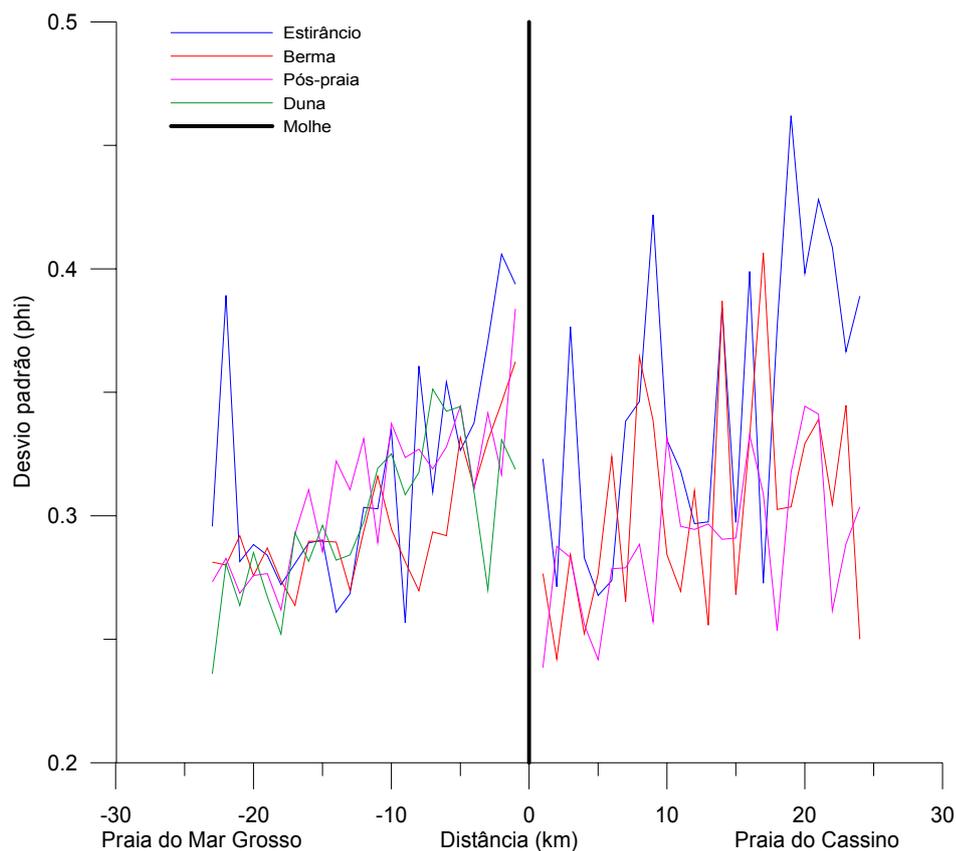


**Figura 25:** Variação do desvio-padrão dos grãos entre as duas regiões estudadas em seis subambientes representativos do sistema praial na primeira amostragem realizada.



**Figura 26: Variação do desvio-padrão dos grãos entre as duas regiões estudadas em seis subambientes representativos do sistema praial na segunda amostragem realizada.**

Esses resultados também apresentam similaridade com os encontrados por Figueiredo (2005) que observou amostras bem e muito bem selecionadas e valores mais altos para o estirâncio. Adicionalmente, a autora encontrou uma diminuição do grau de seleção em direção ao Navio (figura 27), atribuindo, da mesma forma, à presença de tamanhos de grãos menores apesar da predominância dos mais grosseiros.



**Figura 27: Grau de seleção na Praia do Cassino e Praia do Mar Grosso. Fonte: Figueiredo (2006)**

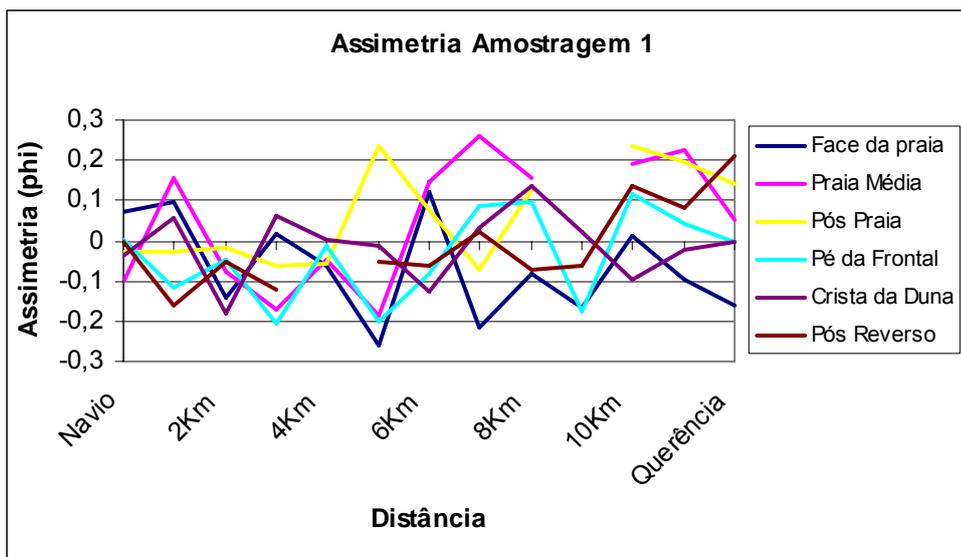
### **Distribuição Longitudinal da Assimetria**

A variação do parâmetro assimetria ao longo de toda a área de estudo demonstrou uma grande oscilação mas com valores baixos, tanto negativos quanto positivos. Nota-se a tendência de mudança de assimetria positiva na Querência para negativa em direção ao navio (na região intermediária) para voltar a ser ligeiramente positiva entre 2 e 4 Km antes do Navio (figuras 28 e 29).

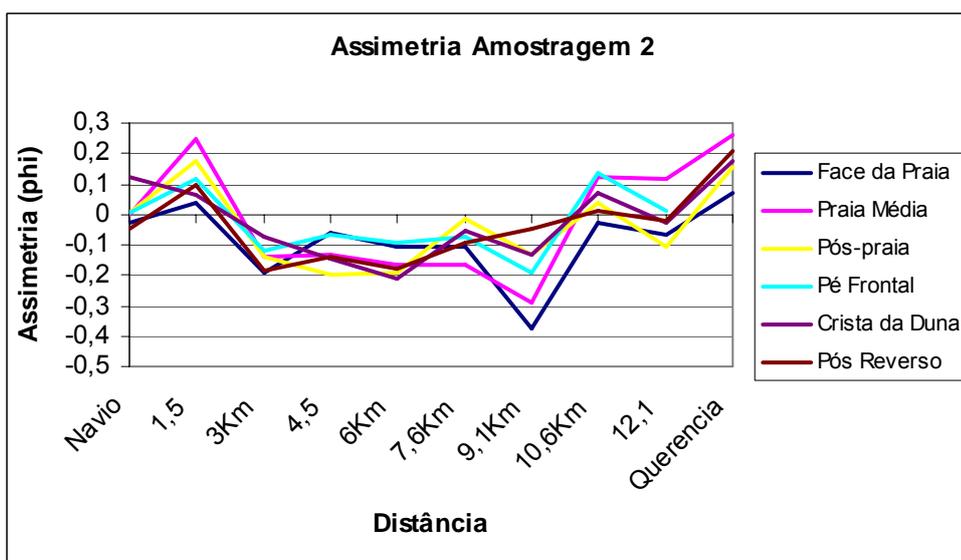
Na região da Querência a maioria dos subambientes apresentaram assimetria positiva, característica especialmente observada na segunda saída. Isto se dá em função da presença de areia fina tendendo a muito fina em todos os subambientes com pequena ou nenhuma presença de sedimentos da classe areia fina que tendam mais para a média.

Os dados da primeira saída indicam que durante esta amostragem a face da praia se mostrou em geral mais assimetricamente negativa que os outros subambientes, desde a Querência e ao longo de quase toda a área estudada, com exceção a amostra a 6 Km do Navio, se tornando ligeiramente positiva a 1 Km do mesmo e simétrica neste local. Este comportamento se deve a presença de uma moda predominante de 2,75phi mas com a presença de sedimentos que chegam ate 1,5phi e 1,75phi deslocando a cauda da curva para o lado de grãos mais grossos.

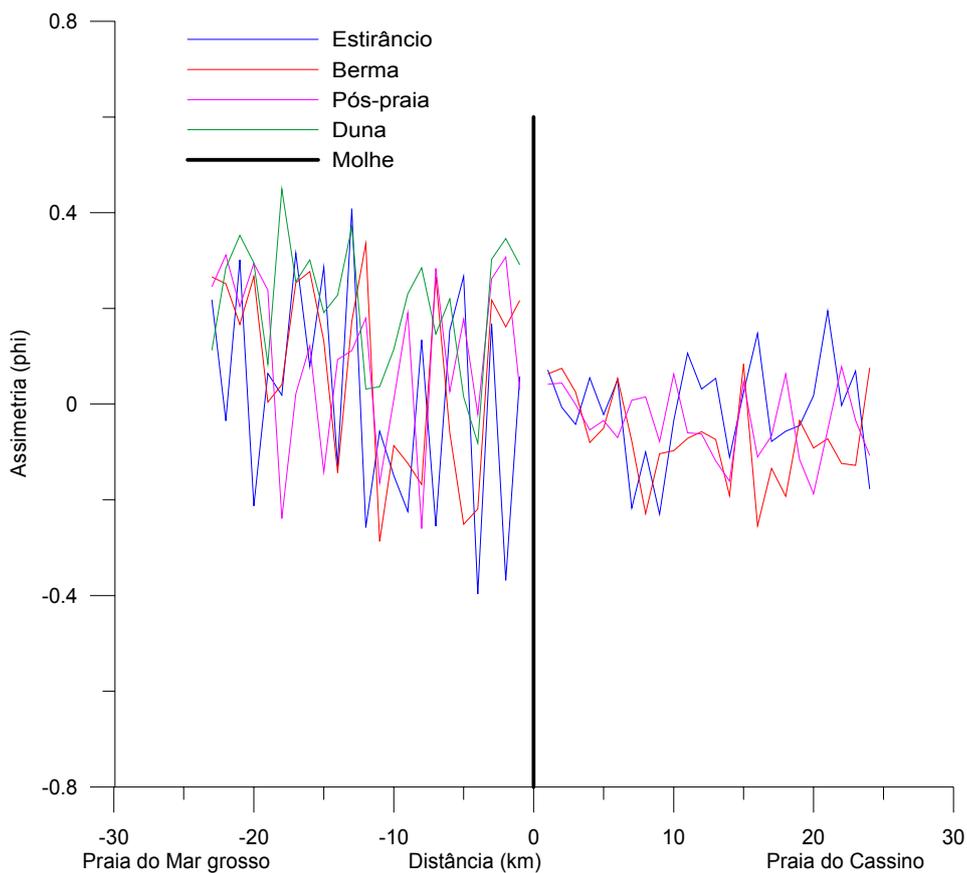
Os subambientes, de uma forma geral, apresentaram baixos valores tanto positivos quanto negativos de assimetria e as variações encontradas representaram a influência de pequenas entradas de sedimentos mais finos ou mais grossos em relação à sua moda principal, o que leva a concluir que são variações em torno de curvas quase simétricas. Adicionalmente, apesar de aparecerem alguns padrões, não existe uma tendência importante na distribuição da assimetria. Este resultado corrobora o encontrado por Figueiredo (2005) que confeccionou curvas de tendências para a distribuição da assimetria e também não encontrou correlações significativas nem valores muito altos tanto negativos quanto positivos para a região de estudo, conforme a figura 30.



**Figura 28:** Variação da assimetria dos grãos entre as duas regiões estudadas em seis subambientes representativos do sistema praial na primeira amostragem realizada.



**Figura 29:** Variação da assimetria dos grãos entre as duas regiões estudadas em seis subambientes representativos do sistema praial na segunda amostragem realizada.



**Figura 30: Assimetria na Praia do Cassino e Mar Grosso. Fonte: Figueiredo (2005).**

#### 4.1.2. Digramas de Dispersão

Com o intuito de verificar a possibilidade de determinar diferenças nos subambientes da área estudada entre a Querência e o Navio foram plotados e analisados diagramas de dispersão. Estes foram propostos por Mason & Folk (1958) para diferenciar os ambientes de uma ilha barreira, pois, segundo o autor, podem ser distinguidos não só pela normal dos seus parâmetros estatísticos como pela “cauda” da distribuição justamente a parte que explicaria o processo atuante na diferenciação sedimentar. Os diagramas de dispersão mostram que existe uma grande homogeneidade entre as amostras nos diferentes locais de coleta e subambientes.

### **Desvio Padrão/ Média**

As amostras evidenciaram que a face da praia separou dos demais subambientes e que não existe diferenciação entre os outros quando analisados os diagramas correspondentes à média versus desvio padrão.

As figuras 31 e 32 demonstram que a face da praia apresenta em sua distribuição, além de um tamanho maior de grão, diferenças mínimas no grau de seleção com valores mais altos de desvio padrão que os outros, evidenciando que este subambiente ainda possui sedimentos mais finos, alterando o grau de seleção das amostras. Isto pode ser observado pela análise dos histogramas deste subambiente no Anexo 4, onde existe, além da moda principal, uma predominância de várias classes granulométricas, notadamente nas proximidades do Navio, alterando o grau de seleção da amostra.

As variações nos diagramas de dispersão, em geral, indicam mudanças relacionadas aos agentes transportadores, processos de deposição predominantes e origens do sedimento formador de cada subambiente (Mason & Folk, 1958). Assim as mudanças encontradas indicam que, enquanto todos os locais estudados são influenciados predominantemente por processos eólicos, a face da praia possui uma maior influência da ação das ondas, especialmente no espraiamento das mesmas na zona de estirâncio.

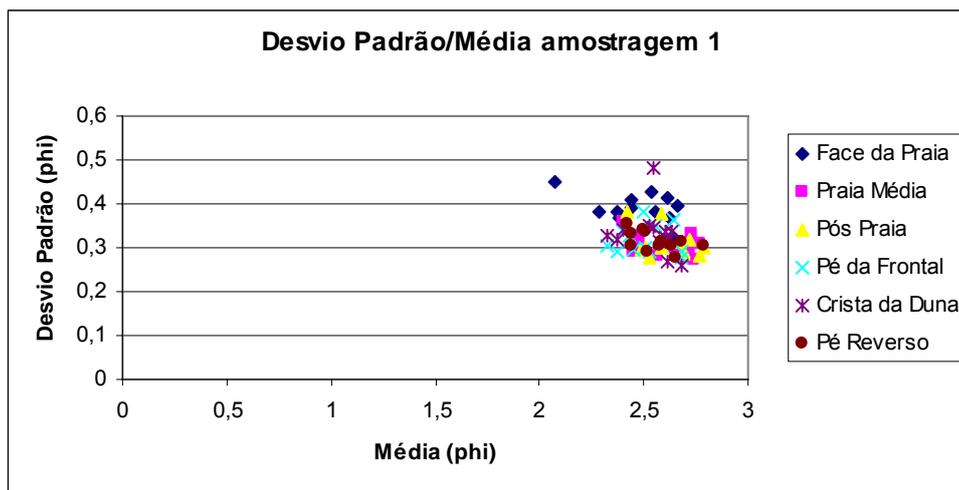


Figura 31: Diagrama de dispersão dos subambientes entre a Querência e o Navio na primeira amostragem relacionando Desvio-Padrão com a média do tamanho de grão.

Contudo, as amostras da segunda saída não apresentaram esta diferenciação, indicando que a face de praia possivelmente apresenta uma mudança em suas características granulométricas do verão para o outono, ou em função de outras alterações hidrodinâmicas como ressacas e/ou a direção do vento, padrões que só podem ser verificados através de amostragens temporais de escala reduzida.

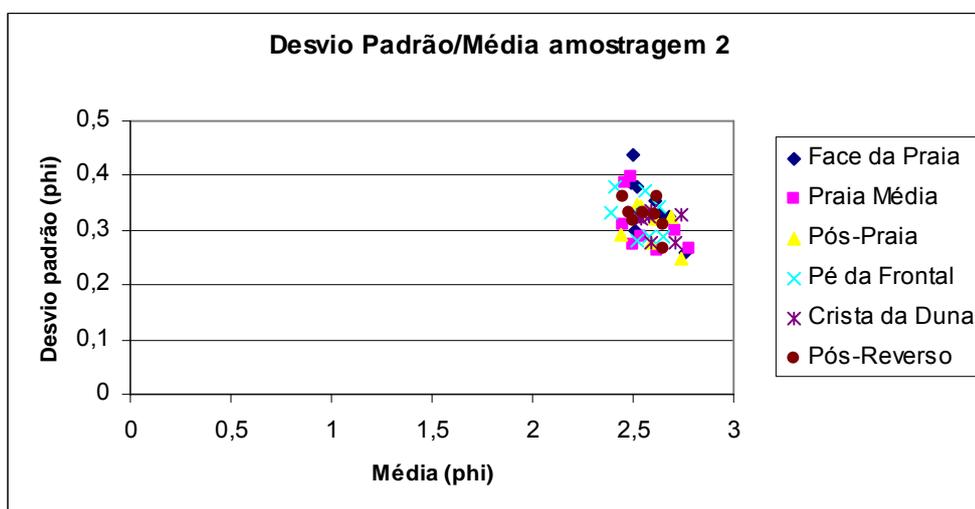
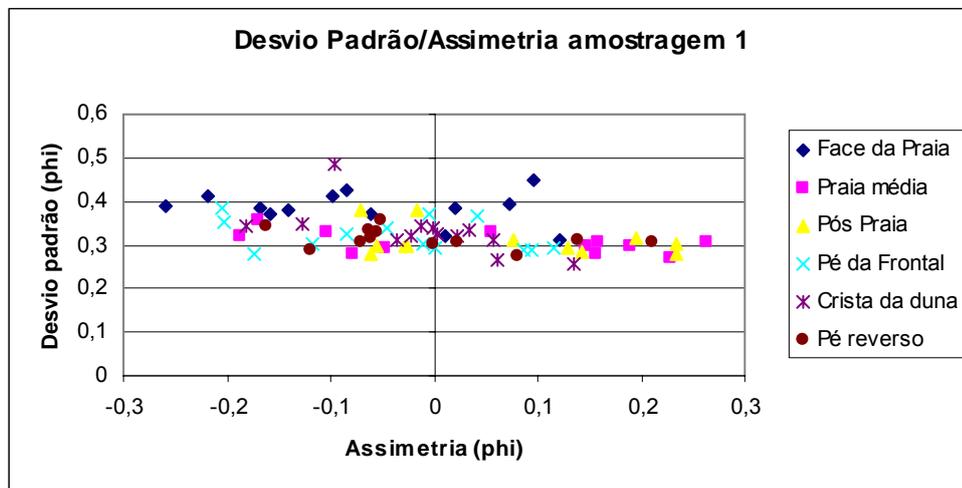


Figura 32: Diagrama de dispersão dos subambientes entre a Querência e o Navio na segunda amostragem relacionando Desvio Padrão com a média do tamanho de grão.

### Desvio Padrão / Assimetria

Analisando-se o gráfico de dispersão do desvio padrão por assimetria nota-se que há uma grande homogeneidade entre os subambientes, tanto na primeira quanto na segunda saída (figuras 33 e 34). Existe uma pequena separação da face da praia da primeira saída, mas ligada a diferenças no desvio padrão, já citadas anteriormente, a assimetria deste subambiente não apresentou diferenças marcantes dos outros parâmetros, evitando assim, que houvesse a formação de um agrupamento de pontos da face da praia em uma mesma região do gráfico.



**Figura 33: Diagrama de dispersão entre a Querência e o Navio na primeira amostragem relacionando Desvio Padrão com a assimetria.**

Quando analisada a segunda saída com o foco sob os mesmos parâmetros não se encontra nenhuma divergência, atestando mais uma vez que durante esta amostragem os sedimentos se mantiveram mais homogêneos nos diferentes subambientes de coleta, segundo as análises dos parâmetros propostos.



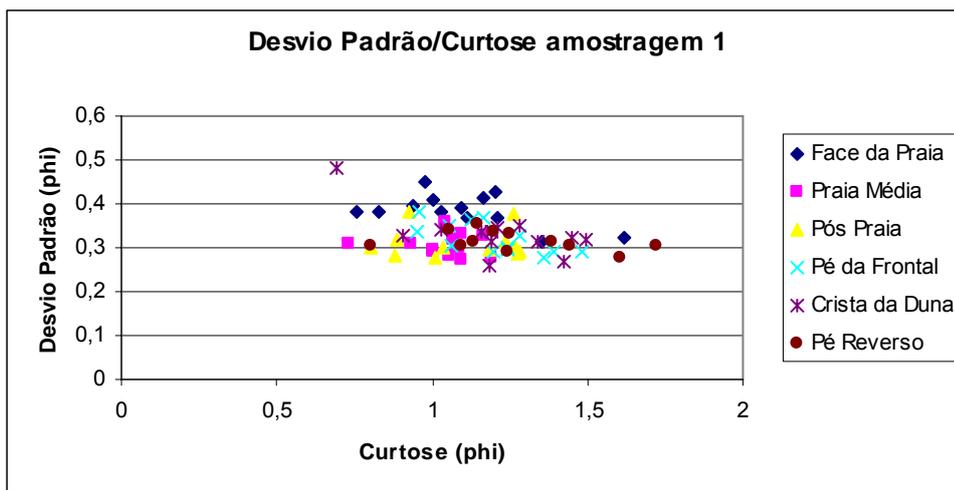


Figura 35: Diagrama de dispersão entre a Querência e o Navio na primeira amostragem relacionando Desvio Padrão com a curtose.

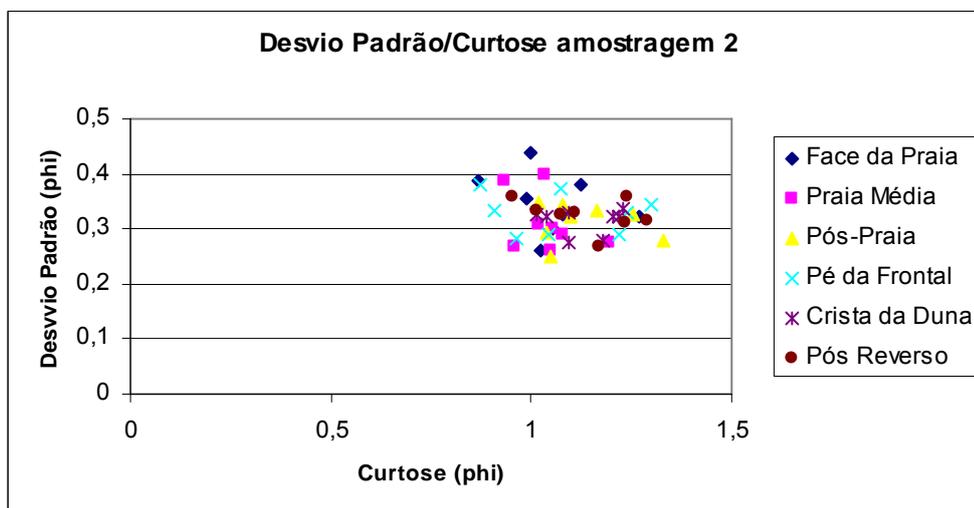
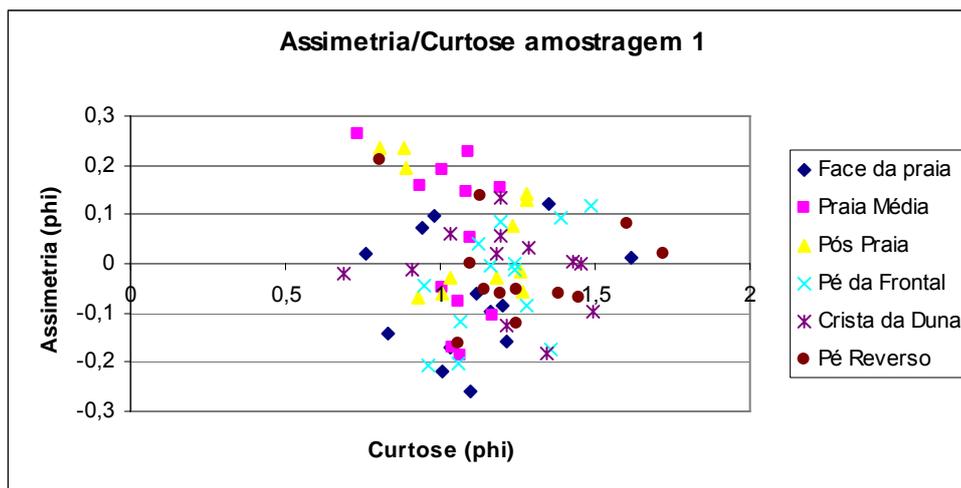


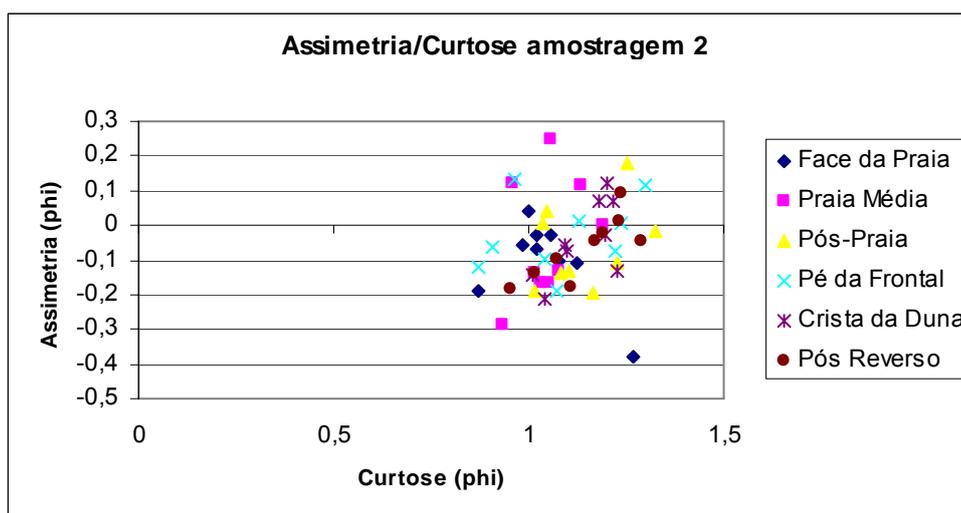
Figura 36: Diagrama de dispersão entre a Querência e o Navio na segunda amostragem relacionando Desvio Padrão com a curtose.

### Assimetria / Curtose

Segundo Mason & Folk, (1958) a assimetria e a curtose são os parâmetros mais importantes para diferenciar os subambientes de uma ilha barreira, mas para a Praia do Cassino no trecho compreendido entre o Navio e a Querência não apresentaram nenhuma alteração importante em nenhuma das duas saídas realizadas (figuras 37 e 38).



**Figura 37: Diagrama de dispersão entre a Querência e o Navio na primeira amostragem relacionando a assimetria com a curtose.**



**Figura 38: Diagrama de dispersão entre a Querência e o Navio na segunda amostragem relacionando a assimetria com a curtose.**

Mason & Folk (1958) utilizaram os diagramas de dispersão para diferenciar os subambientes de uma ilha barreira. Ao contrário dos autores nossas amostras de sedimento demonstraram uma grande homogeneidade nos diferentes subambientes coletados. Observa-se que a face da praia se diferenciou mais dos outros subambientes nos diagramas de desvio padrão/média da primeira amostragem. A segunda amostragem

contudo não demonstrou diagramas de dispersão que indicassem populações distintas por agrupamentos em nenhum dos subambientes.

Figueiredo & Calliari (2006) utilizaram os diagramas de dispersão para a região do Cassino também não encontrando diferenciação entre populações representativas dos subambientes.

A diferença entre os diagramas de desvio padrão pela média da primeira amostragem em relação à segunda, demonstradas também pela análise da distribuição longitudinal dos sedimentos, é devida a ação das marés meteorológicas na última amostragem.

Associando-se o resultado dos diagramas de dispersão com os da distribuição longitudinal dos parâmetros estatísticos para diferenciar os subambientes encontra-se também uma grande similaridade entre os dois métodos de análise.

Mason e Folk (1958), Friedman (1961, 1967), Stapor & Tanner (1975), Fox *et al.* (1966) utilizaram a distribuição dos parâmetros estatísticos para caracterizar os sedimentos de uma praia entre os diferentes subambientes a que estão relacionados, pois cada um possui formas de deposição e transporte específicos a que submetem os grãos até assentarem no ambiente deposicional, modificando a característica dos sedimentos.

Segundo esses autores, sedimentos de dunas são bem selecionados por serem influenciados pelo transporte exclusivamente eólico que tende a realizar uma boa seleção dos grãos mais finos. Os sedimentos dos subambientes da região subaérea de praia em geral possuem tamanhos de grãos menores que na zona de arrebenção além de serem mais bem selecionados, contudo são extremamente variáveis, pois estão sujeitos aos processos eólicos e de subida e descida do mar nas marés meteorológicas. Os sedimentos da zona de arrebenção são, em geral, mais pobremente selecionados e apresentam em muitos casos tamanhos médios de grãos maiores que o restante do

sistema praial em função de estarem constantemente sujeitos à suspensão pela ação das ondas na arrebentação, que seleciona tamanhos maiores mas ainda mantém os menores.

As amostras de nosso estudo demonstraram alguma compatibilidade com a caracterização verificada pelos autores. Nota-se uma diferença nos tamanhos e na seleção dos grãos das amostras das dunas em relação aos outros subambientes. Além disto, no caso das amostras realizadas na Querência e no Navio, existe a diferenciação dos sedimentos da região influenciada pela arrebentação (cava e banco) que apresentam tamanhos médios maiores.

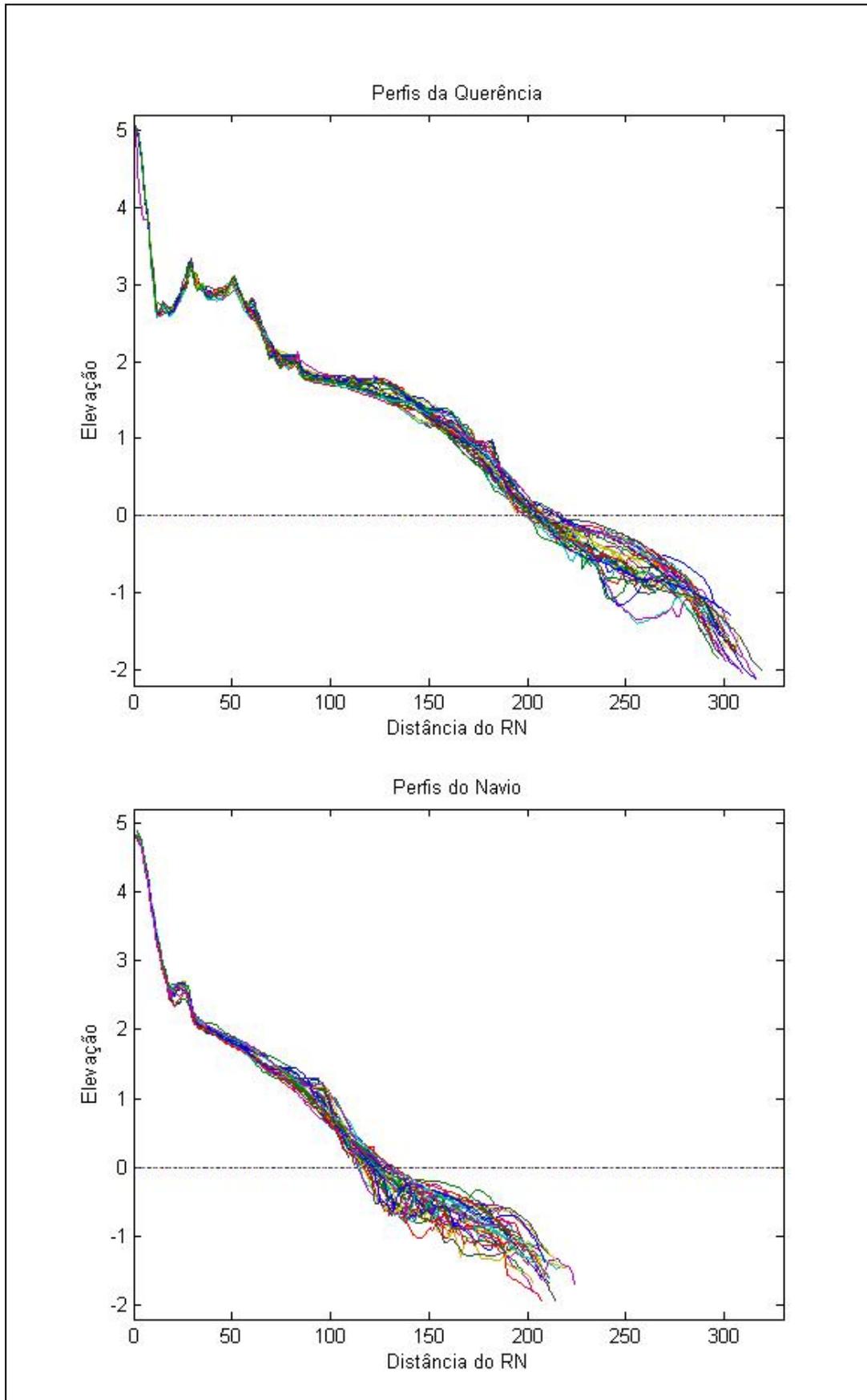
Conforme observado pelos diagramas de dispersão as maiores diferenças foram encontradas na face da praia, pois apesar de possuir um tamanho médio maior apenas na primeira amostragem, demonstrou menor grau de seleção nos dois períodos. Este padrão pode ser explicado pelo fato de que a face da praia é um subambiente já muito influenciado pela ação do espriamento das ondas aumentando o tamanho médio do sedimento, mas mantendo alguns grãos mais finos, variando também o desvio padrão. Este comportamento foi notado por Figueiredo (2005), que identificou um aumento do tamanho de grão da face da praia em relação aos outros subambientes bem como uma diminuição do seu grau de seleção em direção ao Navio.

Apesar da diferenciação, especialmente na primeira amostragem, em duas zonas transversais à praia nas proximidades do Navio, a região mais próxima da desembocadura da Lagoa dos Patos não apresenta esta distinção. Os resultados aqui encontrados também reproduzem os de Figueiredo & Calliari (2006), esta característica pode estar relacionada com a presença de sedimentos mais finos oriundos da desembocadura que por ocasião das marés meteorológicas mascaram uma possível zonação sedimentar devida somente a processos eólicos e hidrodinâmicos.

## **4.2. Análise dos Perfis**

Segundo os dados dos perfis, (figura 39) onde estão plotados respectivamente os perfis da Querência e do Navio nota-se que a primeira possui uma mobilidade levemente inferior, um perfil mais extenso e uma declividade menos acentuada que no Navio.

Nas duas praias nota-se que a região das dunas compreendida entre o RN e as distâncias de 83 e 29 m respectivamente na Querência e Navio apresentaram uma variação vertical muito baixa. Caracteristicamente este é um ambiente que possui feições morfológicas estáveis se comparadas aos demais do sistema praiado devido ao processo de fixação do sedimento promovido pela vegetação, e pela quase completa ausência de processos hidrodinâmicos nas mesmas.



**Figura 39: Envelopes dos 44 perfis da Querência e dos 40 do Navio.**

A praia emersa, representada nos perfis desde o pós praia até o datum (nível relativo do mar) é a região em que as diferenças entre as duas praias começam a ser mais nítidas em termos de amplitude da variação vertical do pacote dos perfis. Segundo este enfoque notam-se três regiões bem definidas: a região do pós-praia entre o fim das dunas e o início da berma, desta até a região superior da face praial daí até o nível da água. Também se observam distâncias diferentes devido às diferenças no comprimento dos perfis.

As variações verticais no pós-praia foram mínimas para ambas embora um pouco mais expressivas para o Navio. Salienta-se que embora em um dos monitoramentos tenha se verificado a influência do espraiamento das ondas até esta região, o mesmo não apresentou intensidade suficiente para causar mudanças expressivas as quais foram mais efetivamente causadas por processos eólicos.

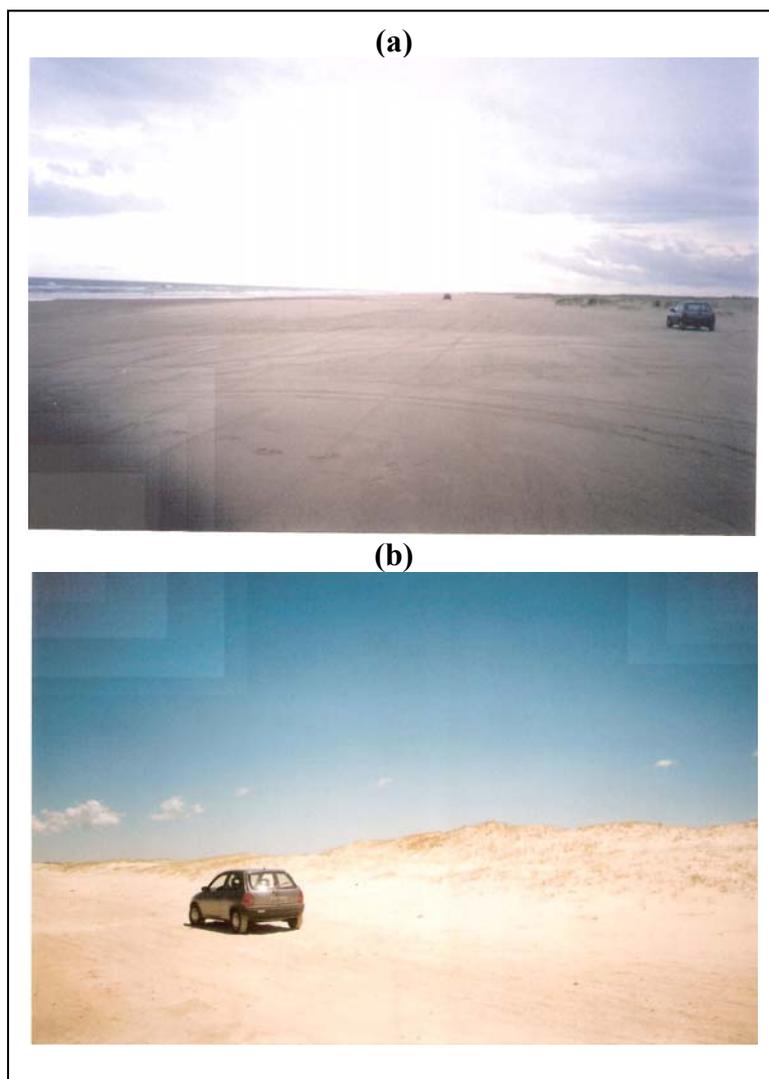
Nota-se também em ambos os setores uma maior variação vertical na Berma sendo esta mais expressiva no Navio uma vez que ali esta feição é mais alta e mais íngreme. A face da praia apresentou pequenas variações que demonstraram ser levemente maiores no Navio. Este subambiente é dominado por processos de espraiamento atuando diariamente, onde os sedimentos são constantemente retrabalhados, causando variações na largura da praia. Nota-se que as modificações são levemente maiores no Navio o que o distingue como uma praia com maior mobilidade atuando em direção a características intermediárias quando comparada com a Querência que mostra um comportamento dissipativo com relação a esta propriedade.

A zona de surfe das duas praias, representada entre o limite com a face da praia e o final dos perfis em direção ao oceano, o subambiente contudo se estende até o início da arrebenção, ofereceu as maiores variações em relação aos outros subambientes de cada uma delas. Para a Querência a maior variação deste local foi entre os 235 m e 290

m enquanto o Navio foi entre os 135 m e os 205 m. O Navio habitualmente apresentou uma variação vertical maior ao longo de toda porção subaquosa que a Querência, além de proporcionar uma cava em geral mais profunda e um banco com maior altura e mais íngreme, características de praias mais intermediárias. A Querência apresentou em algumas ocasiões uma cava muito profunda na distância de 250 metros, entretanto isso representou apenas quatro dias dos quarenta e quatro amostrados. De maneira geral, demonstrou possuir um banco com declividade mais suave e mais extenso, localizado entre 215 m e 280 m, e também uma cava com baixa declividade, entre 200 m e 215 m, características de praias dissipativas (Short & Hesp, 1982).

Quando se analisa os envelopes dos dois perfis na figura 39 comparando-se as distâncias dos subambientes propostos observa-se que a Querência é mais extensa em relação à base das dunas em todos eles. Nota-se também que o Navio possui uma maior declividade em todos os subambientes, caracterizando-se como uma praia mais íngreme que a Querência.

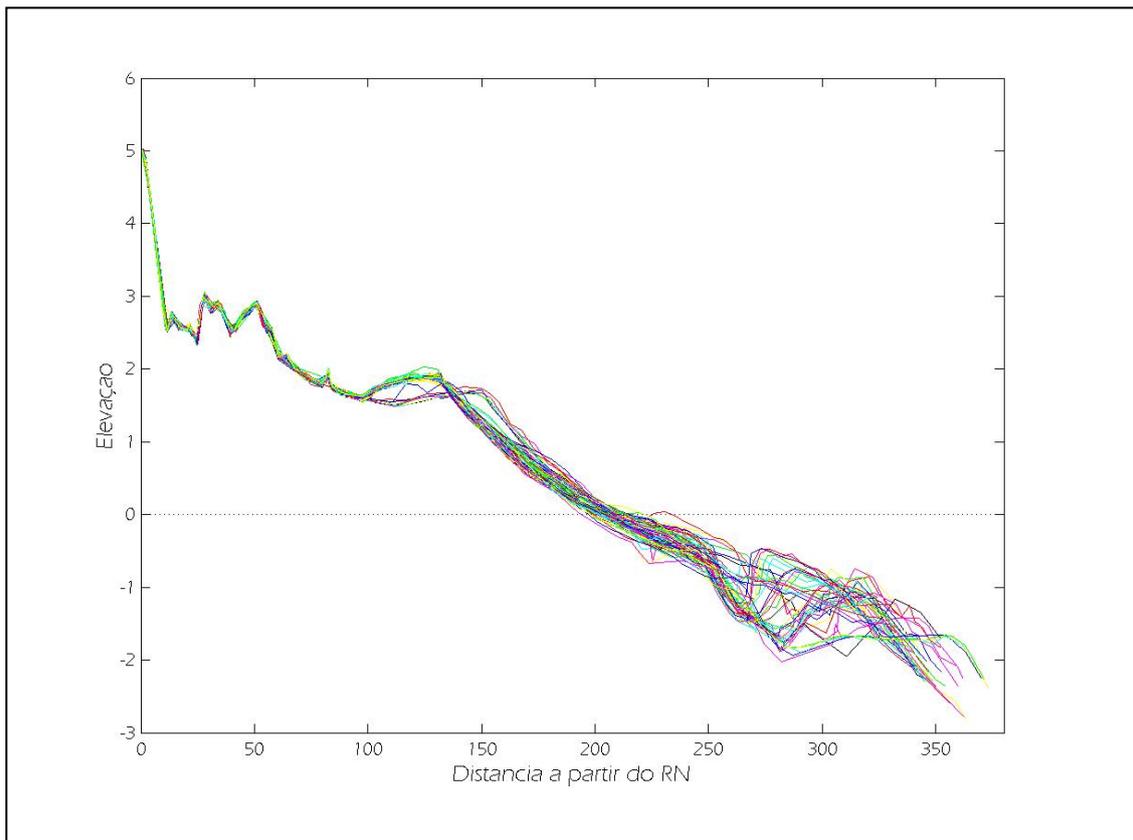
Adicionalmente nota-se a presença mais definida de uma duna frontal de maior altura no Navio (figura 40), já que nas regiões mais próximas da Querência que ainda apresentam poucos vestígios de impacto ambiental por ação antrópica a duna frontal é normalmente menor que no Navio (figura 40). Esta diferença na morfologia da região das dunas, segundo Short & Hesp (1982) e Calliari *et al* (2005), pode estar relacionada com uma variação sutil da orientação da linha de costa em relação ao vento que disponibiliza e transporta areia para a região emersa da praia, que para as duas regiões estudadas seriam os ventos Nordeste e Leste. Assim, o tamanho das dunas não depende exclusivamente da granulometria nem do estágio morfodinâmico, mas também da orientação da linha de costa em relação ao vento Nordeste, mais perpendicular no Navio.



**Figura 40: Figura ilustrativa da diferença entre as dunas da Querência (A) e do Navio (B).**

Comparando-se os perfis realizados na Querência durante este estudo com os obtidos por Guedes (2006) (figura 41), feitos no Outono de 2005, nota-se que existem semelhanças e diferenças. Uma das diferenças mais importantes foi a localização e morfologia do segundo banco. Os perfis de Guedes (2006) demonstraram um banco mais íngreme, alto e curto que os obtidos em nosso estudo (verão de 2007), além de estar mais distante encontrando-se, em geral, entre os 270 m e 325 m em relação ao RN, enquanto os aqui apresentados se localizaram entre os 215 m e 280 m do mesmo ponto. A migração da berma também apresentou diferenças entre os dois locais já que nos perfis do referido autor a berma esteve em algumas ocasiões mais próxima da base das

dunas. Este padrão possivelmente reflete as variações morfodinâmicas sazonais que o local apresenta as quais consistem de acresção de dezembro a abril e erosão entre abril e novembro. Os deslocamentos dos bancos em direção ao mar e da berma por sobre o pós-praia sugerem a atuação das tempestades de Outono. O campo de dunas é praticamente o mesmo, demonstrando uma grande estabilidade entre os dois anos, tendo inclusive distâncias idênticas da base da duna ao RN, 83 metros nos dois estudos, e variações verticais quase nulas para o local. A variação vertical no pós-praia e na face da praia também foram semelhantes. Apesar das extensões terem sido diferentes as declividades gerais foram muito similares, demonstrando que estes fatores apresentam reduzida variação sazonal.



**Figura 41: Perfis realizados por Guedes (2006) no Outono no mesmo ponto amostral (RN) dos perfis da Querência.**

### 4.2.1. Parâmetros Morfométricos

Para diferenciar as praias segundo os seus estágios morfodinâmicos Short & Hesp (1982) propuseram uma série de parâmetros morfométricos. A tabela 2 exhibe estes parâmetros calculados para as duas regiões de estudo durante o período de amostragem.

**Tabela 3: Parâmetros morfométricos propostos por Short & Hesp (1982) medidos para a Querência e o Navio.**

Parâmetro	n	Hs	Ts	Mz	Ws	$\Omega$	$\gamma_b$	$\sigma_{\gamma b}$	CV	$\beta$	$\sigma_{\beta}$	vv
Local		(m)	(s)	(phi)	(cm/s)		(m)	(m)	(%)	(°)	(°)	(m <sup>3</sup> /m)
Querência	44	1,13	10,26	2,70	1,9	5,87	122,31	5,11	4,18	1,78	0,87	0,21
Navio	40	1,3	8,62	2,24	3,02	4,86	94,24	5,49	5,82	2,22	1,01	0,35

n = número de perfis; Hs = altura significativa das ondas; Ts = período significativo das ondas; Mz = tamanho médio do sedimento na face da praia; Ws = velocidade de sedimentação das partículas sedimentares;  $\Omega = H_b/T.W_s$ ;  $\gamma_b$  = largura média da praia;  $\sigma_{\gamma b}$  = índice de mobilidade da praia; CV = índice de mobilidade do pós-praia;  $\beta$  = declividade da face da praia;  $\sigma_{\beta}$  = variação da declividade da face da praia. Vv = variação do volume por cima do datum vertical.

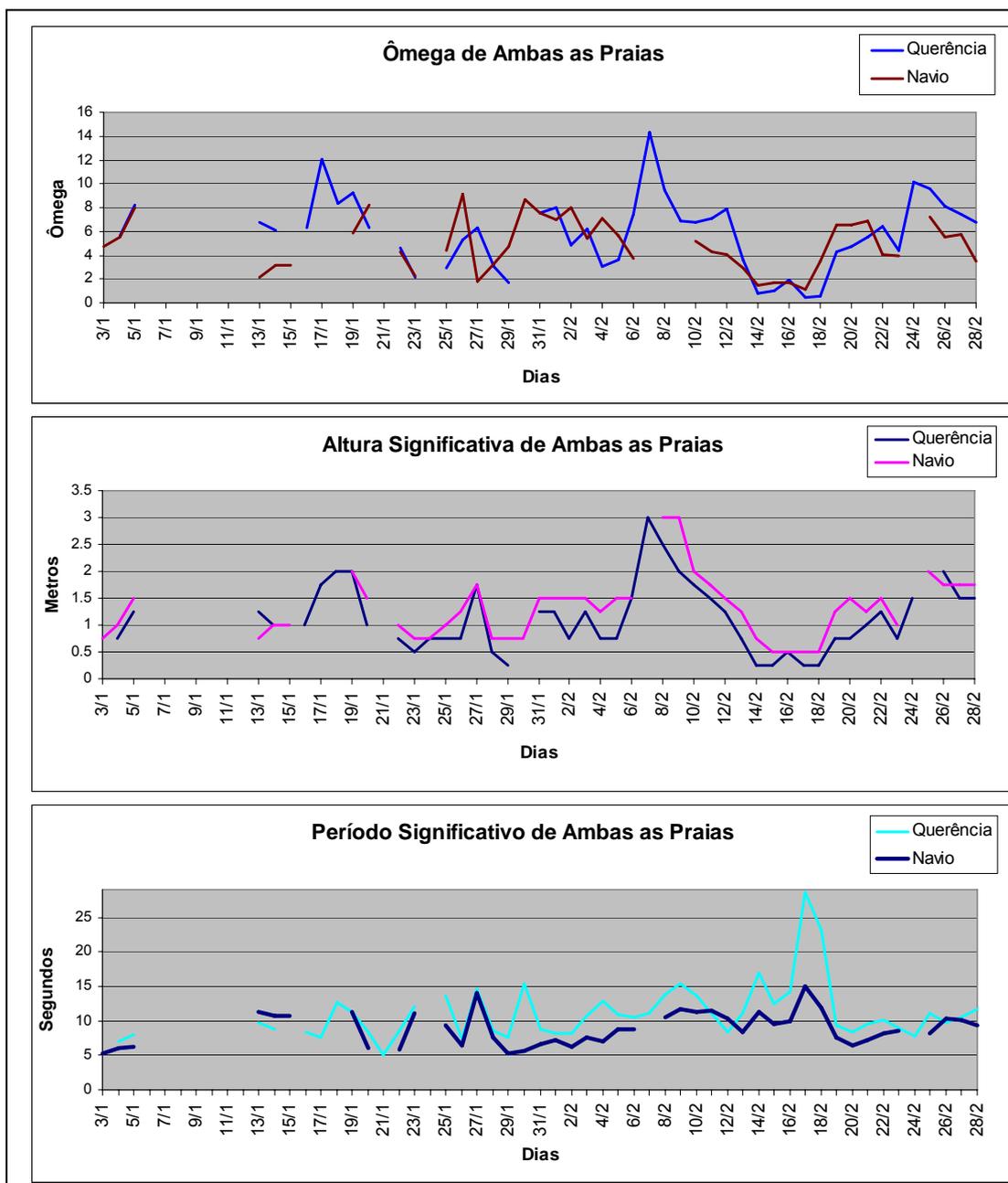
Os parâmetros propostos demonstram que o Navio apresenta características mais intermediárias que a Querência. Segundo Short & Hesp (1982) índices excelentes para caracterizar a mobilidade de uma praia, isto é, deslocamentos perpendiculares à linha de praia, são fornecidos pelo desvio padrão (índice de mobilidade da linha da praia,  $\sigma_{\gamma b}$ ) e pelo coeficiente de variação da posição média desta linha (índice de mobilidade do pós-praia, CV). Embora a diferença destes dois parâmetros seja sutil na tabela 2, notam-se valores maiores dos mesmos para o Navio, evidenciando condições mais intermediárias. A variação do volume (vv) também é excelente para diferenciar duas praias auxiliando a análise da mobilidade desta junto com CV e o  $\sigma_{\gamma b}$ , contudo os dois setores

demonstraram uma variação de volume praticamente igual, além disto foi muito baixa caracterizando-as como praias extremamente estáveis.

Observa-se pelos gráficos da figura 42 que, em termos gerais, o Navio apresentou valores de  $\omega$  mais intermediários que a Querência, apesar desta ter apresentado também valores intermediários e, algumas vezes, até abaixo do Navio. O parâmetro adimensional  $\omega$ , utilizado por Wright e Short (1984) para classificar os estágios morfodinâmicos das praias, apresentou para a região da Querência um valor mínimo de 0,46, máximo de 14,35 e médio de 5,87. Para o Navio estes valores foram mínimo de 1,10, máximo de 9,15 e médio de 4,86. Segundo Wright & Short (1984), valores abaixo de 2 caracterizam praias reflectivas, com baixas alturas de onda, granulometria grosseira, pendente abrupta (declividade  $> 5^\circ$ ) e zona de surfe estreita, valores acima de 6 são típicos de praias dissipativas, caracterizadas por pendentes suaves ( $1^\circ$ - $2^\circ$ ), granulometria entre areia fina e muito fina, alta energia de ondas e uma zona de surfe bastante ampla, entre esses dois extremos estariam os quatro estágios intermediários, entre eles o banco e cava longitudinal.

Durante 53,49 % dos dias a Praia da Querência apresentou valores de  $\omega$  superior a 6, em 11,63% inferior a 2, e em 34,88% dos dias analisados o parâmetro esteve entre esses dois valores. Apesar da predominância de valores dissipativos ( $>6$ ) o valor médio foi de 5,87, que ainda é classificado como intermediário mas muito próximo de 6 que se distingue como estágio dissipativo.

A Praia do Navio apresentou valores dissipativos, reflectivos e intermediários em respectivamente 29,27% ,12,2% e 58,54% dos dias estudados. O valor médio foi de 4,86 caracterizado como estágio intermediário de banco e cava longitudinal que, segundo Wright (1984), é de 4,70 até valores dissipativos.



**Figura 42: Série temporal do número adimensional de Dean para a Querência e o Navio durante o período de estudo, abaixo as séries temporais de tamanho de ondas e período.**

Observando a figura 42 conclui-se que o parâmetro oscilou bastante, em função da variabilidade da altura das ondas e do período. Conforme pode se observar a Querência oscilou mais que o Navio, sobretudo para estágios mais dissipativos.

O parâmetro ômega é calculado pela fórmula  $\Omega = H_b / W_s \cdot T_s$ , onde  $H_b$  é a altura de onda,  $W_s$  é o valor da velocidade de decantação das partículas sedimentares para a

praia e  $T_s$  é o período de onda. A Querência comparativamente ao Navio apresenta ondas menores com período maior na maioria dos dias amostrados, influenciando o valor de  $\omega$  e evidenciando a dificuldade de interpretar os dados do parâmetro para as duas praias. A diferença na altura das ondas se acentuava, sobretudo quando estas eram baixas e oriundas de Leste. Deste modo o  $\omega$ , que teve seu valor mínimo para ambas as praias no dia 17/02, com valores de 0,46 e 1,1 respectivamente para a Querência (Hs 0,25 m e  $T_s$  28,6s) e Navio (Hs 0,5 m e 15s) apresentavam declividade semelhante ( $3,69^\circ$  para o Navio e de  $3,8^\circ$  para a Querência) demonstrando que a utilização do valor instantâneo de  $\omega$  para caracterizar as praias pode induzir a determinação de valores que não caracterizam o estado da praia. Salienta-se que o parâmetro representa uma condição geral de zona de arrebentação e envolve outras características ambientais da zona de surfe.

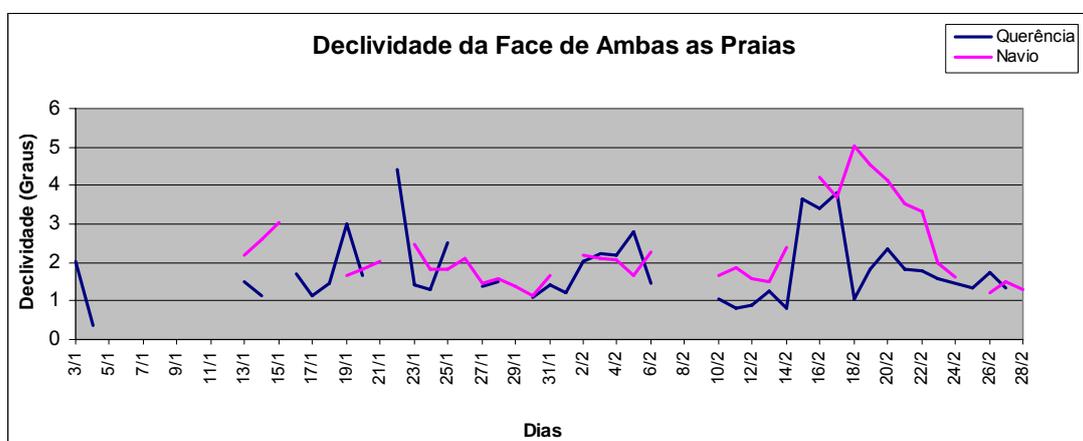
Com relação aos parâmetros morfométricos propostos por Short & Hesp (1982) referentes à largura de praia e suas variações (tabela 2), a praia da Querência apresentou uma maior largura média de praia (122,31 m) que, junto com os baixos valores de  $\sigma_{\gamma b}$  e CV (5,11 m e 4,17 m, respectivamente), são características de praias dissipativas.

Avaliando os mesmos parâmetros para o Navio demonstra-se que o local possui uma largura de praia menor (94,24 m) que associado com valores mais altos de  $\sigma_{\gamma b}$  e CV (5,49 m e 5,82 m, respectivamente) indica praias mais intermediárias.

Os parâmetros CV e  $\sigma_{\gamma b}$  são especialmente importantes para comparar o Navio com a Querência já que o  $\sigma_{\gamma b}$  do primeiro local é apenas um pouco maior que o segundo, contudo a largura média da praia é bem menor. O CV é calculado dividindo-se o  $\sigma_{\gamma b}$ , que é o desvio padrão da largura média, pela própria largura média de praia ( $CV = \sigma_{\gamma b} * 100 / \gamma b$ ), portanto uma praia mais curta com os mesmos valores de  $\sigma_{\gamma b}$  apresenta maiores valores de CV, caracterizando-a como mais intermediária. Segundo

Short & Hesp (1982) praias intermediárias possuem maior mobilidade que as dissipativas, condições ratificadas para o Navio em relação à Querência pelos valores de  $\sigma_{yb}$  e especialmente de CV.

Pelo gráfico da figura 43 observa-se que a declividade da face da praia da Querência apresentou variações mais bruscas que no Navio, mas manteve-se, geralmente, com declividades menores que este, caracterizando-a como mais dissipativa. A Querência, comumente, apresentou valores entre  $1^\circ$  e  $1,40^\circ$  e o Navio manteve-se entre  $1,70^\circ$  e  $2,35^\circ$  mostrando-se mais intermediário.



**Figura 43: Série temporal de declividade da face da praia da Querência e do Navio.**

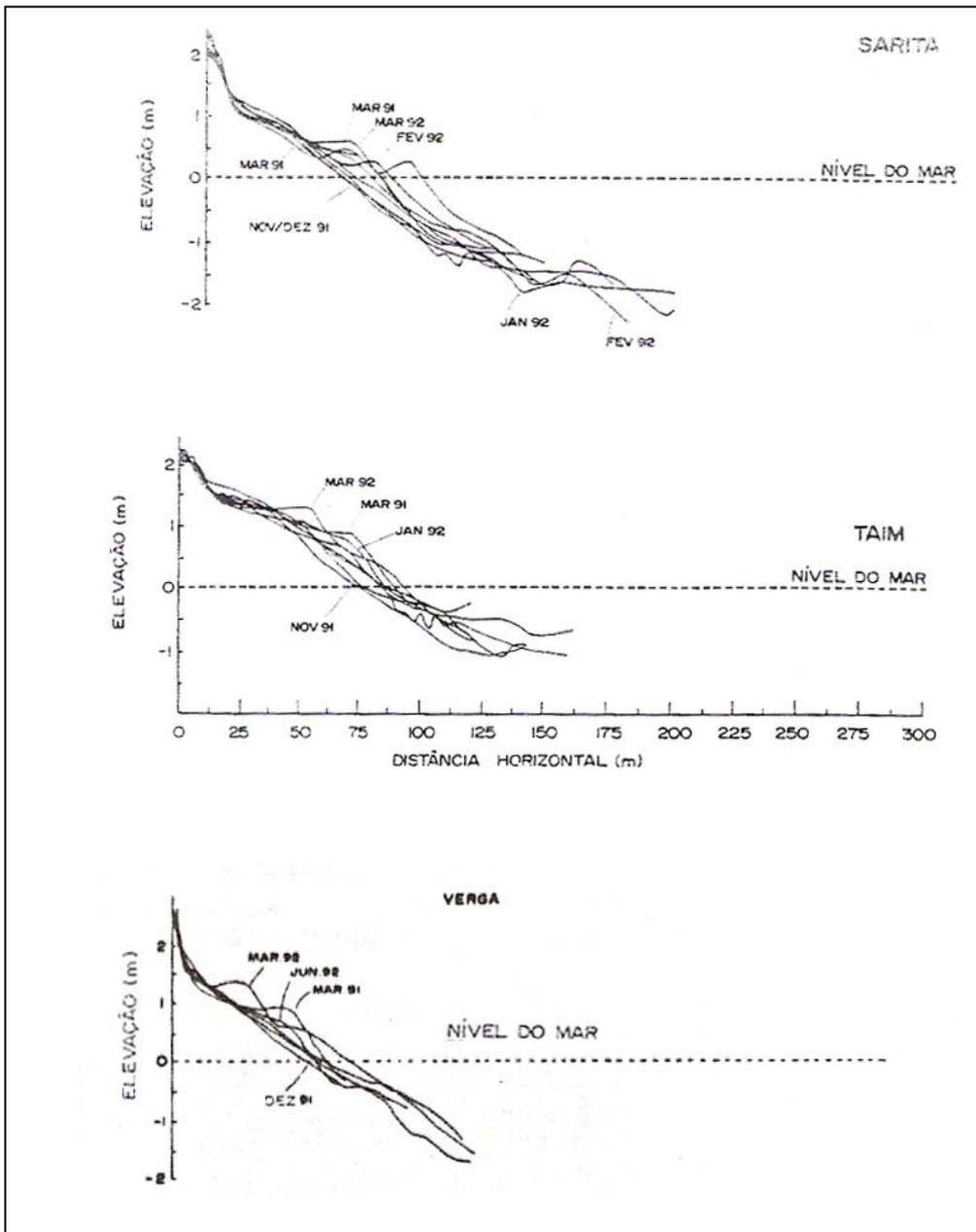
Os dados da Querência foram semelhantes aos encontrados por outros autores para a região (Calliari & Klein, 1993; 1995; Tozzi, 1995; Tozzi & Calliari, 2000 e Guedes, 2006). Guedes (2006) realizou um estudo de alta frequência de aquisição de dados no mesmo ponto amostral da Querência e encontrou parâmetros extremamente semelhantes aos aqui descritos com 122,2 m de largura média da praia, 5,2 m de índice de mobilidade da praia e 4,2 m de índice de mobilidade do pós-praia, além de um  $\omega$  de 5,8.

Calliari & Klein (1993), estudaram morfodinamicamente a Praia do Cassino até ao Chuí, encontrando valores para a Querência de altura significativa média de 0,64; período = 8,7s,  $M_z = 2,5$  phi,  $W_s = 1,81$ ;  $\omega = 5$ ,  $\gamma_b = 134$  m,  $\sigma_{yb} = 7$  m; CV = 5 %;

e  $\beta = 1$  a  $2^\circ$ . Segundo Tozzi & Calliari (2000), que determinaram a amostragem de parâmetros visuais aproximadamente diários e topográficos relacionados com a passagem de tempestades durante cinco anos para a praia do Cassino, a Querência demonstrou uma altura significativa média de 0,8 m, período = 11s,  $Mz = 2,5 \phi$ ,  $Ws = 1,81$ ;  $\omega = 5$ ,  $\gamma_b = 134$  m,  $\sigma_{\gamma b} = 4$  m;  $CV = 5$  m; e  $\beta = 1$  a  $2^\circ$ . Estes valores demonstraram alguma diferença em todos os parâmetros, mas sem modificar drasticamente os mesmos. Os dois trabalhos não foram efetuados de forma diária e apresentam grande similaridade entre eles nos seus valores, e as diferenças encontradas com este estudo podem refletir a influência da sazonalidade nos mesmos.

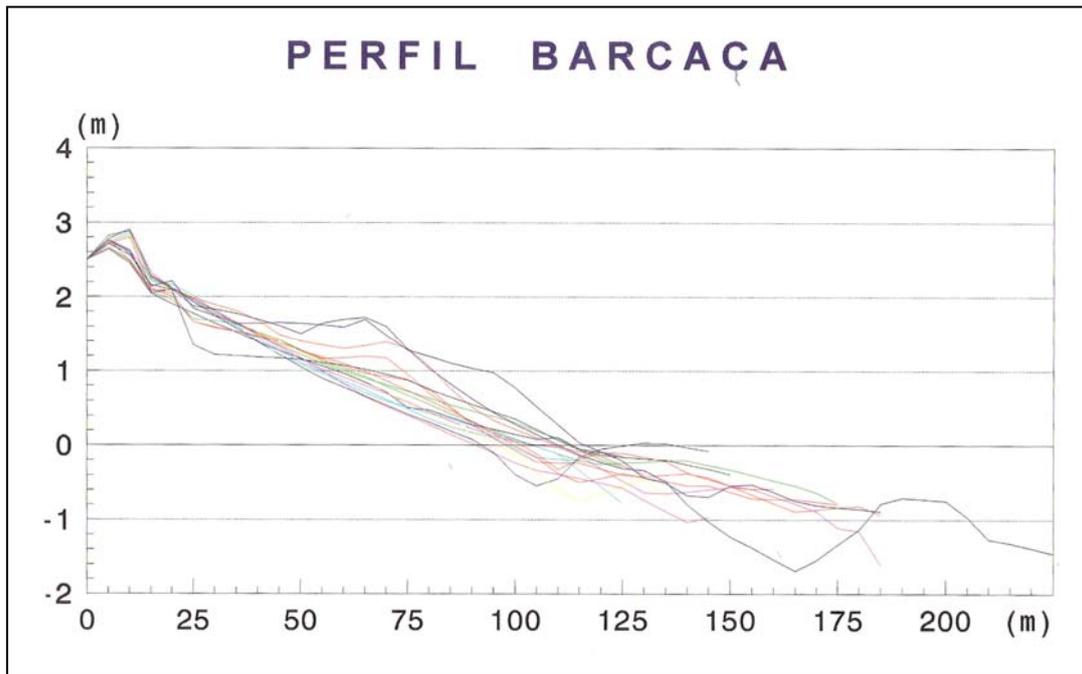
A região do Navio possui poucos estudos relacionados, assim a existência de outros locais no litoral do RS com propriedades semelhantes são bons comparativos de suas características.

As regiões da Sarita, Taim e Verga estudadas por Calliari & Klein (1993) podem ser relacionadas ao Navio tanto em termos dos tamanhos de grão de  $2,5\phi$ ;  $2,38 \phi$  e  $2,5 \phi$  caracterizados para os três locais, respectivamente. Valores de  $\omega$  (5) para estas praias bem como de largura foram também muito semelhantes. A largura de praia foi 70, 85 e 63 respectivamente para Sarita, Taim e Verga. Os  $\sigma_{\gamma b}$  de 10, 6 e 5,5 e os  $Cv$  de 14, 7 e 8 caracterizam o Taim como a praia com características mais semelhantes ao Navio segundo o estudo. O que pode ser notado pelos perfis do local (figura 44).



**Figura 44: Perfis realizados por Calliari e Klein (1993).**

Pereira da Silva (1998) ao estudar o perfil Barçaça, distante 30 Km do Navio em direção ao Chuí (contrária a da Querência), encontrou valores, apesar de ainda ser intermediário, tendendo mais para o reflectivo com  $\Omega=3,1$ ;  $\beta=1^{\circ}23'$ ,  $\gamma_b=82,8$  m;  $\sigma_{\gamma b}=22,2$  m;  $CV=26,8\%$ . Os perfis mostraram declividades e extensões semelhantes com os aqui descritos, mas com uma variação vertical maior em toda a praia (figura 45).



**Figura 45: Perfis realizados por Pereira da Silva (1998).**

Barletta (2000) classificou vários pontos nos litorais Norte e Central do RS e vários destes podem ser comparados com o Navio, pois o autor encontrou praias com valores de  $\omega$  e declividade iguais ou muito próximos ao do Navio para as praias de Conceição, Mostardas e São Simão. Destas três, as praias de Mostardas e São Simão apresentaram perfis semelhantes ao Navio com a presença de dunas frontais grandes e bem definidas com variações verticais menores, larguras semelhantes e variações verticais maiores nas regiões subaquosas apesar deste estudo ter sido sazonal já que foi realizado durante a passagem de grandes tempestades, que causam grandes variações nos perfis (figura 46).

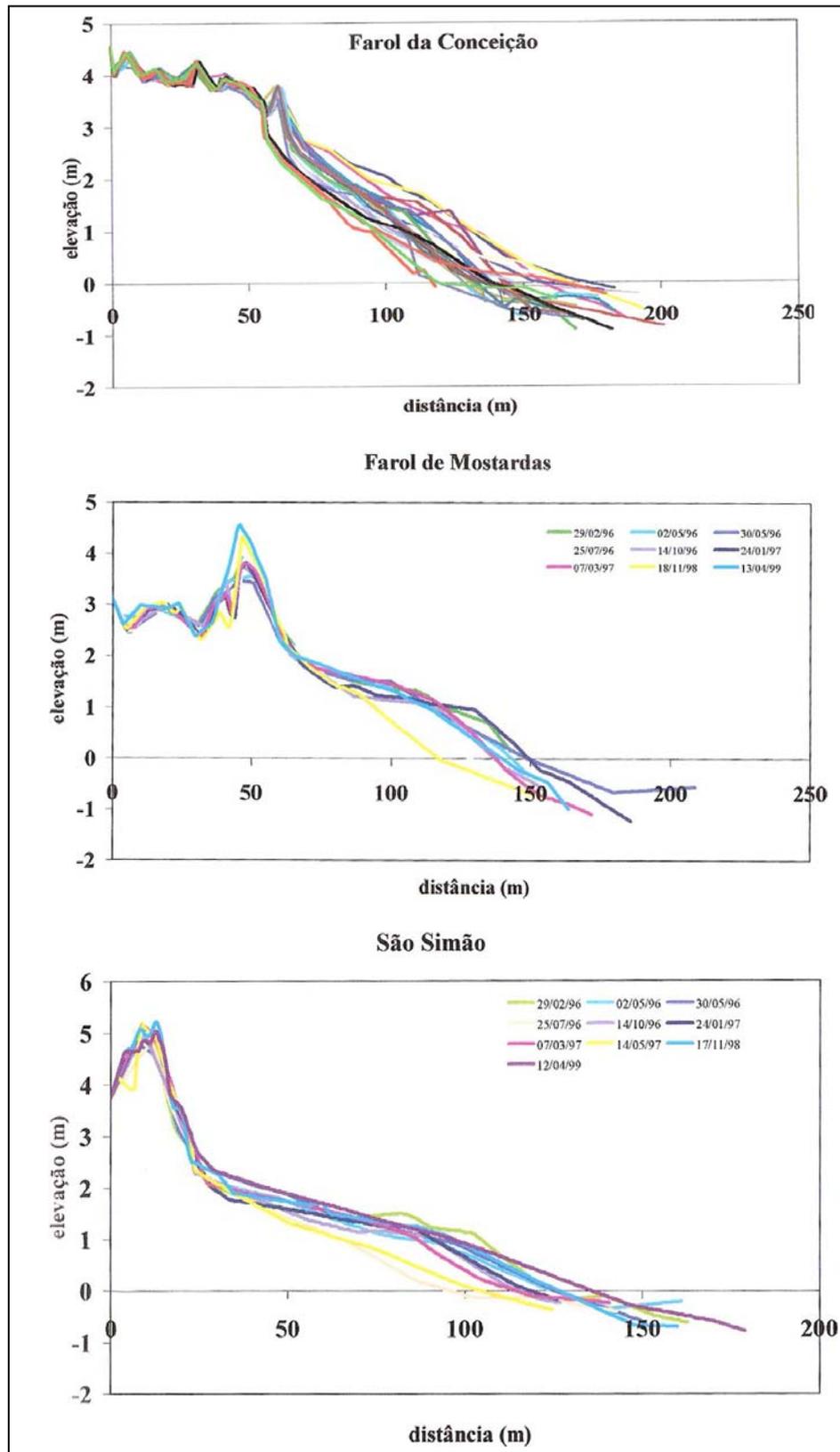
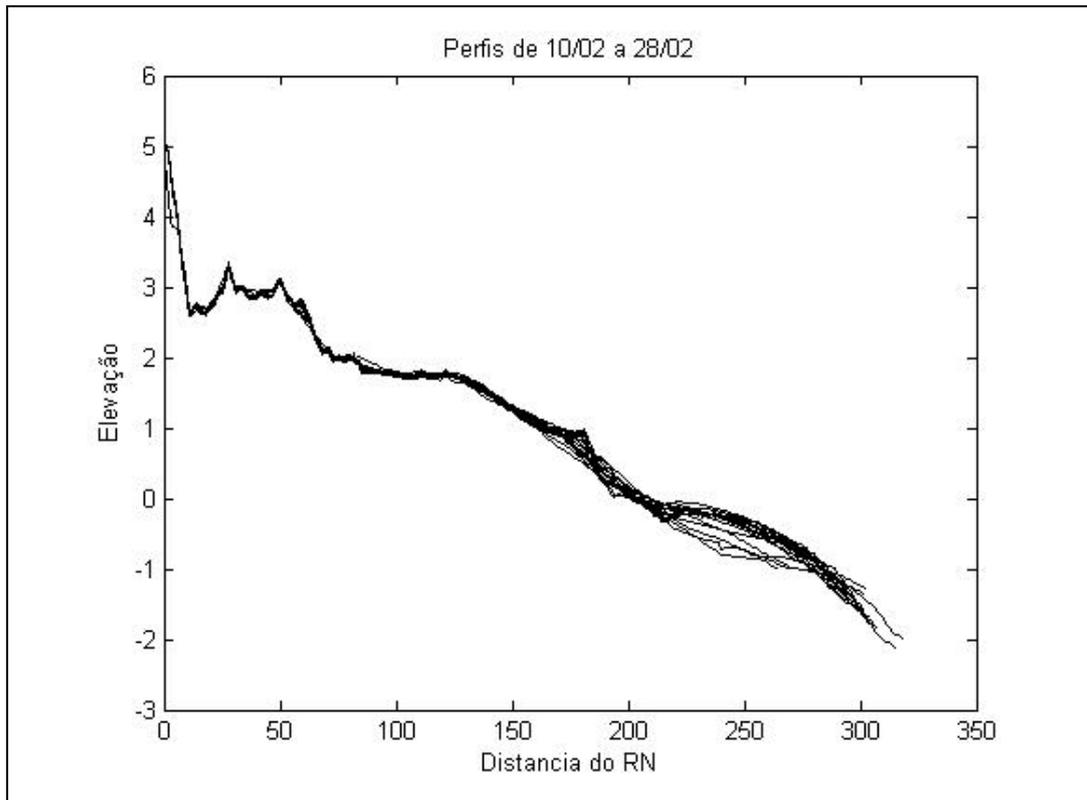


Figura 46: Perfis realizados por Barletta (2000).

Utilizando-se da análise dos perfis e dos parâmetros morfométricos associados aos dados das observações dos estágios praias do Anexo 3 segundo a Classificação proposta por Wright & Short (1984) de anexo 5. A Querência é definida como uma praia dissipativa com a presença do estágio intermediário banco e cava longitudinal em algumas ocasiões e o Navio como sendo predominantemente intermediário do estágio banco e cava longitudinal com dias em que se torna dissipativo.

#### **4.2.2.Migração de Bancos**

A migração de bancos das duas praias foi calculada a partir da crista do segundo banco por ser de mais fácil determinação que o primeiro. Nos levantamentos da Querência este banco não esteve bem caracterizado uma vez que não apresentou o sistema cava-crista bem pronunciado, mas sim uma mudança suave na declividade da cava, mantendo inclusive em muitos perfis a tendência de aumento da profundidade (figura 47).



**Figura 47: Perfis de praia entre os dias dez e vinte e oito de Fevereiro onde pode se observar a pequena diferenciação do segundo banco (entre os 200 e 300m) em relação à cava.**

Adicionalmente a dificuldade de diferenciação deste banco, existiu também a dificuldade em amostrá-lo em dias de ondas altas e fortes correntes. Em função destas situações poucas seqüências amostradas permitiram a retirada de valores de migração como pode se observar pela figura 48, onde estão plotados as taxas de migração do segundo banco juntamente com as séries temporais de Hs e Ts para facilitar o entendimento dos fatores responsáveis pelo processo.

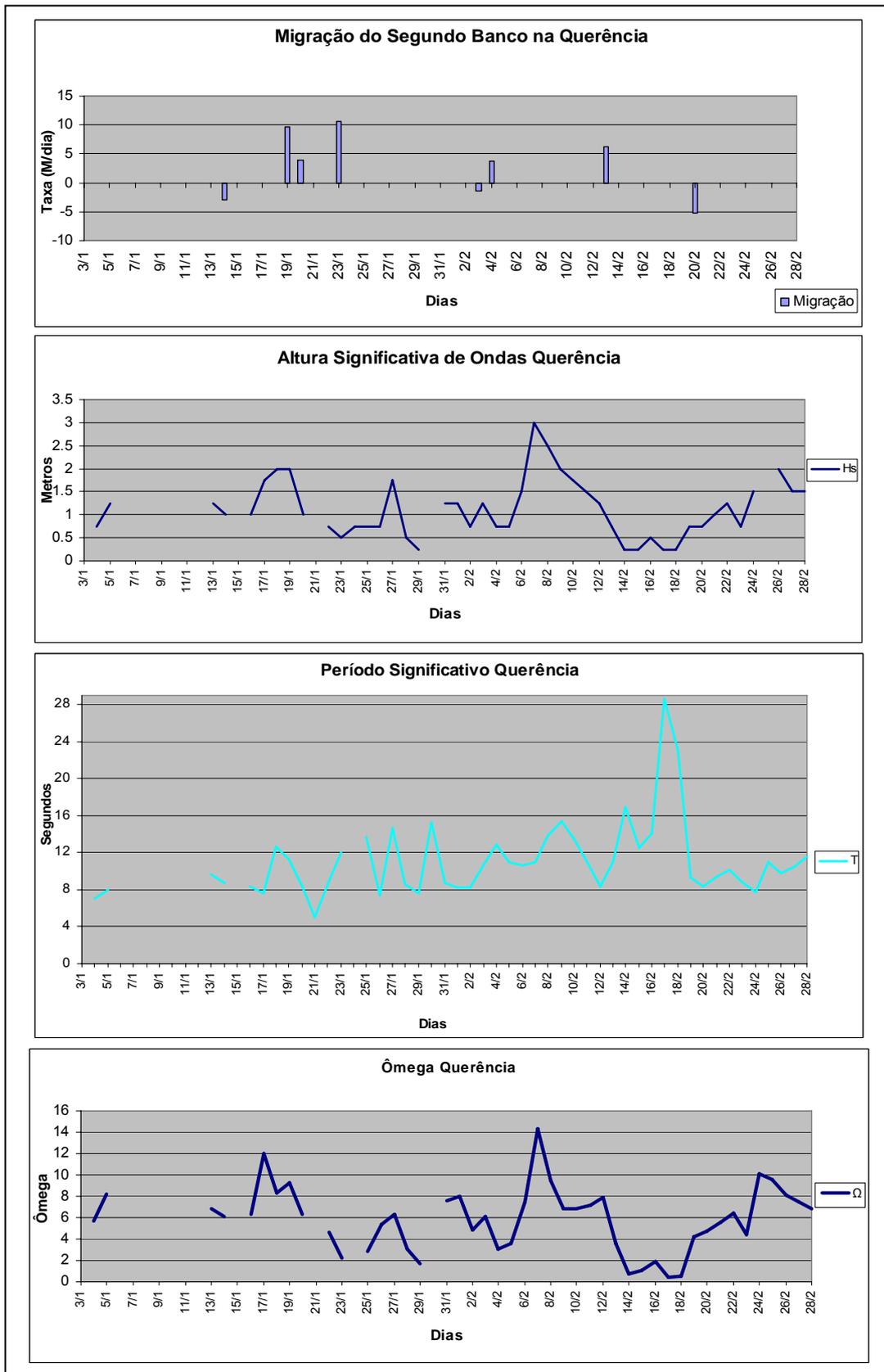


Figura 48: Taxas de migração do banco da Querência com as séries de período, altura e  $\Omega$ .

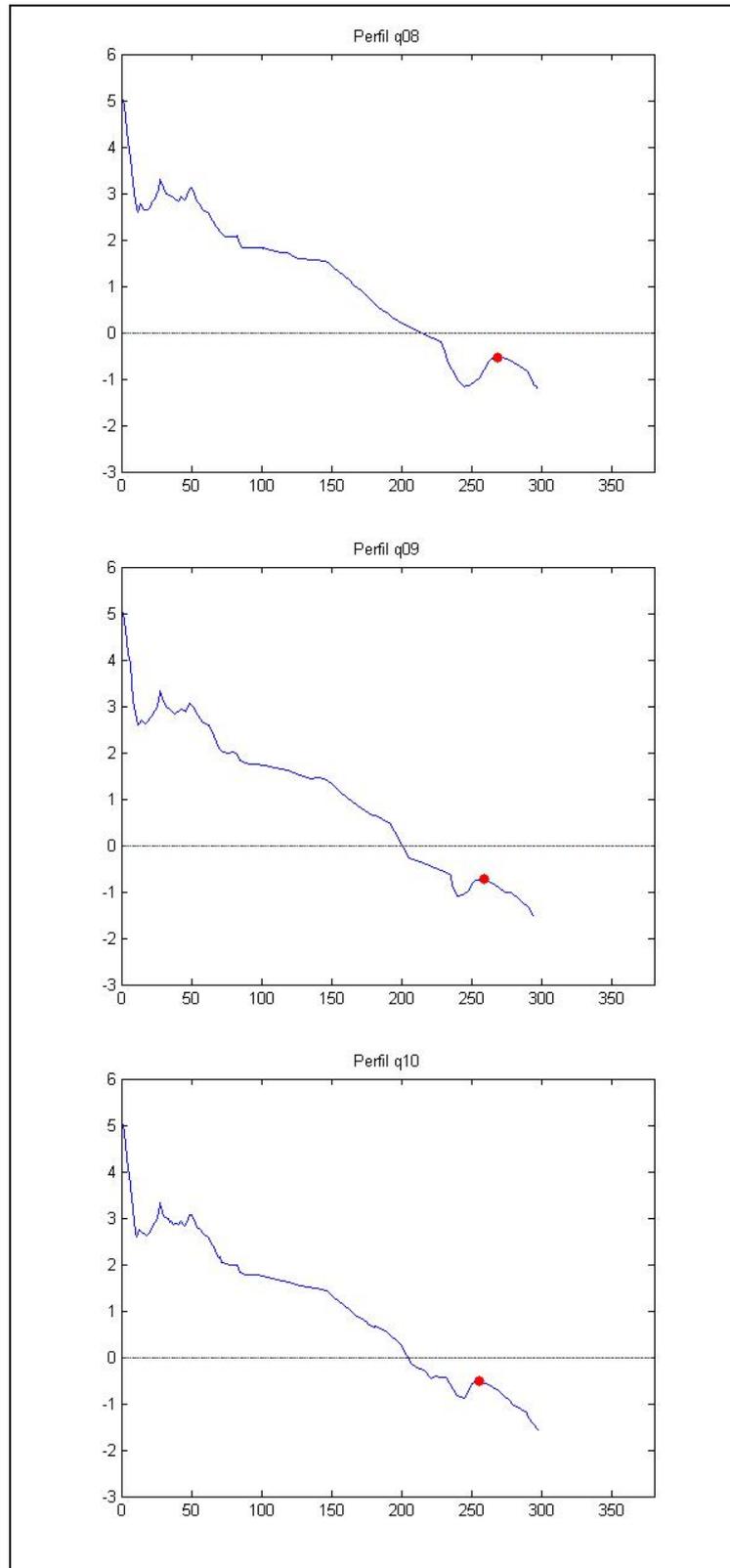
Valores positivos significam aproximação à costa e negativos afastamento em direção ao oceano.

Apesar do baixo número de dados consecutivos sobre os bancos da Querência três séries de migração puderam ser extraídas: Entre os dias 18 e 20 de Janeiro; 2 e 4 de Fevereiro e 18 e 20 de Fevereiro. As condições hidrodinâmicas predominantes nos dias pertinentes aos que foram observadas as migrações estão em tabelas onde as migrações em direção à costa são positivas e em direção ao mar são negativas.

A primeira série (figura 49) apresentou uma migração total de 13,6 m do banco em direção à costa. Os dias anteriores a esta migração, 16 e 17 de Janeiro, apresentaram um vento Sul muito forte o qual aumentou a altura das ondas. Com a predominância do vento Nordeste-Leste (tabela 3) entre os três dias analisados as ondas formadas nos anteriores diminuíram e proporcionaram uma migração do banco de 9,67 m/dia entre 18 e 19 de janeiro e de 3,93 entre 19 e 20 de Janeiro.

**Tabela 4: Condições hidrodinâmicas da primeira série de migração do banco na Querência.**

Dia	Vento			Ondas		Migração (m/dia)
	Intensidade	Direção	Altura (m)	Direção	Período (s)	
18/01	forte	E-NE	2	S	12,6	
19/01	forte	N-NE	2	L	11,3	9,67
20/01	moderado	E-NE	1	L	8,3	3,93

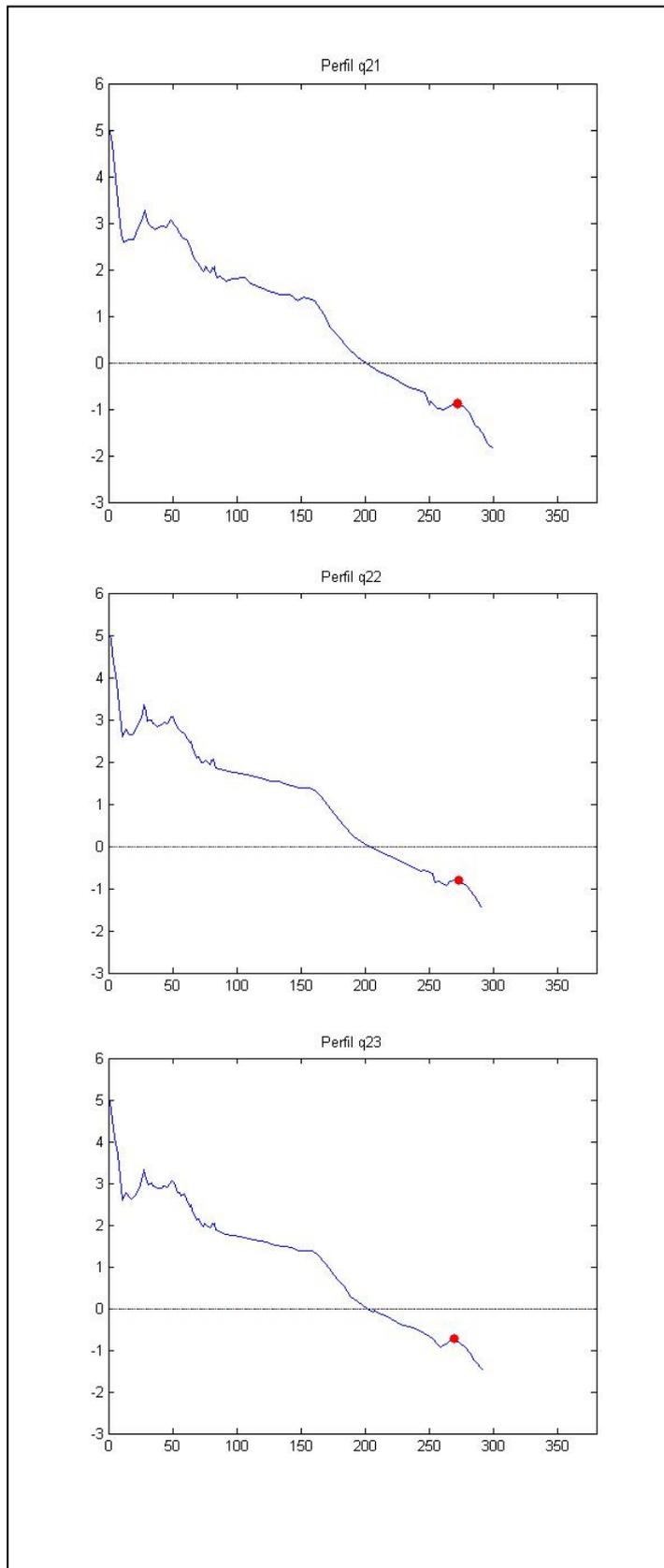


**Figura 49:** Série de migração do banco da Querência entre os dias 18, 19 e 20 de Janeiro (perfis q08, q09 e q10 respectivamente).

A segunda série (figura 50) foi obtida entre os dias 2 e 4 de Fevereiro. O aumento das ondas entre dois e três de Fevereiro pela ação dos ventos de direção Leste ocasionou uma migração de 1,43 em direção ao mar, entre três e quatro as ondas diminuíram e o banco migrou 3,83 m/dia em direção à praia.

**Tabela 5: Condições hidrodinâmicas da segunda série de migração do banco na Querência.**

Dia	Vento			Ondas		Migração (m/dia)
	Intensidade	Direção	Altura (m)	Direção	Período (s)	
02/02	forte	NE-E	0,75	L	8,1	
03/02	moderado	NE-E	1,25	L	10,6	-1,43
04/01	fraco	NE	0,75	L	12,9	3,83

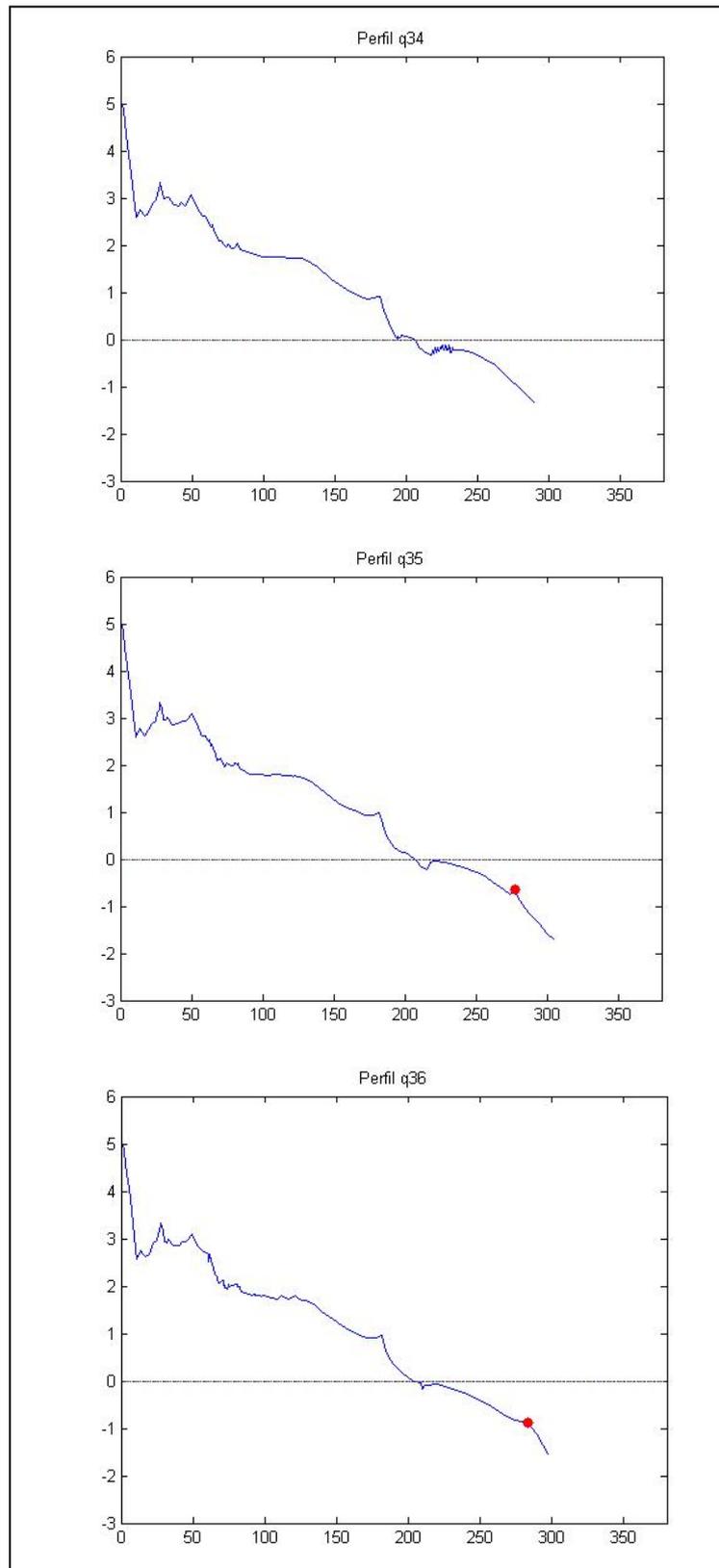


**Figura 50: Série de migração do banco na Querência entre os dias 2, 3 e 4 de Fevereiro (perfis q21, q22 e q23, respectivamente).**

A terceira e última série foi entre os dias dezoito e vinte de Fevereiro (figura 51). No dia dezoito (perfil q34) o segundo banco estava indiferenciado, pois encontrava-se soldado à face da praia junto ao primeiro. No dia dezanove (perfil q35) o vento mudou para Leste com forte intensidade aumentando as ondas. Neste dia é possível observar o surgimento de um pequeno banco na parte posterior do que estava soldado à face da praia. No dia vinte (perfil q36) as ondas aumentaram ainda mais fazendo que este pequeno banco migrasse em direção ao mar a uma taxa de 5,26 m/dia.

**Tabela 6: Condições hidrodinâmicas da terceira série de migração do banco na Querência.**

Dia	Vento		Ondas			Migração (m/dia)
	Intensidade	Direção	Altura (m)	Direção	Período (s)	
18/02	moderado	NE-E	0,25	L	23,09	
19/02	forte	NE-E	0,75	L	9,3	
2001	forte	NE-E	1,5	L	8,3	-5,26



**Figura 51: Série de migração do banco na Querência entre os dias 18, 19 e 20 de Fevereiro (perfis q34, q35 e q36, respectivamente).**

Ao contrário da Querência o segundo banco do Navio manteve-se nítido sendo caracterizado por uma cava profunda de grande declividade e uma crista proeminente. Estas peculiaridades permitiram a análise de seqüências maiores que na Querência (figura 52). As dificuldades encontradas foram associadas às condições do mar devido aos problemas em se realizar os perfis em função de ondas maiores, cava mais profunda, correntes muito fortes e um período de onda mais curto o qual dificultava o posicionamento do prisma.

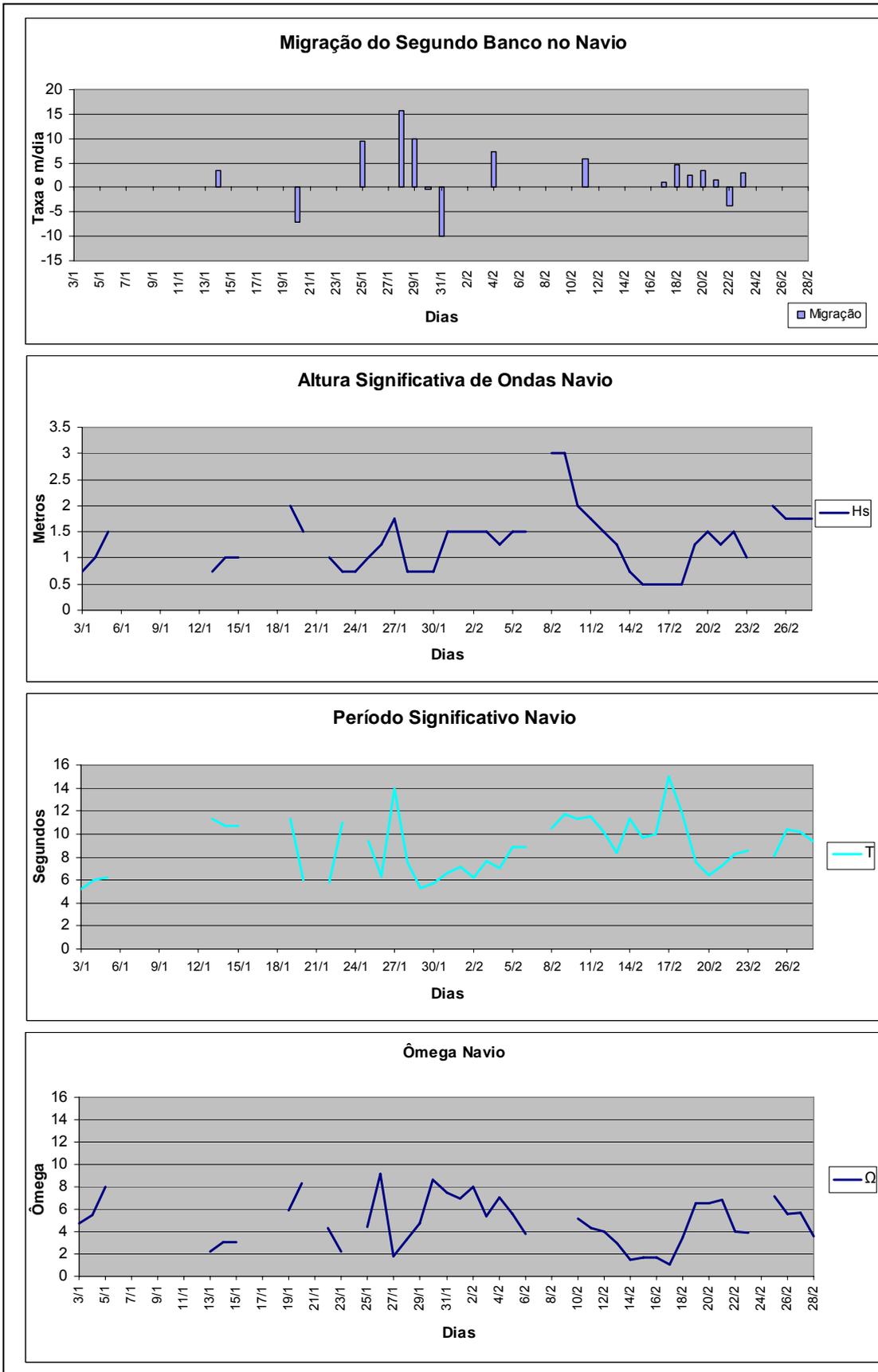
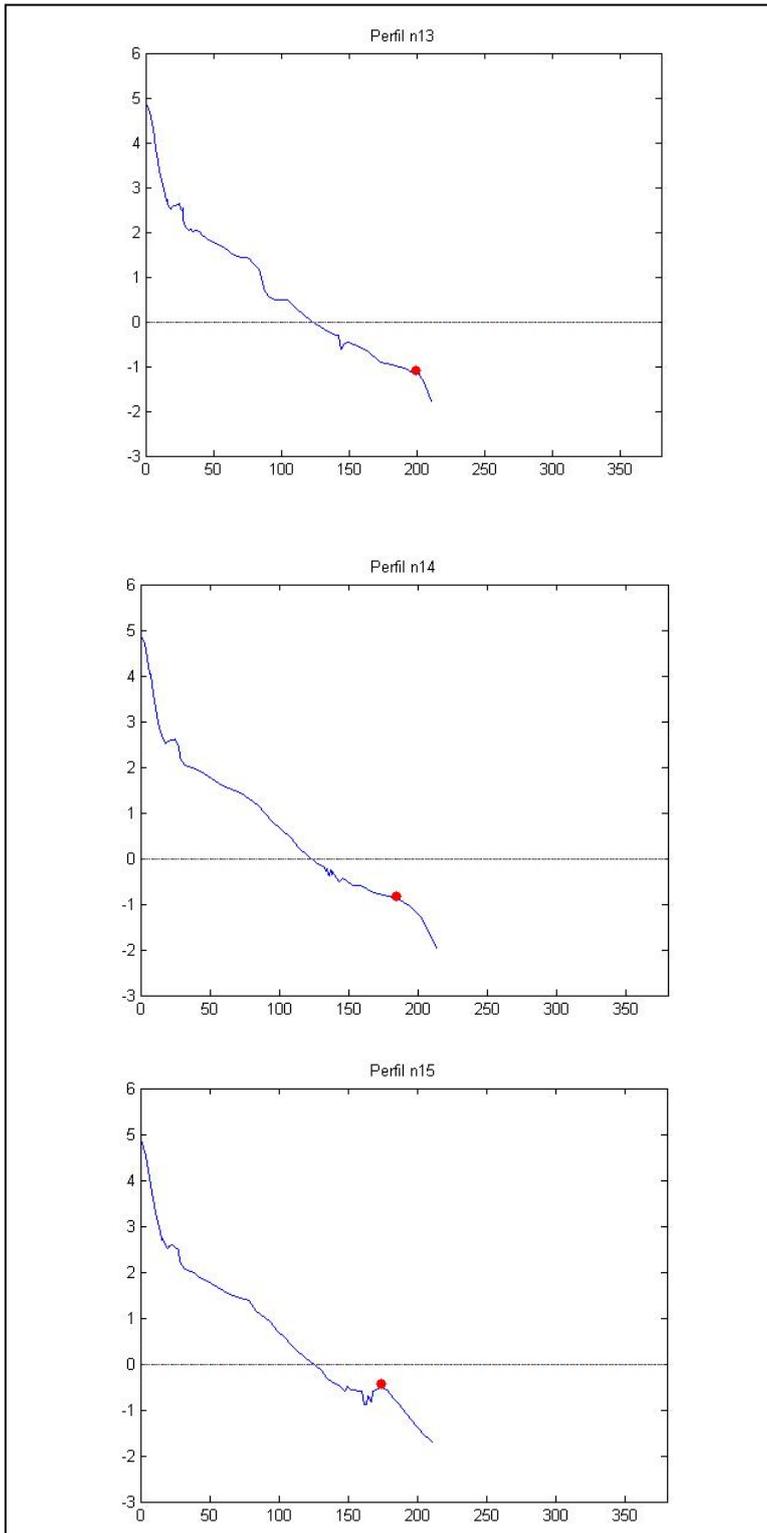


Figura 52: Taxas de migração do Navio com o período, altura e ômega. Valores positivos significam aproximação à costa e negativos afastamento em direção ao oceano.

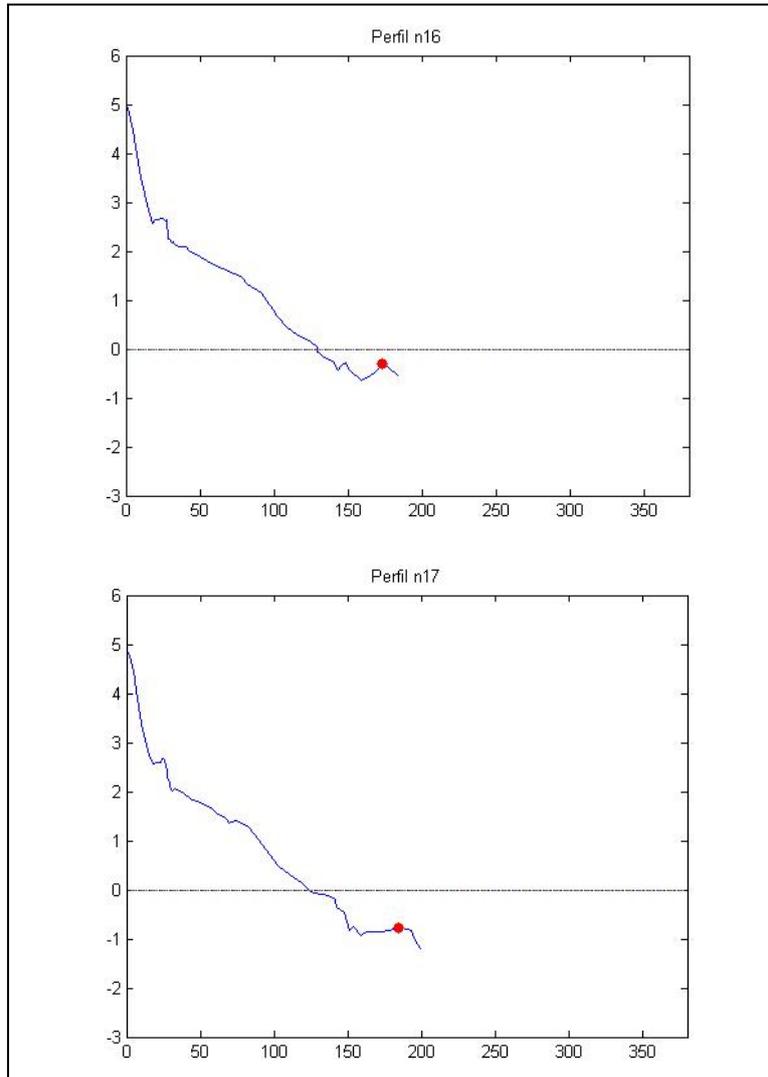
A primeira série (figuras 53 e 54) foi entre os dias 27 e 31 de Janeiro e apresentou migrações em ambas as direções. Nos dias anteriores, 25 e 26 de Janeiro, ventos fortes do quadrante Sul aumentaram a altura das ondas. Com a mudança do vento para Nordeste entre 27 e 29 as ondas diminuíram e houve uma migração total de 25,84 m em direção à praia entre um dia e outro. No dia 30 (perfil n16) o vento mudou para Sul forte aproximadamente quatro horas antes da realização do perfil e o banco apresentou uma pequena migração de 0,48 m/dia em direção ao oceano, caracterizando o início da mudança de direção na migração. Apesar da modificação do vento para Leste com intensidade fraca a moderada no dia 31 (perfil n17) as ondas estavam com Hs de 1,5 m de orientação Sul ocasionando uma migração do banco para dentro do oceano a uma taxa de 10 m/dia.

**Tabela 7: Condições hidrodinâmicas da primeira série de migração do banco no Navio.**

Dia	Vento			Ondas		Migração (m/dia)
	Intensidade	Direção	Altura (m)	Direção	Período (s)	
27/01	forte	NE	1,75	S	14	
28/01	forte	NE	0,75	L	7,5	15,79
29/01	forte	NE	0,75	L	5,28	10
30/01	forte	Sul	0,75	S	5,73	-0,48
31/01	moderado	E	1,5	S	6,6	-10



**Figura 53: Série de migração do banco no Navio entre os dias 27, 28 e 29 de Janeiro (perfis n13, n14 e n15, respectivamente).**



**Figura 54: Série de migração do banco no Navio entre os dias 30 e 31 de Janeiro (perfis n16 e n17, respectivamente).**

A segunda série foi entre 16 e 23 de Fevereiro (figuras 55, 56 e 57) e apresentou migrações em ambas as direções. Uma das peculiaridades desta série foi o aparecimento de duas cristas no mesmo banco, uma interna e outra externa (perfis n32 a n36 das figuras 56 e 57), migrando de forma diferenciada, porém sem dividir o banco.

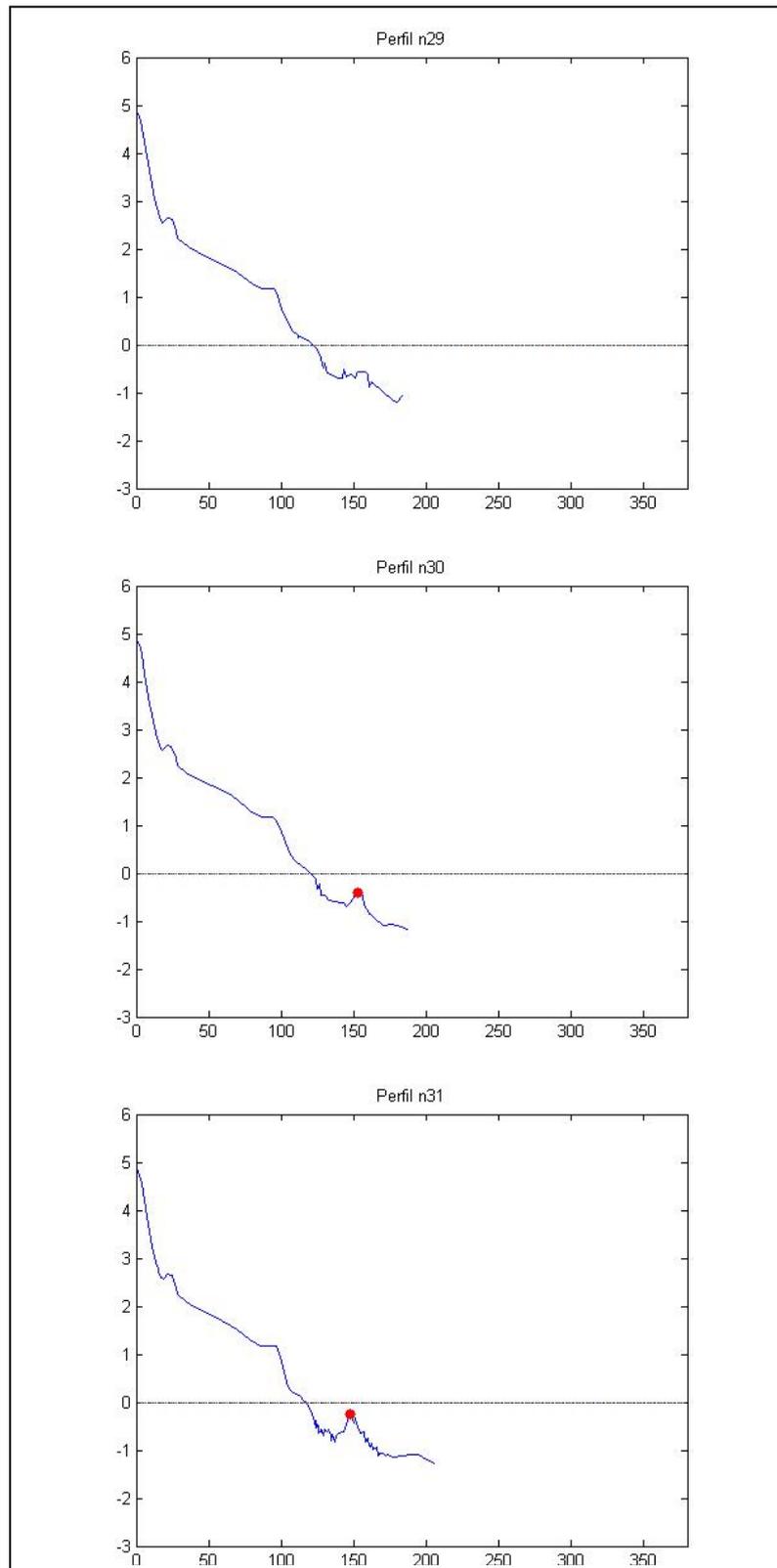
**Tabela 8: Condições hidrodinâmicas da segunda série de migração do banco no Navio C1 = Primeira crista; C2 = segunda Crista.**

Dia	Vento			Ondas		Migração	
	Intensidade	Direção	Altura (m)	Direção	Período (s)	(m/dia)	
16/02	forte	NE	0,5	L	9,9		
17/02	moderado	NE	0,5	L	15	1	
18/02	moderado	NE-E	0,5	L	11,9	4,6	
19/02	forte	NE-E	1,25	L	7,5	2,3	
						C1	C2
20/02	forte	NE-E	1,5	L	6,3	3,3	-5,2
21/02	moderado	S-SE	1,25	L	7,2	1,4	-7,8
22/02	forte	SE	1,5	S	8,2	-3,8	3,5
23/02	forte	NE	1	SE	8,5	2,9	0

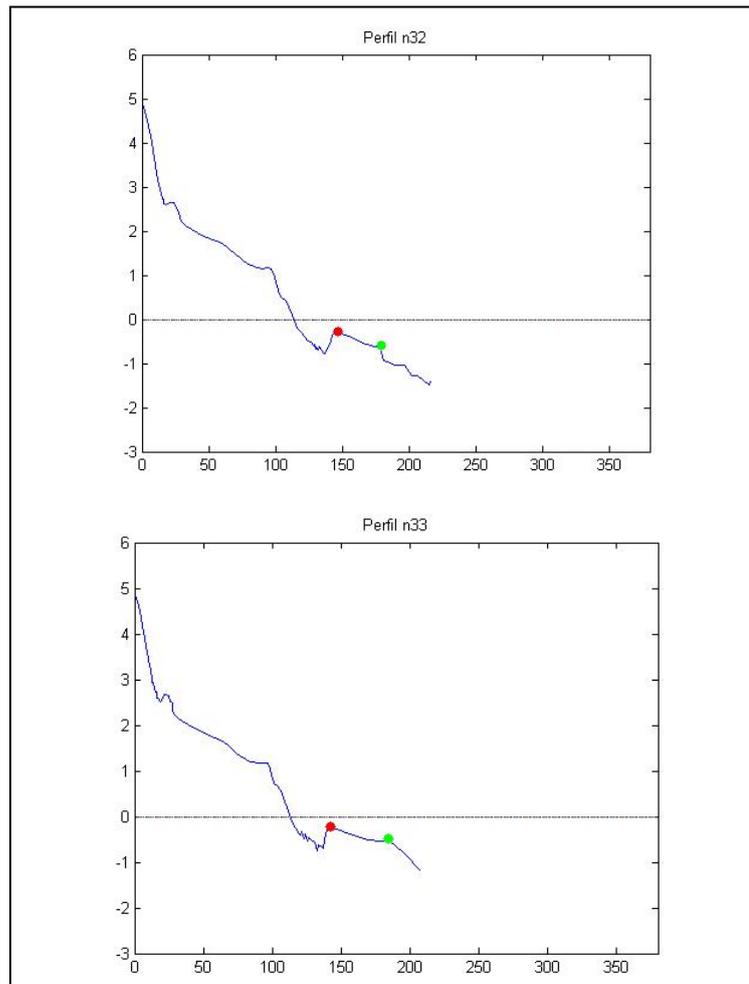
Nos dias anteriores ao dia 16/02 (perfil n29, figura 55) ventos fortes de Nordeste-leste com ondas reduzidas, intensas correntes paralelas e de retorno apresentavam um perfil com morfologia dominada por *megaripples*, um banco muito segmentado, próximo à praia e de difícil diferenciação. As condições caracterizadas por pequenas ondas entre os dias 16 e 18 ocasionaram uma migração de 5,6m do banco em direção à praia. Na seqüência, no dia dezenove, houve a mudança para forte intensidade de vento Nordeste-Leste que ampliou a altura das ondas, apesar disto o banco continuou a migrar em direção à praia a uma taxa de 2,3 m/dia, tendo, entretanto havido o início da formação de uma outra crista no extremo externo em direção ao mar. No dia 20 (perfil n33, figura 56) as ondas continuaram a aumentar e o banco apresentava duas cristas, a primeira migrou 3,3 m/dia em direção à praia e a segunda 5,2 m/dia em direção ao oceano.

No dia 21(perfil n34, figura 57) o vento mudou para Sul forte, mas as ondas continuavam com orientação Leste. Nestas condições, a primeira crista migrou para a

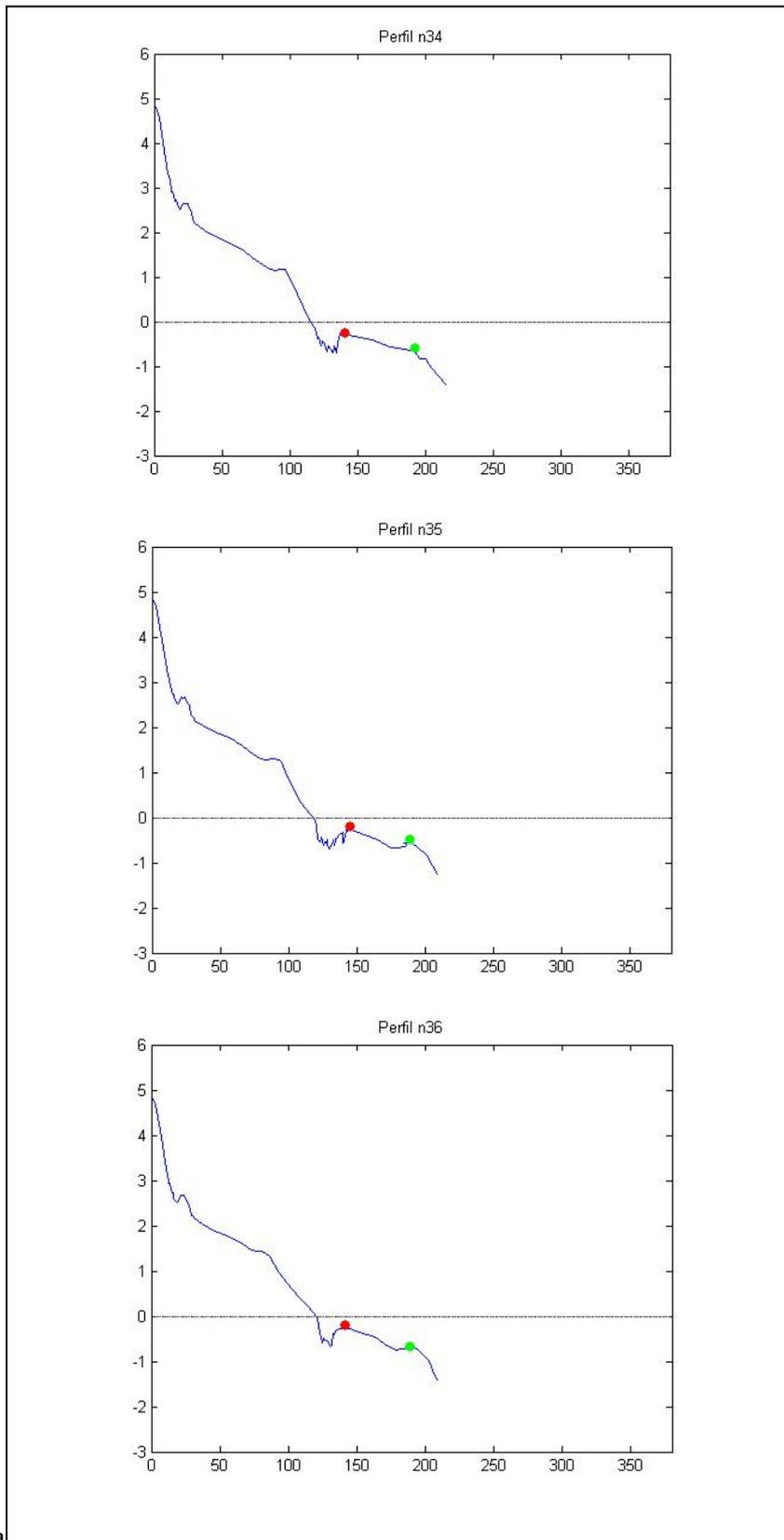
praia a uma taxa de 1,4 m/dia e a segunda para o oceano a 7,8 m/dia, afastando-se uma da outra sem segmentar o banco. No dia 22 (perfil n35, figura 57) as ondas aumentaram com a permanência do vento Sul forte. As duas cristas se tornaram mais proeminentes com o início da formação de uma cava no interior do banco, e continuaram a migrar em direções opostas, mas a mais próxima à praia migrado em direção ao mar a uma taxa de 3,8 m/dia e a mais externa em direção à praia a uma taxa de 3,5 m/dia, diminuindo a distância entre as mesmas. No dia 23 (perfil n36, figura 57) com vento Nordeste houve a diminuição de altura das ondas e a migração da primeira crista em direção à praia a uma taxa de 2,9m/dia tendo a segunda permanecido estática, situação que aumentou a distância entre as duas cristas. A entrada de ondas com 2 m de altura nos dias subseqüentes alterou o perfil descaracterizando o segundo banco.



**Figura 55: Série de migração do banco no Navio entre os dias 16, 17 e 18 de Fevereiro (perfis n29, n30 e n31, respectivamente).**



**Figura 56: Série de migração do banco no Navio entre os dias 19 e 20 de Janeiro, o ponto vermelho representa a primeira crista e o verde a segunda (perfis n32 e n33, respectivamente).**



sa

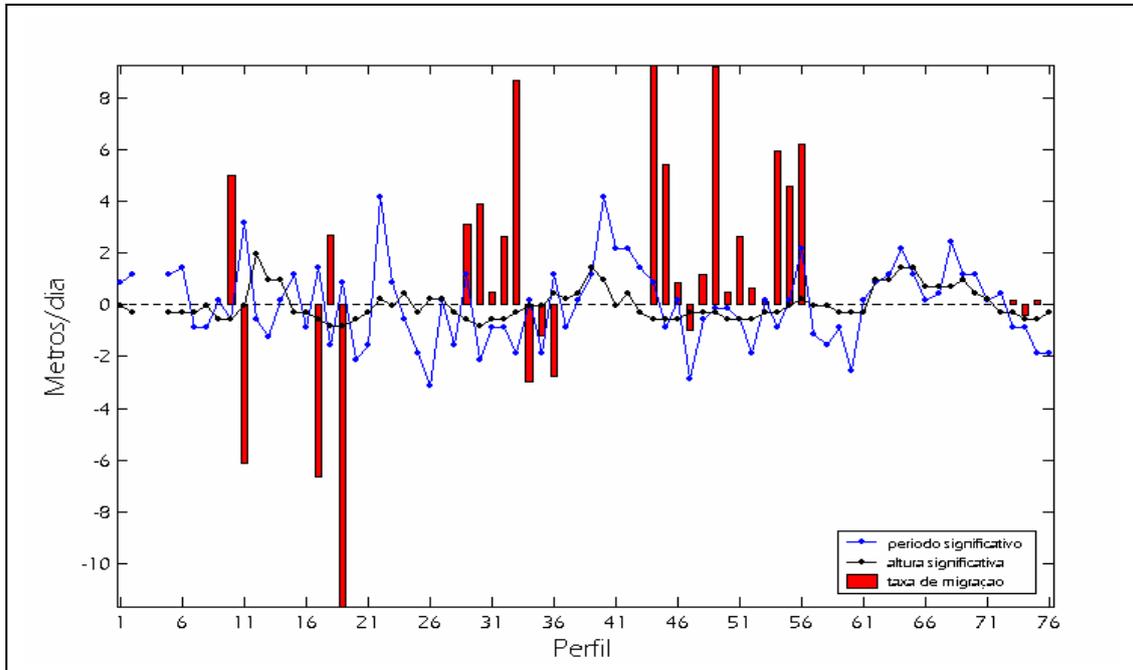
**Figura 57: Série de migração do banco no Navio entre os dias 21, 22 e 23 de Janeiro, o ponto vermelho representa a primeira crista e o verde a segunda (perfis n34, n35 e n36, respectivamente).**

Observando-se as migrações para as duas praias concluí-se que suas principais responsáveis são as ondas. As migrações foram norteadas pelas diferenças em altura das ondas, assim em dias que estas estavam com altura média de dois metros uma diminuição das mesmas para 1,25 m determinou uma migração do banco em direção à praia, ao passo que um aumento a altura das ondas de 0,75 m para 1,5 m ocasionou uma migração em direção ao oceano.

Pode-se inferir que ondulações abaixo de 0,75 m tenderão a migrar para a praia, mas acima deste valor as migrações vão depender da posição em que se encontravam os bancos nos dias anteriores. O período também demonstrou exercer influência significativa na migração dos bancos, exibindo uma tendência de induzir migrações em direção à costa conforme diminui em algumas ocasiões. Esta conclusão é muito similar à descrita por Pereira & Calliari (2005) para a região do Terminal Turístico, aproximadamente 4 km antes da base do molhes, que sugere que as condições que tendem a influenciar a migração para a costa são predominantemente ondas providas dos quadrantes Leste e Sudeste com alturas inferiores a 0,75 m, classificadas por Tozzi e Calliari (2000) como sendo condições de moderada à baixa hidrodinâmica. Pereira & Calliari (2005) descreveram três séries de migração do primeiro banco em direção à praia com uma média 4,8 m/dia, que está dentro dos valores encontrados em nosso estudo.

O parâmetro  $\omega$  indicou possuir relação com a migração de bancos nas duas praias estudadas (figuras 48 e 52),  $\omega$ s mais dissipativos ocorrem junto com migrações em direção ao oceano e  $\omega$ s tendendo mais para intermediários com migrações em direção à praia, tornando-se um bom parâmetro para avaliar as variações dos bancos em ambos os locais.

Observando-se a figura 58, representativa das taxas de migração obtidas por Guedes (2005) para a Querência, encontram-se valores semelhantes aos obtidos em nosso estudo. Observa-se que as taxas mais altas encontradas pelo autor foram maiores em direção ao oceano e um pouco menores em direção à praia.



**Figura 58: Taxas de migração calculadas por Guedes (2005) através dos perfis topográficos, com Hs e Ts subtraídos de suas respectivas médias. Escala vertical ajustada somente para as taxas de migração.**

Calculando-se a média de todas as migrações do Navio e da Querência chega-se ao valor de 2,8 m/dia e 3,1 m/dia em direção ao oceano e 5,8 m/dia e 6,8 m/dia em direção à praia, respectivamente para ambas as praias. Demonstra-se assim que enquanto o Navio possui uma maior migração média em direção à praia a Querência apresentou uma migração média maior em direção ao Oceano. Esta diferença nas taxas de migração pode estar relacionada às variações granulométricas entre as duas praias. O Navio apresenta areia fina e um pouco de média com velocidade de sedimentação mais rápida a areia quando ressuspensa atinge o fundo mais rapidamente avançando em direção à praia. Por outro lado, a Querência com areia fina tendendo a muito fina

apresenta um tempo maior de decantação, ficando mais tempo em suspensão, conseqüentemente apresenta mais condições de migrar em direção ao mar durante o mesmo tempo.

#### **4.2.3. Formação, Desenvolvimento e Dissipação de *megaripples* na zona de surfe.**

O monitoramento diário permite também o acompanhamento do desenvolvimento e destruição de feições morfológicas de menor escala que os bancos. Durante a realização dos perfis foi detectado na zona de surf a formação e desaparecimento de feições de fundo tipo *megaripples* as quais são caracterizadas por cristas e cavas assimétricas cuja amplitude pode alcançar 0.40 m de altura e 1 a 4 m de comprimento, caracterizando uma morfologia similar a uma seqüência de pequenos bancos e cavas popularmente chamados de “buracos” os quais, segundo o folheto explicativo “Oceanografia e Segurança de Praias” do LOG-DGEO-FURG, podem representar perigo à segurança de banhistas. Foram detectadas séries com sua formação e dissipação em ambas as praias sendo que no Navio essas feições foram observadas com maior freqüência sendo ali mais íngremes e mais profundas. Observou-se que essas feições se formaram na presença de ventos do quadrante Nordeste com rajadas de Leste, ondas de pequena altura gerando corrente litorânea forte para sul. As mesmas desaparecem com o aparecimento de ondas maiores, as quais afetam todo o banco. Entretanto no Navio a formação das estruturas esteve, além dos fatores citados, geralmente associada com correntes de retorno.

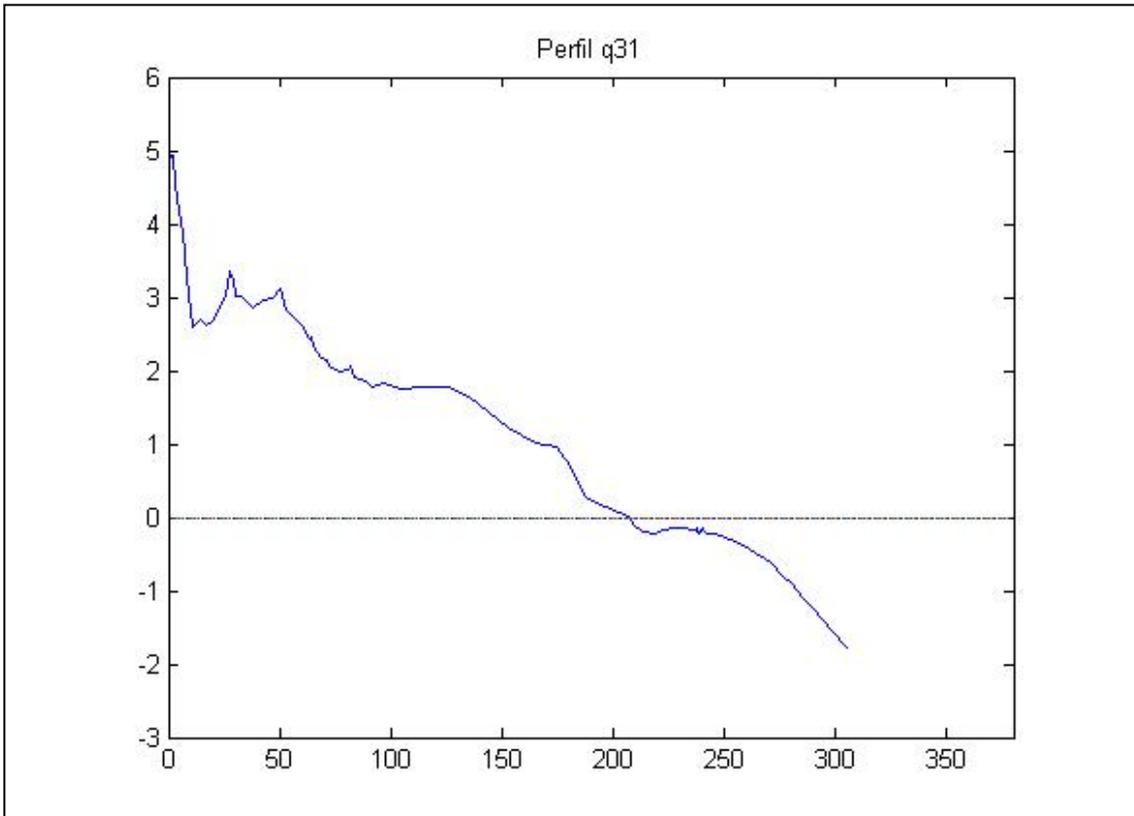
Segundo as figuras 59, 60 e 61 nota-se na Querência que as *megaripples* se formaram na crista do banco que está se soldando à praia migrando por cima deste em direção à cava, caracterizando um “trem” de *megaripples*.

**Tabela 9: Condições hidrodinâmicas da seqüência de *megaripples* na Querência**

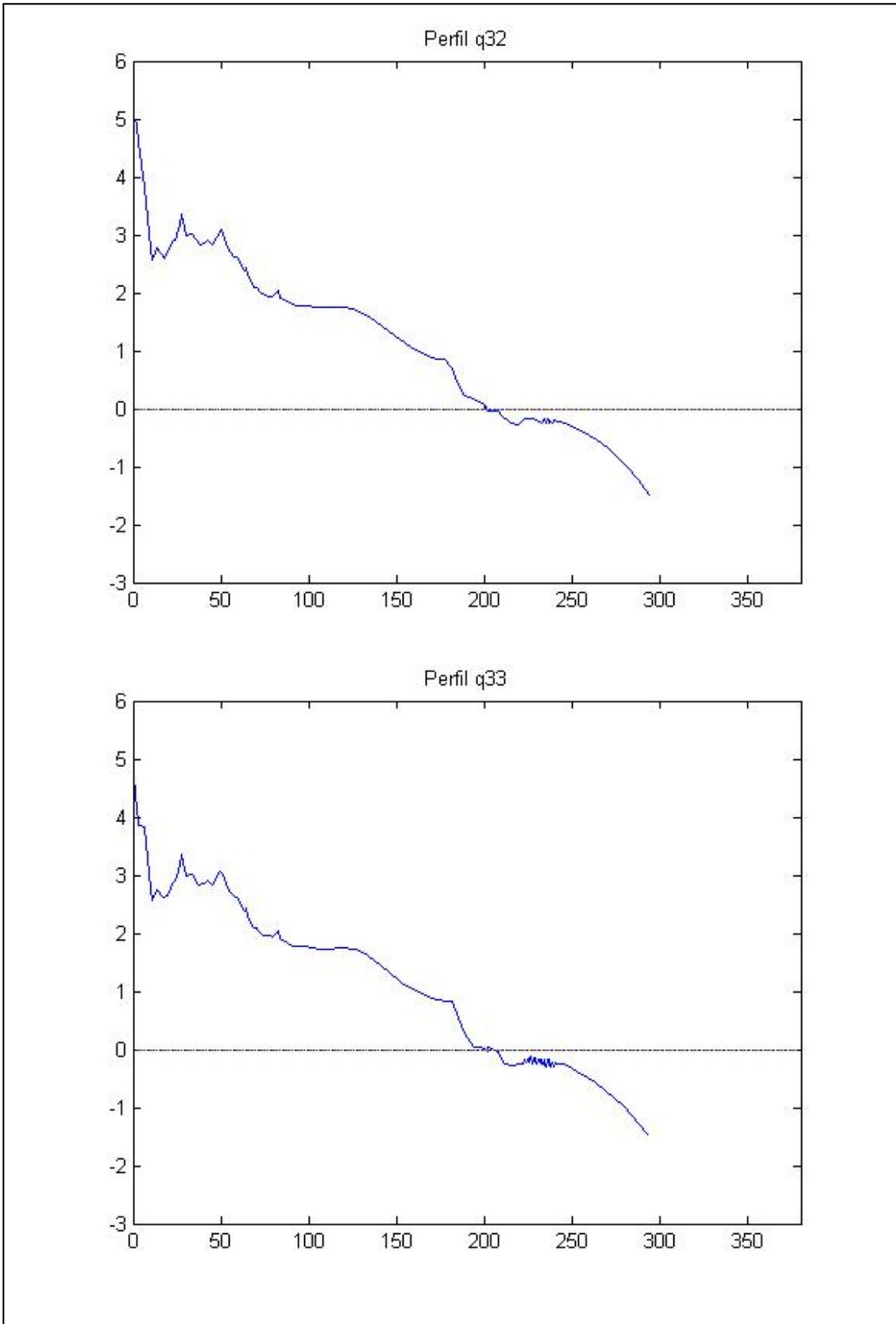
Dia	Vento		Ondas		
	Intensidade	Direção	Altura (m)	Direção	Período (s)
15/02	forte	NE	0,25	E	12,5
16/02	forte	NE	0,5	E	14
17/02	moderado	NE	0,25	E	28,6
18/02	moderado	NE-E	0,25	E	23
19/02	forte	NE-E	0,75	E	9,3

O início do aparecimento destas estruturas na Querência, deu-se em 15/02 (perfil q31). A situação anterior indicava a existência de um banco em eminência de se soldar a praia e uma dinâmica ondulatória de baixa energia. Vento Nordeste forte (tabela 8) com ondas pequenas de Leste parecem ter iniciado a formação das *megaripples*. Com a manutenção destas condições nos dias 16, 17 e 18 as *megaripples* aumentaram e começaram a migrar sobre o banco em direção à face da praia.. Com o aumento das ondas no dia 19/02 e (perfil q35) as quais atingiram Hs de 0,75 e período de 9,3 s as *megaripples* praticamente desapareceram.

Preliminarmente nota-se na Querência que a presença de *megaripples* esteve associada a ventos de Nordeste-Leste de intensidade moderada a forte, com baixa energia de ondas (alturas inferiores a 0,75 m) incidência de Leste gerando correntes em direção sul. Houve também a ocorrência de períodos muito altos para os tamanhos de ondas observados e, mesmo que signifiquem alguma limitação do método de obtenção dos períodos, apresentaram visível influência na formação das estruturas.



**Figura 59: Início da seqüência de formação das *megaripples* na praia da Querência no dia 15 de Fevereiro (q31).**



**Figura 60:** Seqüência de formação e migração das *megaripples* na praia da Querência entre os dias 16, e 17 de Fevereiro (q32 e q33, respectivamente).

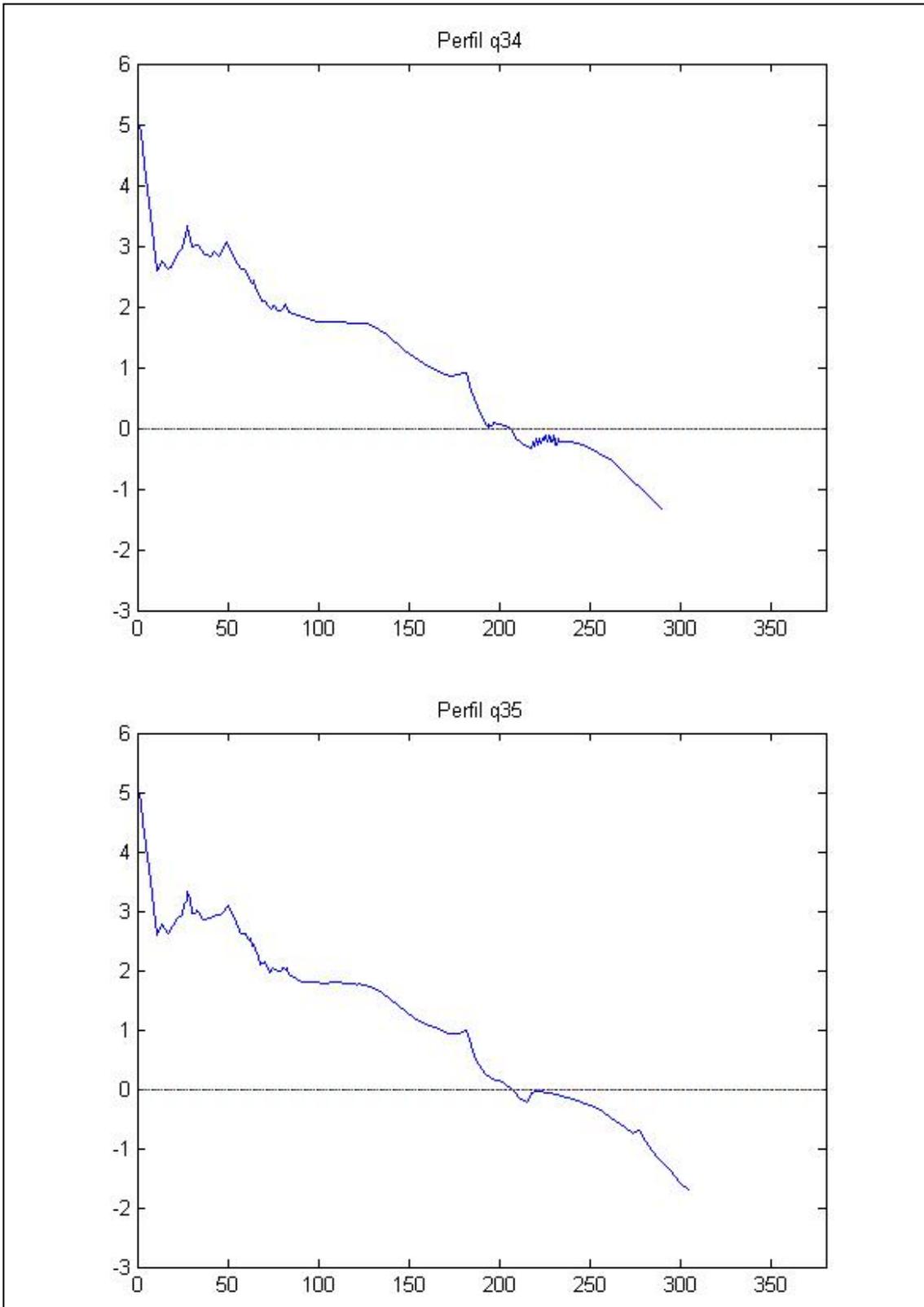


Figura 61: Continuação da seqüência da figura anterior, demonstrando o processo de migração das *megaripples* e seu aplainamento nos dias 18 e 19 de fevereiro (q34 e q35, respectivamente).

A seqüência na qual estas estruturas foram observadas na região do Navio envolveu o período compreendido entre 17 e 23 de Fevereiro.

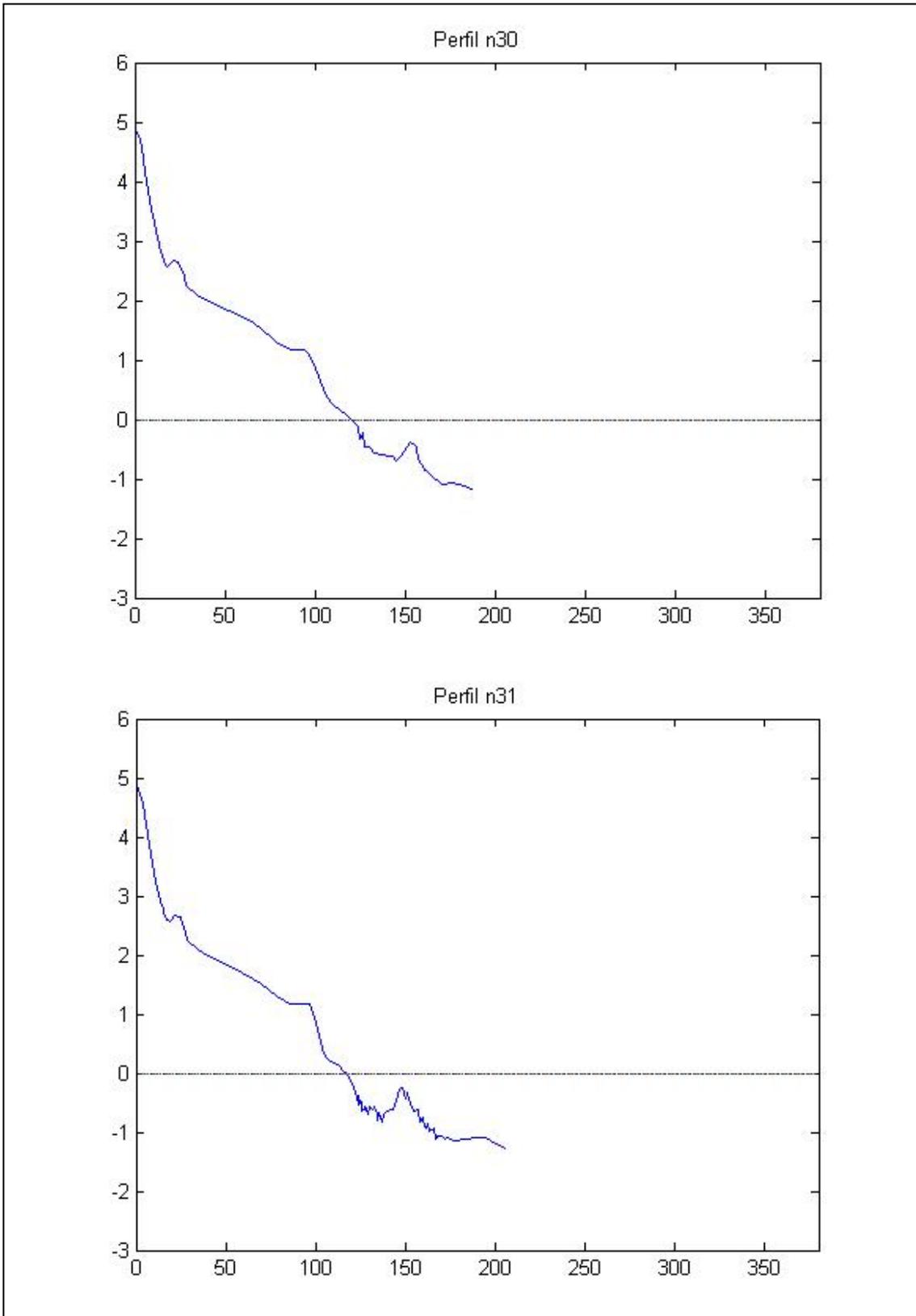
**Tabela 10: Condições hidrodinâmicas da seqüência de *megaripples* no Navio**

Dia	Vento		Ondas		
	Intensidade	Direção	Altura (m)	Direção	Período (s)
17/02	moderado	NE	0,5	E	15
18/02	moderado	NE-E	0,5	E	11,9
19/02	forte	NE-E	1,25	E	7,6
20/02	forte	NE-E	1,5	E	6,3
21/02	moderado	Sul-SE	1,25	E	7,2
22/02	forte	SE	1,5	S	8,2
23/02	forte	NE	1,5	SE	8,5

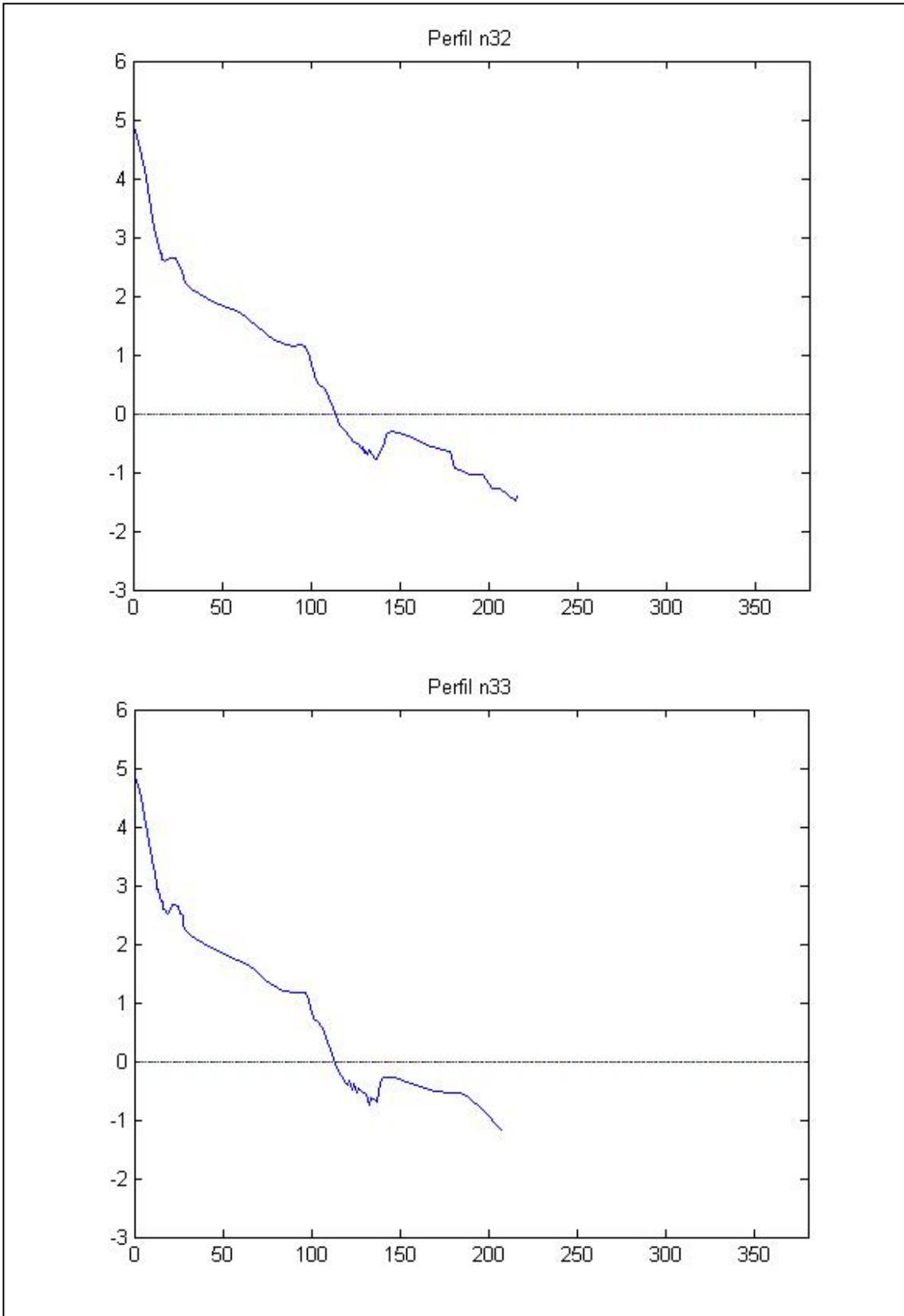
Os dias 17 e 18 (perfis 30 e n31, Figura 62) demonstraram no banco o começo da formação e a ampliação das *megaripples* tanto em sua cava como na parte mais externa. Nestes dias as ondas estavam pequenas e os ventos eram de orientação NE-E moderados (tabela 9). O aumento da intensidade do vento Nordeste-Leste induzindo a um acréscimo de Hs no dia 19/02 (perfil 32, Figura 63) causou o desaparecimento das *megaripples* na região posterior do banco mantendo entretanto algumas na cava.

As *megaripples* que permaneceram na cava cresceram no dia 20/2 (perfil n33, figura 63), associadas a ventos fortes de Nordeste-Leste, apesar do aumento das ondas. Em 21/02 (perfil n34, figura 64), as feições se mantiveram na cava e as ondas sofreram uma pequena diminuição em altura, mas o vento mudou para Sul moderado. Nos dias subseqüentes (22 e 23) com um novo aumento de altura das ondas para 1,5 m e ventos de Sul notou-se que as *megaripples* migraram em direção ao mar tendendo a desaparecer (perfil n35, figura 64 e perfil n36, figura 65). Este desaparecimento pode estar relacionado à maior altura das ondas nesses últimos dias uma vez que nossas

observações indicam que ondas provindas de Sul com maiores alturas tendem a dissipar estas estruturas.



**Figura 62: Gênese de *megaripples* para o Navio nos dias 17 e 18 de Fevereiro (perfis n30 e n32, respectivamente).**



**Figura 63: Dissipação e reaparecimento de *megaripples* para o Navio nos dias 19 e 20 de Fevereiro (perfis n32 e n33, respectivamente).**

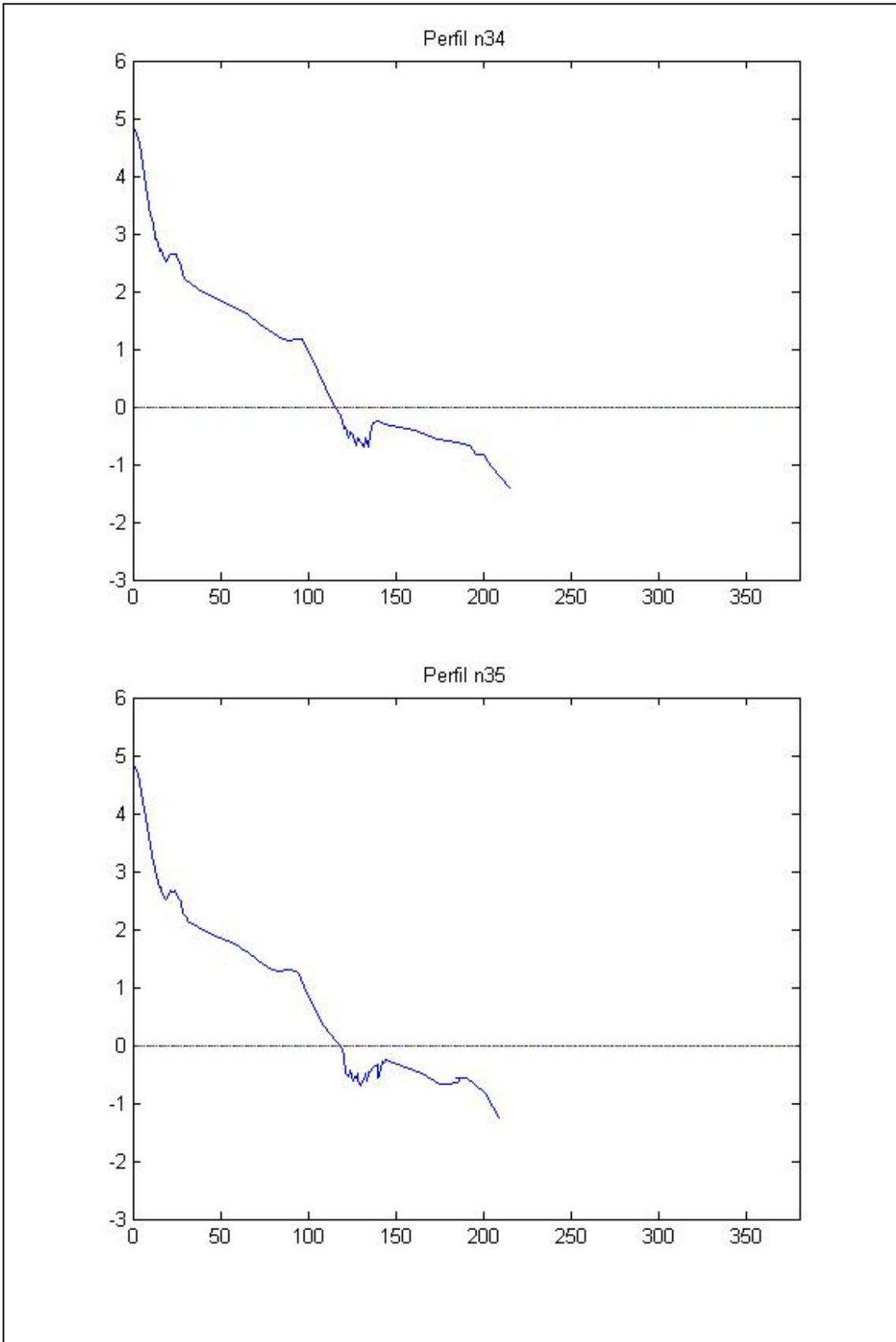
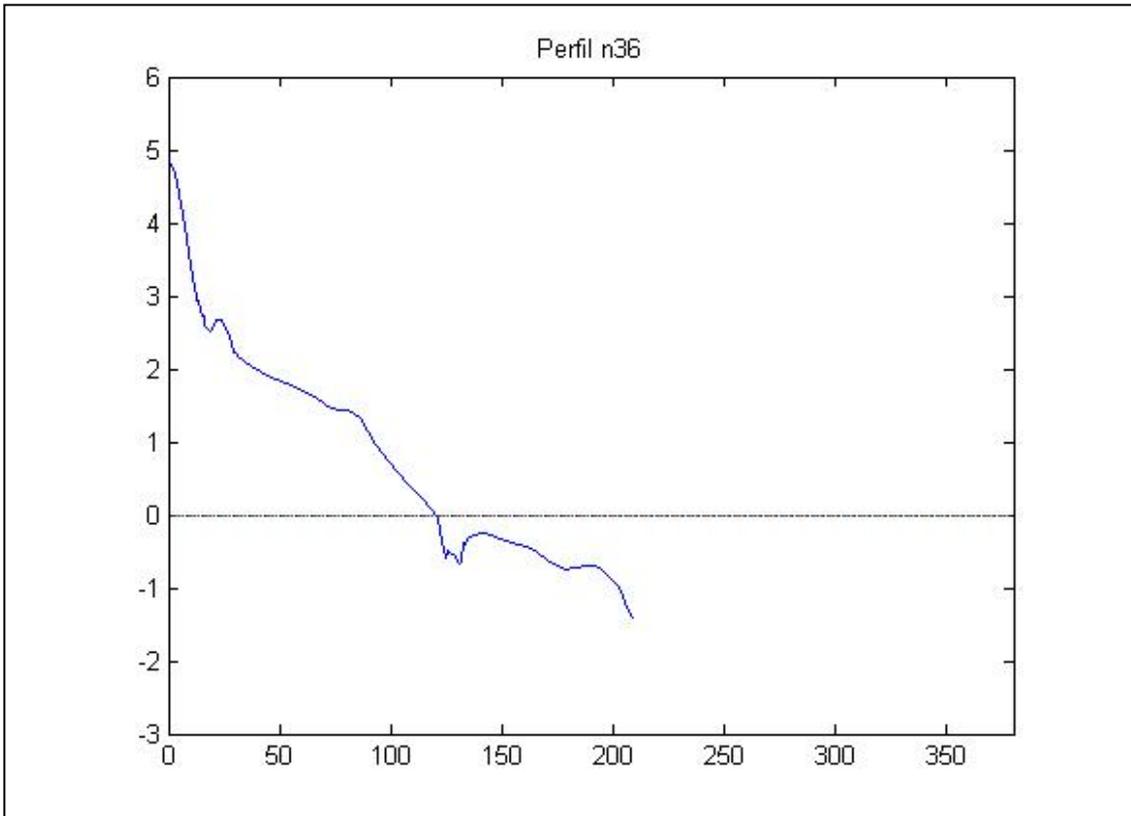


Figura 64: *Megaripples* para o Navio nos dias 21 e 22 de Fevereiro (perfis n34 e n35, respectivamente).



**Figura 65: Final da seqüência com a dissipação das *Megaripples* para o Navio no dia 23 de Fevereiro (perfil n36).**

A gênese e desaparecimento de *megaripples* em nossa costa é pouco documentada. Preliminarmente nota-se que as análises com base nos perfis e observações visuais indicaram que a associação com ondas de orientação Leste e altura reduzida, correntes paralelas em direção ao Sul e ventos de Nordeste-Leste, especialmente fortes ou moderados, é a situação hidrodinâmica que mais contribui para sua formação. Houve também a ocorrência de períodos muito altos para os tamanhos de ondas observados e, mesmo que signifiquem alguma limitação do método de obtenção dos períodos, demonstraram associação na formação das estruturas.

Para a Querência o aumento da altura das ondas do quadrante Leste fez com que as *megaripples* desaparecessem. As mesmas condições no Navio apenas diminuíram as estruturas que voltaram a aumentar nos dias posteriores, entretanto ondas com alturas superiores a 1 m, provindas de Sul com correntes associadas para NE as fizeram

desaparecer, levando a concluir que estas podem ser as situações que mais contribuem para sua dissipação.

O Navio demonstrou maior incidência de *megaripples*. As correntes laterais são mais fortes neste local que na Querência, podendo ser a causa desta diferenciação. As estruturas podem também ser influenciadas pelas diferenças nas características morfodinâmicas entre praias dissipativas e intermediárias sendo possivelmente mais evidenciadas no navio pela granulometria um pouco maior.

Segundo o folder explicativo de segurança de praias do CTTMar da Universidade do Vale do Itajaí as ondas com tamanhos menores a 0,5 m são as que apresentam os maiores números de afogamentos, assim como as *megaripples* que se formaram sob estas condições tornando a associação de ambas bastante perigosa. O Navio demonstrou uma maior incidência destas estruturas. além de que, segundo o mesmo trabalho, as praias intermediárias são mais perigosas que as dissipativas bem como as arrebentações mergulhantes, mais abundantes no Navio como será visto a seguir, tornando a presença das *megaripples* ainda mais crítica na região.

### **4.3. Observações Visuais**

#### **4.3.1. Tipos de Arrebentação**

As observações meteorológicas e visuais dos parâmetros hidrodinâmicos mais importantes para o entendimento das variações morfodinâmicas da praia durante o período estudado serão discutidos a seguir.

As duas praias apresentaram diferenças nas características das ondas as quais podem ser relevantes para descrever diferenças morfodinâmicas entre as mesmas.

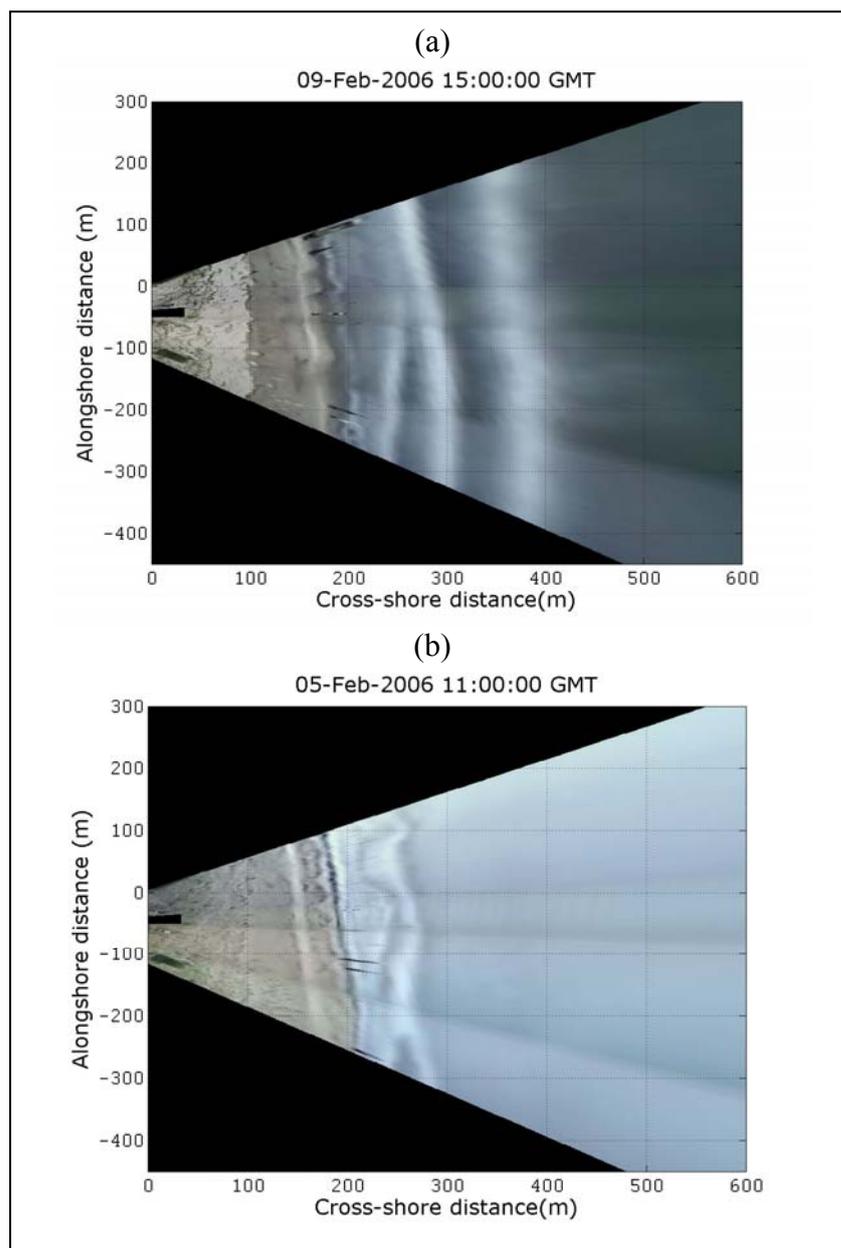
A tabela 10 apresenta os dados referentes ao número de linhas de arrebentação na Querência e no Navio, respectivamente. Na maior parte dos dias, foram registradas de duas a três linhas para ambas as praias. O Navio possui uma frequência maior no número de dias com três linhas e também não houve registro de dias com somente uma linha de arrebentação. Esta diferença se dá, provavelmente, pela presença de ondas maiores no Navio e não deve representar uma relação com as diferenças morfológicas existentes entre os dois locais.

**Tabela 11: Número de linhas de arrebentação no Navio e da Querência durante o estudo, com n representando o número de dias anotados e % o percentual de cada dia no total.**

Local	Querência		Navio	
	n	%	n	%
1	3	6,52	0	0
2	20	43,48	13	30,23
3	18	39,13	25	58,14
4	5	10,87	5	11,63
Total	46	100	43	100

As praias da Querência e do Navio apresentam geralmente de dois a três bancos, que possuem sua atividade associada às ondas, quanto maior as ondas os bancos mais externos se tornam mais ativos, segundo descrição feita por Guedes (2006) seguindo o modelo proposto por Wright & Short (1984).

Segundo Sonu (1973) quando aparecem os bancos mais externos estes tendem a ser mais lineares, com menor ritmicidade formando séries contínuas com curvas simétricas (figura 66). Quando apenas os internos estão ativos os bancos são mais oblíquos e descontínuos em função de uma maior atuação de correntes laterais e de retorno (figura 66).



**Figura 66: Imagem Timex Argus identificando uma praia linear (a) e uma rítmica (b).**

A tabela 11 apresenta os tipos de quebra de onda para os dois setores. Este parâmetro foi predominantemente observado sobre o segundo banco uma vez que neste a arrebentação era mais constante e de visualização mais definida. Os registros sobre o primeiro banco eram de difícil visualização pelo fato de sofrer com a influência da arrebentação do segundo banco. O terceiro e o quarto banco não estiveram ativos em todos os dias observados. Entretanto quando houve arrebentação no terceiro banco fez-se a sua classificação.

Os dois locais estudados mostraram diferenças marcantes no tipo de arrebentação. Na Querência predominou o tipo deslizante com 47,73% dos dias apresentando esta forma no segundo banco sem arrebentação no terceiro. Em 45,45% os dois bancos apresentaram o tipo deslizante. Mergulhante unicamente no segundo banco ocorreu em 4,54% das observações, com porcentagem igual para dias com arrebentação mergulhante no segundo e deslizante no terceiro banco. Durante o período de estudo notou-se a ausência de arrebentação mergulhante no terceiro banco. Realizando uma análise exclusivamente do segundo banco nota-se a grande predominância do tipo deslizante de arrebentação com 93,18% das observações, ao passo que o tipo mergulhante obteve apenas 9,08%.

A praia do Navio demonstrou uma distribuição mais homogênea dos tipos de arrebentação. Em 14,63% dos dias notou-se arrebentação deslizante no segundo banco com o terceiro banco inativo. Em 34,15% do tempo observaram-se características deslizantes nos dois bancos. Em 19,51% dos dias o tipo mergulhante aparece somente no segundo banco com a ausência de ondas no terceiro. Arrebentação mergulhante nos dois bancos aparece em 2,44% dos dias. Características deslizantes no segundo seguidas por mergulhantes no terceiro apareceram em 9,76% dos dias. Finalmente, em 19,52% dos dias apareceu arrebentação deslizante no terceiro e mergulhante no segundo.

Se analisarmos apenas o segundo banco nota-se uma distribuição praticamente eqüitativa entre os tipos deslizantes (58,54%) e mergulhante (41,46%). O Navio demonstrou existir também o tipo mergulhante no terceiro banco, fato este não observado na Querência.

Estas distribuições nas características das ondas, predominantemente deslizante na Querência e mais bem difundida entre mergulhante e deslizante no Navio,

comprovam situações que assinalam condições de zona de arrebentação mais intermediárias no Navio que as existentes para a praia da Querência.

**Tabela 12: Tipos de arrebentação observadas para as regiões da Querência e do Navio no segundo banco (numerador) e no terceiro (denominador, quando presente), n é o número de dias.**

Local	Querência		Navio	
	n	%	n	%
deslizante	21	47,73	6	14,63
deslizante / deslizante	20	45,45	14	34,15
mergulhante	2	4,54	8	19,51
mergulhante / mergulhante	0	0	1	2,44
deslizante / mergulhante	0	0	4	9,76
mergulhante / deslizante	2	4,54	8	19,52

#### **4.3.2. Incidência , Altura e Período das ondas**

A tabela 12 mostra as direções de incidência e as principais características de altura e período significativos das ondas. Durante as saídas foram obtidos os valores pontuais de Hs para o momento da observação e com estes foi possível calcular-se a altura significativas durante o tempo de estudo, computada utilizando o 1/3 das maiores alturas dos Hs de todos os dias. O menor Hs significa o dia com a menor altura significativa entre todos que estão sendo avaliados, o mesmo acontecendo com o maior Hs. Para facilitar a redação e conseqüentemente a compreensão do texto utilizar-se-á em algumas ocasiões Hs, que não significará necessariamente a altura significativa de um dia específico, mas a altura significativa em um número n de dias observados, bem como Hs mín e máx, que não significam as menores nem as maiores ondas de um dia,

mas os dias que apresentaram o menor e o maior Hs, respectivamente, entre n dias observados. O período significativo também recebeu tratamento análogo à altura significativa

Para a região da Querência observou-se três setores principais de incidência representados respectivamente em ordem decrescente de ocorrência pelos setores Leste (50%) Sul (30,43%) e Sudeste (19,56%). As ondulações provenientes do quadrante Sul caracterizaram-se pelos mais altos valores de Hs. Realizando uma avaliação diária para esta direção encontram-se os mais altos Hs, bem como o maior valor máximo e mínimo de altura significativa (2,37m; 3,0m e 0,5m) respectivamente, como também pelas maiores taxas de variação deste, representado pelo desvio padrão de 0,48 m, exemplo seguido pelo período significativo máximo (Ts máx) com 15,36s e também o seu período significativo (14,52s) e com uma variação (desvio padrão) com um valor de 2,85s. O período significativo mínimo de 7,4s apresentou um valor abaixo dos encontrados para os outros dois quadrantes. 14,52 11,59 13,66

As ondas de Leste foram as que proporcionaram os menores valores significativos de altura, máximo, mínimo e de desvio padrão (1,39m; 1,5 m; 0,25m e 0,44m respectivamente). Esta direção de incidência também apresentou os menores valores de período significativo, Hs máximo, Hs mínimo e de desvio padrão (11,59s; 12,94s ; 7,6s e 0,77s) respectivamente. Cabe ressaltar a ocorrência de um episódio, entre quatorze e dezoito de Fevereiro, com períodos bastante elevados mas com ondas muito pequenas, quando as de Leste chegaram a apresentar um período máximo de 28,63s, fato esse que modificaria a média e o desvio padrão e que portanto não estão incluídos nestes dados, como será melhor explicado no final do capítulo.

As ondas provenientes do quadrante Sudeste contemplaram características intermediárias entre as de Leste e as de Sul com alturas significativas, Hs máximo e Hs

mínimo respectivamente de 1,97m; 2,0 m e 0,25 m com desvio padrão de 0,14 m. Os períodos encontrados para esta direção apresentaram valores significativo, Ts mínimo e Ts máximo respectivamente de 13,67s 8,24s, e 13,67s com desvio padrão de 2,37s.

A região do Navio também demonstrou uma variação média mais notável entre os quadrantes Sul e Leste na origem das ondulações, apresentando adicionalmente o registro de um dia com a presença de ondass procedentes do quadrante Nordeste. Neste local também predominaram as de Leste com 54,54% dos registros, seguidas pelas de Sul, Sudeste e Nordeste com percentagens respectivas de 25%, 18,18% e 2,27%.

As ondas de Sul proporcionaram as maiores alturas significativas com Hs, Hs máximo e Hs mínimo de 2,67 m; 3 m e 0,25 m respectivamente, com desvio padrão de 0,58 m. Os períodos significativos e seus valores máximos e mínimos foram 11,15s; 11,7s e 5,73s com um desvio padrão de 0,63s.

As ondas procedentes do quadrante Leste apresentaram os menores valores de altura significativa com 1,59m, sendo que a mínima foi de 0,25 m, a máxima de 1,75m e o desvio padrão de 0,13m. Os períodos, em geral, também foram os menores observados com um mínimo significativo de 5,28s, máximo de 11,54s e desvio padrão de 1,94s. O período médio, com um valor de 8,43s, ficou um pouco acima do mesmo parâmetro para as ondas provenientes do quadrante Sul (8,24s). Neste local também se notou a influência do mesmo episódio em que propiciou períodos grandes para ondas muito pequenas onde o período máximo encontrado foi de 13,5s e que tiveram o mesmo tratamento da Querência.

As ondas provenientes de Sudeste apresentaram valores de altura significativa intermediários entre as de Sul e de Leste com valores mínimos de 0,25 m, máximos de 2 m, médios de 1,34 m e desvio padrão de 0,46 m. Os valores de períodos foram os

maiores entre as três direções estudadas com o significativo de 10,71s mínimo de 5,8s, máximo de 14s e desvio padrão de 2,76s.

As ondas de Nordeste foram anotadas em apenas um dia, o que as torna sem importância em termos de valores máximos e mínimos para fins comparativos com os demais quadrantes, mas obtive valores de Hs de 0,75 m e período significativo de 13,54s para este dia.

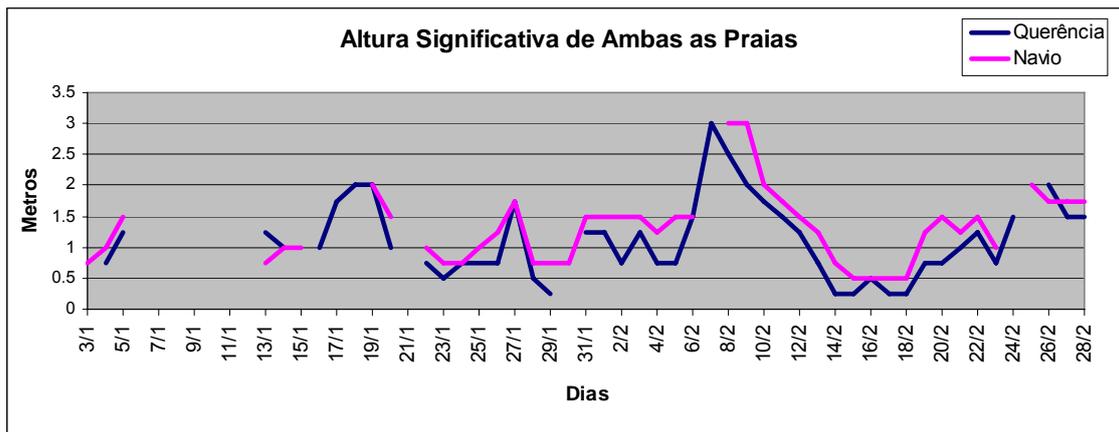
**Tabela 13: Características para as ondas observadas no Navio e na Querência durante o trabalho de campo, onde: n é o numero de dias,  $\sigma$ Hs é o desvio padrão de Hs, e  $\sigma$ Ts, o de Ts.**

Local	Navio				Querência		
Direção	S	E	SE	NE	S	E	SE
<b>N</b>	9	23	7	1	14	23	9
<b>%</b>	25	54,54	18,18	2,27	30,43	50	19,56
<b>Menor Hs</b>	0,25	0,25	0,5		0,25	0,25	0,25
<b>Maior Hs</b>	3	1,75	2		3	1,5	2
<b>Hs</b>	2,67	1,59	1,84		2,37	1,39	1,97
<b><math>\sigma</math> dos Hs</b>	0,58	0,13	0,14		0,48	0,24	0,14
<b>Menor Ts</b>	5,73	5,28	5,8		7,4	7,6	8,24
<b>Maior Ts</b>	11,7	11,54	14		15,36	12,94	13,67
<b>Ts</b>	11,15	10,71	12,67		14,52	11,59	13,66
<b><math>\sigma</math> dos Ts</b>	0,63	0,51	1,88		0,96	0,77	1

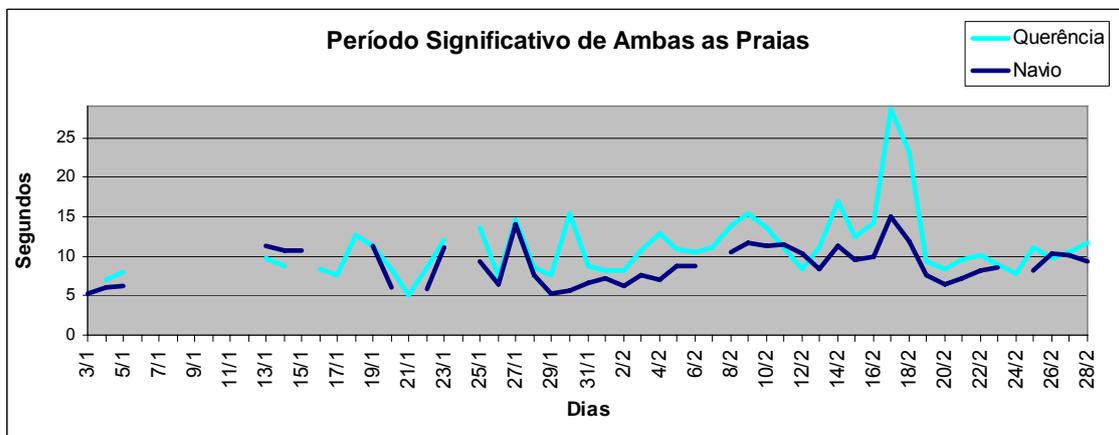
Fazendo a comparação dos parâmetros por quadrantes específicos entre as duas regiões nota-se que as ondas de Leste demonstraram uma grande diferença para as alturas de outras direções, com altura significativa (1,59 m no Navio e 1,39 m na Querência). O mesmo quadrante também obteve um valor máximo de altura significativa das ondas maior no Navio (1,75 m) que na Querência (1,5 m), e os mesmos valores de altura mínima (0,25 cm). As ondulações provenientes de Sul apresentaram

um Hs maior no Navio (2,67 m) que na Querência (2,37 m), mas também tiveram seus valores máximos e mínimos iguais. As de Sudeste tiveram os seus valores máximos iguais e médios muito semelhantes nos dois locais, mas com um mínimo menor na Querência (0,25 cm) que no Navio (0,5 cm), sendo que o Hs foi ligeiramente menor no Navio, mas devendo representar a dificuldade de deslocamento em condições sob sua influência, já que nas maiores alturas desta direção não foi possível conduzir-se até o local, possivelmente apresentando características idênticas nos dois pontos amostrais.

A altura e período significativos entre todos os dias analisados foram, respectivamente para os dois locais, 1,81 m e 11,46s para a Querência e 1,88 m e 11,13s para o Navio. Comparando-se as características das ondas entre os dois locais observa-se que na praia do Navio estas apresentaram valores maiores ou no máximo iguais de altura em todos os parâmetros analisados para todos os quadrantes da tabela 12 e na série temporal da figura 67. Todos os parâmetros propostos para o período para a totalidade dos quadrantes analisados são menores no Navio que na Querência (tabela 12), o que também pode ser visualizado pela figura 68, sugerindo uma maior diferenciação na propagação de ondas sobre a ante-praia dos dois locais.



**Figura 67:** Série temporal das alturas significativas de ondas para as praias da Querência e do Navio.



**Figura 68:** Série temporal dos períodos significativos de ondas para as praias da Querência e do Navio.

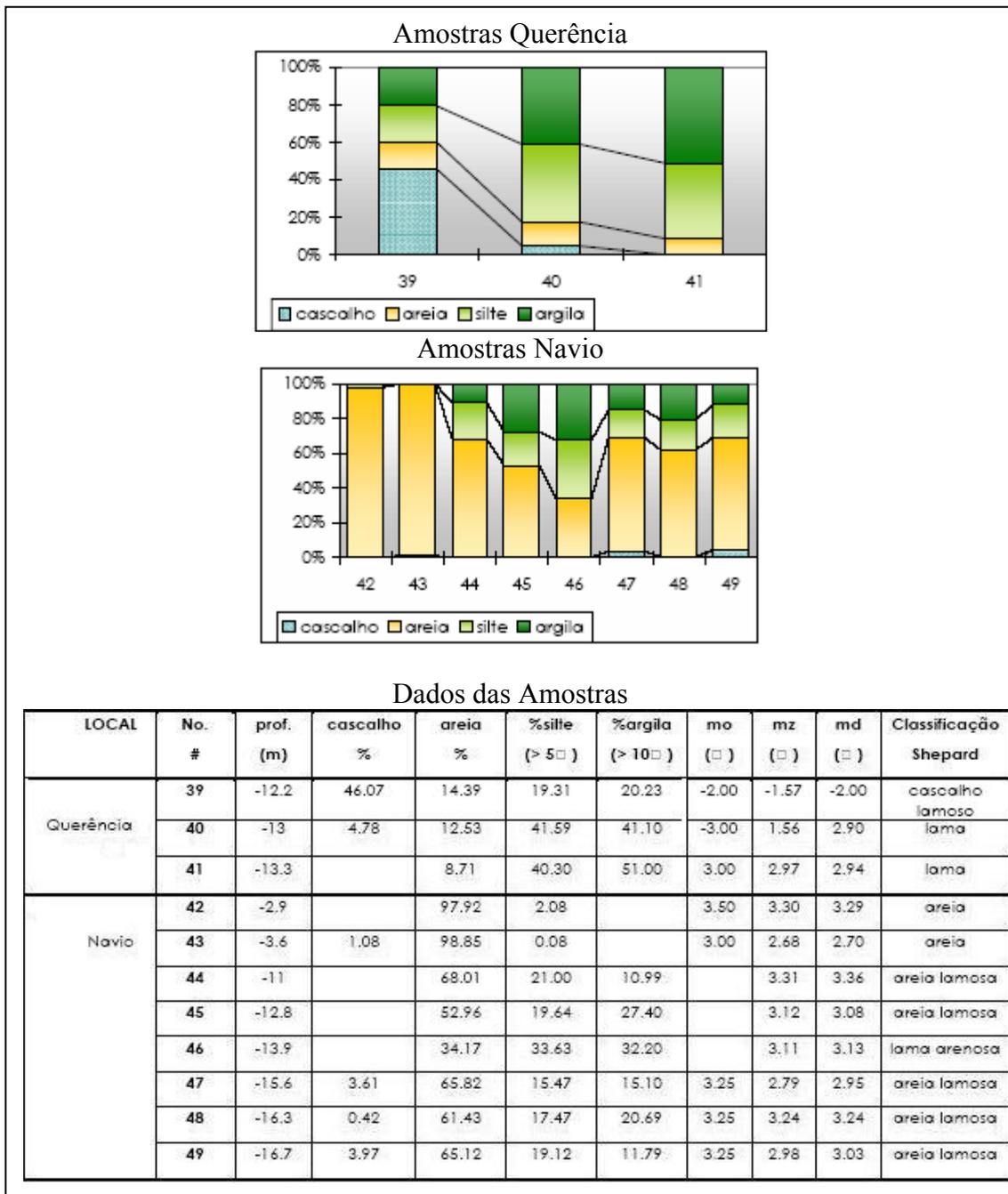
Nota-se, através dos gráficos das figuras 67 e 68, uma correspondência entre as maiores alturas das ondas e os maiores períodos. Verifica-se também que, apesar de ter sido efetuado no verão, houveram dois eventos com alturas de ondas chegando a dois metros e um maior ainda quando registrou-se três metros. As alturas mantiveram-se entre 0,25 m e 1,5 m para a Querência e de 0,5 m a 1,5 m para o Navio sendo que neste último a altura das ondas foi em geral maior. O período, entretanto, se apresentou maior na Querência que no Navio na grande maioria dos dias, mantendo-se entre 7 e 14 segundos para o primeiro local e entre 6 e 10 segundos para o Navio.

A diferença na altura das ondas era esperada já que, apesar de não existirem trabalhos descrevendo-a, o Navio é um conhecido local de prática de surfe e outros esportes náuticos por possuir ondas geralmente mais altas que na região das proximidades do Balneário Cassino. Esta diferença dá-se possivelmente, pelo fato de que os depósitos lamíticos na ante-praia, que exercem considerável influência na atenuação da energia das ondas, serem maiores na Querência (Calliari & Fachin 1993, Calliari et al. 2005). Apesar de também existir atenuação de ondas causada pelos molhes esta não é suficiente para explicar toda esta diferença.

Existem vários fatores que influenciam as transformações nas regiões da plataforma continental adjacente à praia, entre eles estão a declividade, largura, batimetria e o tipo de fundo além da orientação da linha de costa (Calliari & Klein, 1993). A textura sedimentar da ante-praia também influencia as ondas que chegam à praia, especialmente quando há a formação de bancos de lama nesta região, pois a lama possui grande capacidade de atenuação de sua força (Mathew *et al.*, 1995; Zhang & Zhao, 1999). Regiões onde há a atenuação das ondas em fundos de silte e argila são distribuídas em vários locais ao redor do mundo, especialmente no Sudoeste da Índia e na costa Nordeste da América do Sul onde, em muitos locais, as ondas chegam à praia com a sua altura completamente reduzida pela lama (Mathew *et al.*, 1995).

No Cassino o banco de lama apresenta seu depocentro na região das proximidades do balneário, onde está localizada a Querência (Calliari & Fachin, 1993; Calliari *et al.*, 2005). Os depósitos que aí se localizam são mais rasos e de maior expressão em área conseqüentemente ocasionando uma maior atenuação da energia de onda, expressa pela diminuição de sua altura. Segundo a figura 69, correspondente a amostragens sedimentares na ante-praia dos dois locais, observa-se que existe um maior

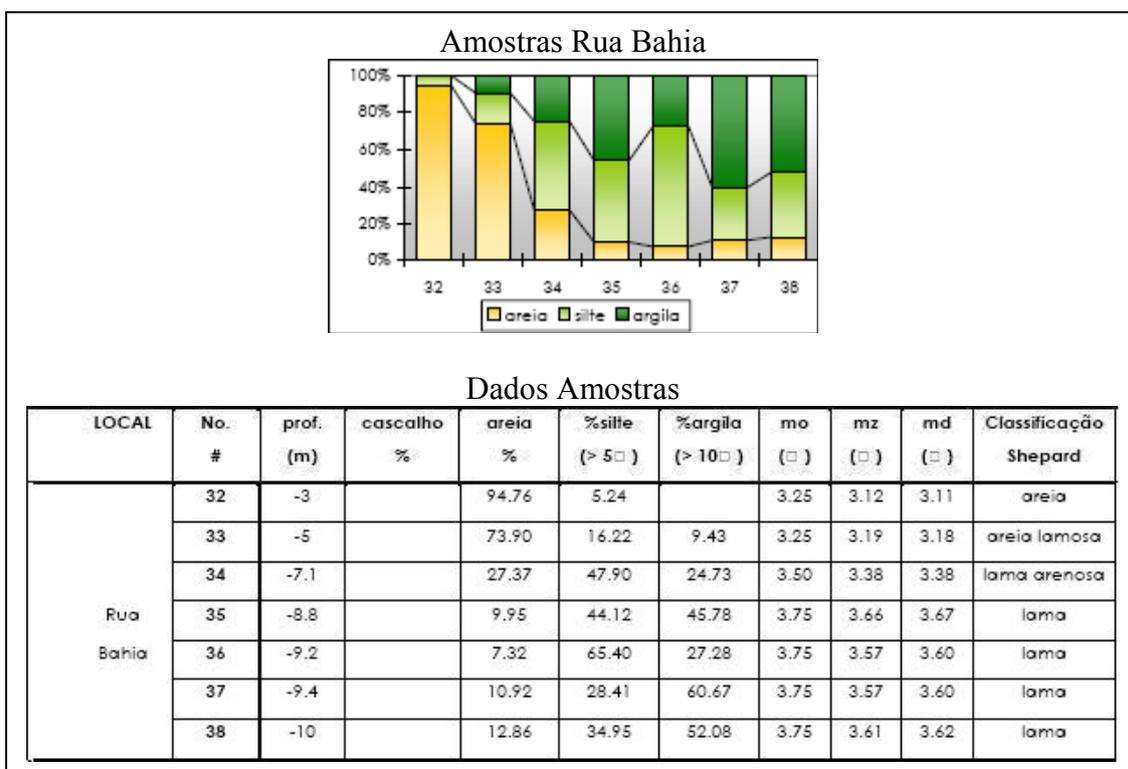
percentual de lama na Querência entre as amostras 39, 40 e 41 que as amostras 44, 45 e 46 efetuadas em regiões com profundidades correspondentes no Navio (Fachin 1998).



**Figura 69: Dados sedimentológicos das amostragens realizadas por Fachin (1998) Sendo: No. O número das amostras em cada região.**

Neste estudo de Fachin (1998) não foram realizadas amostragens em cotas batimétricas menores que 12,2m na Querência, contudo houveram amostragens mais rasas na ante-praia da Rua Bahia (figura 70), que é próxima à região e que pode

demonstrar que a distribuição da lama encontra-se em menores profundidades na área. As amostras 33, 34, 35, 36, 37 e 38 da Rua Bahia evidenciam que existe uma grande distribuição de lama em toda a ante-praia na região.



**Figura 70: Dados sedimentológicos das amostragens realizadas por Fachin (1998). Sendo: No. O número das amostras em cada região.**

A diferença encontrada nos valores dos períodos entre os dois locais não possui explicação conhecida na literatura. Como não são conhecidos trabalhos que tratam de variações no período existe a possibilidade de que esta modificação também seja influenciada pela textura da ante-praia que, segundo Mathew *et al.* (1995), causam mudanças na energia de onda.

Observando as figuras 67 e 68 nota-se também a existência entre quatorze e dezoito de Fevereiro de valores significativos de altura muito baixos e períodos muito longos.

Durante esta ocasião a altura significativa das ondas esteve torno de 0,25 m para a Querência e de 0,5 m para o Navio e foram oriundas do quadrante Leste e

observaram-se períodos altos, ao contrário do esperado para esta altura significativa. Para a Querência os dados coletados apresentaram valores significativos dos 12,5s aos 28,63s que são elevados para estas alturas de ondas. O mesmo padrão pode ser estimado para o Navio, que apresentou durante a ocasião períodos significativos entre 9,63s e 13,51s que também são muito elevados para esta altura. Assim, avaliamos que apesar de serem dados reais coletados em campo que não podem ser desprezados para o cálculo da média dos períodos significativos para ambos locais nem do parâmetro  $\omega$ , estes valores não são seguros para comparação com dados de ondas oriundas de outros quadrantes, especialmente para a comparação dos períodos significativos mais altos por provavelmente se tratar de um episódio isolado ou de alguma deficiência do método de coleta dos períodos. Ressalta-se que este episódio se efetuou logo após a passagem da maior ressaca presenciada durante o levantamento.

Os dados de ondas coletados por observações visuais são muito influenciados pelas características pessoais do observador. Assim refletem os padrões particulares de cada pesquisador e são diferentes, incomparáveis e contestáveis. Existe, segundo Plant & Griggs (1992), uma disposição pessoal de subestimar os maiores valores de  $H_s$  e  $T_s$ , e superestimar os períodos pequenos. Contudo, apesar das diferenças, os autores concluem que isto não invalida o método de observações visuais.

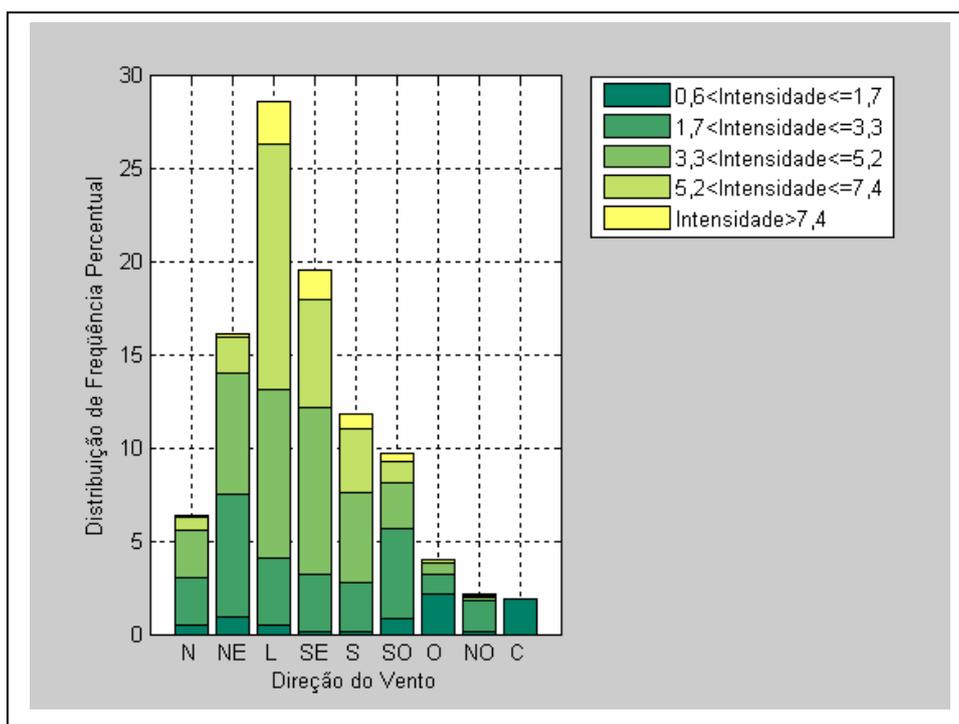
Os padrões dos valores de  $H_s$  e  $T_s$  determinados exibiram grande analogia com os descritos por Tozzi & Calliari (2000) e Guedes (2006). Ambos os estudos realizaram observações visuais diárias na Praia do Cassino, sendo que o primeiro baseou-se em cinco anos de dados sazonais e o segundo refere-se a observações realizadas em 72 dias consecutivos do outono de 2005. Os dois observaram que as ondas provindas do quadrante Leste apresentam as menores alturas e períodos significativos, as de Sudeste

mostram características intermediárias, e as de Sul possuem as maiores alturas e períodos significativos, podendo atingir Hs de 3,0 m e um Ts superior a 16s.

Segundo o folheto explicativo “Oceanografia e Segurança de Praias” do LOG-DGEO-FURG as arrebentações de ondas mergulhantes são mais perigosas aos banhistas do que as deslizantes por gerarem mais turbulência ao quebrarem, tornando o Navio uma praia mais perigosa que a Querência já que além desta característica apresenta ondas maiores, bancos e cavas menos extensos facilitando o acesso do banhista ao segundo banco, além de uma maior incidência e intensidade de correntes de retorno e laterais. Aumentando o perigo ainda existe a presença física do Navio, que consiste de um obstáculo na praia e representa um alvo contra o qual banhistas podem se chocar e se ferir. Além de que a ação das ondas na proximidade deste escava buracos e forma correntes mais fortes em direção ao mar tornando esta área ainda mais perigosa. Destroços de navios também se encontram geralmente muito deteriorados, como é o caso do Altair, e partes de sua estrutura desprendem-se oferecendo perigo aos banhistas, (“Oceanografia e Segurança de Praias” do LOG-DGEO-FURG).

#### **4.3.2. Dados Meteorológicos**

O gráfico dos dados de vento da estação meteorológica da FURG (figura 71) demonstraram a predominância da direção Leste da velocidade do vento. Contudo, como já foi mencionado na descrição do regime de ventos, a direção que representa o vento Nordeste varia para valores muito próximos do Leste, sendo computado muitas vezes como este vento pela estação. Assim a direção predominante é a Nordeste, representativa das condições de verão e confirmando as observações de Tomazelli (1993), Motta (1969) e Krusche *et al.* (2002).



**Figura 71: Histogramas da direção da velocidade do vento predominante durante o período de estudo. As intensidades estão em m/s. As direções são reconhecidas por suas iniciais e C representa calma.**

## 5. CONCLUSÕES

- A realização de amostragens bem detalhadas entre os dois setores permitiu mapear com maior precisão como se dá a variação lateral da granulometria. Conclui-se que existe uma oscilação do tamanho de grão até o Navio, mas com uma tendência de aumento deste parâmetro nesta direção. Assim, a influência da descarga da Lagoa é sentida de forma mais clara até dezoito quilômetros da base dos molhes, região na qual começa a haver uma predominância de areia fina tendendo à média em relação a areia que tende a muito fina.

- Segundo as análises dos diagramas de dispersão de sedimentos e dos parâmetros estatísticos da distribuição longitudinal dos sedimentos, existem variações sutis entre os subambientes dos dois tipos morfodinâmicos. Como os subambientes mais distantes da linha d'água da praia constituída predominantemente de areia fina tendendo à média são de areias que tendem à muito fina há uma diferenciação sedimentar entre os setores deste local. A praia de areia tendendo a muito fina, no entanto, possui praticamente a mesma composição granulométrica para todos os seus subambientes, tornando-a mais homogênea. Assim conclui-se que os subambientes mais influenciados pelas ondas variam mais o seu tamanho de grão entre os dois locais que, em função disto se diferenciam transversalmente à praia, mesmo que de forma sutil, mais nitidamente na praia de características intermediárias.

- Segundo a análise realizada com o envelope dos dois perfis na figura 39 a Querência possui um perfil mais largo que o Navio sendo esse último mais íngreme, Além disto, em geral, a Querência apresentou uma variação vertical menor na parte subaquosa, concluindo-se que é caracteristicamente mais dissipativa.

- A observação dos parâmetros morfométricos propostos por Short & Hesp (1982), para distinguir as praias segundo suas propriedades morfodinâmicas demonstra propriedades mais intermediárias para o Navio em todos eles. Além de que através dos resultados dos parâmetros  $\sigma_b$  e CV, a praia do Navio sugere uma mobilidade maior de seus perfis que a Querência, pois estes são os mais importantes parâmetros morfométricos para diferenciar morfodinamicamente uma praia. Concluindo-se que este é, segundo esta análise, caracteristicamente mais intermediário.

- Através das observações visuais foi possível concluir que há uma variação na energia das ondas entre os dois setores estudados, que, apesar de haver uma influência na atenuação das ondas pelos molhes, reflete principalmente a diferença na textura sedimentar existente na ante-praia dos dois locais, notadamente o banco de lama.

- Com base nos dados apresentados pode-se concluir que a Praia do Navio é mais intermediária que a praia da Querência sob todos os parâmetros analisados que diferenciam o regime morfodinâmico das duas praias. Segundo a classificação morfodinâmica proposta por Wright & Short (1984) o Navio é uma praia predominantemente intermediária de estágio banco e cava longitudinal, mas apresentando eventualmente estágios dissipativos, enquanto a Querência é preponderantemente dissipativa possuindo estágios intermediários de banco e cava longitudinal.

- Utilizando-se de todos os dados discutidos conclui-se que a presença de tamanhos de grãos maiores no Navio é a principal causa da diferenciação das duas praias em dissipativa e intermediária. Apesar de notar-se a separação de somente um subambiente em relação aos demais apenas nas amostras de verão, já que o aumento do tamanho de grão em direção ao Navio não causa uma grande diferenciação dos subambientes, a variação granulométrica longitudinal demonstra influência na mudança

das características morfodinâmicas das duas praias como foi observado pela análise dos perfis e dos parâmetros morfométricos.

- As diferenças morfodinâmicas encontradas entre as duas praias auxiliarão nos projetos de segurança de praias desenvolvidos conjuntamente pelo LOG com a Operação Golfinho. A Querência já foi anteriormente estudada e os dados aqui coletados contribuem para um maior conhecimento da região.

- Grande parte das informações repassadas aos salva-vidas sobre o comportamento das praias utilizadas para balneabilidade no Cassino estão baseadas nas análises efetuadas nas proximidades do balneário, que é caracteristicamente dissipativo. Uma vez que o Navio apresenta características intermediárias, e por isso mais perigoso, torna-se importante o conhecimento do comportamento morfodinâmico da região. A cava no Navio possui profundidades maiores e distâncias da linha d'água menores em relação à Querência. O banco é mais raso e também mais próximo à linha d'água. Condições que tornam o acesso ao banco mais fácil, porém mais perigoso já que os processos hidrodinâmicos ocorrentes no local como correntes laterais e de retorno mais intensas e ondas do tipo mergulhantes e com maiores alturas dificultam a permanência no banco e a saída d'água. Além de que as migrações dos bancos e a comparação de suas características morfodinâmicas diárias com a região mais estudada da Querência tornam este estudo muito importante para a segurança na região do Navio.

- A descrição das seqüências de formação e dissipação de *megaripples*, registradas para os dois locais, mas mais abundantes no Navio, e que ainda não tinham sido descritas em nenhum dos dois setores tornam mais importante os dados coletados, pois são estruturas que representam riscos à segurança de banhistas.

## 7- PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

➤ Como não existem estudos contemplando a diferença encontrada entre os valores dos períodos dos dois locais este deverá ser um fator que necessitará de maiores estudos no futuro para ser mais bem compreendido.

➤ As taxas de migração dos bancos diferenciadas entre as duas praias carece de mais estudos uma vez que a granulometria, a altura das ondas, o período e a morfologia são diferentes, havendo a possibilidade de estender a pesquisa também a outras regiões, além da Querência e do Navio, que apresentam características morfodinâmicas distintas como Sarita, Concheiros, Hermenegildo, Albardão, etc.

➤ Apesar de ter sido observado um valor mínimo da altura das ondas que sempre migra para a praia é facultativo deduzir a existência de uma altura de ondas na qual vai tender sempre a migrar para o oceano, mas neste estudo não houveram dias suficientes com grandes ondas para tal dedução, o que poderá ser feito com estudos em que haja o acompanhamento por perfis diários de um maior número de tempestades.

➤ A distinção por características sazonais na diferenciação granulométrica dos subambientes necessita de estudos com intervalos de tempo de amostragens mais curtos e que levem em consideração as mudanças das estações do ano.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barletta, R. C., Calliari, L.J., (1996). Caracterização Morfodinâmica de Praias Compreendidas Entre o Farol da Conceição e São José do Norte, RS. Anais X Congresso Brasileiro de Oceanografia. Itajaí. p 24-26.
- Barletta, R. C. 2000. Efeito da Interação Oceano-Atmosfera Sobre a Morfodinâmica das Praias do Litoral Central do Rio Grande do Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado. Pós-graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica. Rio Grande, RS. Fundação Universidade Federal do Rio Grande.
- Calliari, L. J. & Klein, A.H.F. (1993). Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, R.S. *Pesquisas*, **20**: 48-56.
- Calliari, L.J. & Fachin, S. (1993). Laguna dos Patos: Influência nos Depósitos Lamíticos Costeiros. *Pesquisas*, **20**(1): 57-69.
- Calliari, L. J. & Klein, A.H.F. (1995). Variabilidade das Praias Oceânicas entre Cassino e Chuí, RS. *Publicação Especial do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, **11**:55-63.
- Calliari, L.J.; Tozzi, H.A.M. & Klein, A.H.F. (1998). Beach Morphology and Coastline Erosion Associated with Storm Surges in Southern Brazil – Rio Grande to Chuí, R.S. *An. Acad. Bras. Ci.*, **70**(2): 232-247.
- Calliari, L.J. & Tozzi, H.A.M. (2000). Morfodinâmica da Praia do Cassino, RS. *Pesquisas em Geociências*, **27**(1): 29-42.
- Calliari, L. J.; Speranski, N.S.; Torronteguy, M. & Oliveira, M.B. (2001). The Mud Banks of Cassino Beach, Southern Brazil: Characteristics, Processes and effects. *Journal of coastal Research Special Issue*, 34: 318-325.

- Calliari, L. J., Pereira, P. S., De Oliveira, A. O., Figueiredo, S. A. (2005). Variabilidade das Dunas Frontais no Litoral Norte e Médio do Rio Grande do Sul. *Gravel*, (3):15-30.
- Camargo, M. G. (2005). SYSGRAN: Análises e gráficos sedimentológicos.
- Colli, A. B. & Mata, M. M. (1996). Caracterização das Alturas de Ondas no Atlântico Sul Ocidental Através da Altimetria TOPEX/POSEIDON. Anais VIII do simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Salvador, BA. Brasil. T069, 6pp.
- Fachin, S. (1998). Caracterização do Perfil de Equilíbrio da Antepraia na Costa do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: 105 pp.
- Figueiredo, S.A (2005). Sedimentologia e Morfodinâmica nas Adjacências das Desembocaduras Lagunares e Fluviais da Costa do RS. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Química, Física e Geológica, Área de Oceanografia Geológica. Rio Grande, RS. Fundação Universidade Federal do Rio Grande. 177 pp.
- Figueiredo, S.A. & Calliari, L.J. (2005). Sedimentologia e Suas Implicações na Morfodinâmica das Praias Adjacentes às Desembocaduras da Linha de Costa do RS. *Gravel*, (4):73-87.
- Folk, R. L. & Ward, W. C. (1957). Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27(1): 3-26.
- Fontoura, J.A.S. (2004). Hidrodinâmica costeira e quantificação do transporte longitudinal de sedimentos não coesivos na zona de surfe das praias adjacentes aos molhes da barra do Rio Grande, RS, Brasil. (Aplicação às praias do Cassino, Mar Grosso e adjacências dos molhes Leste e Oeste da desembocadura do estuário da

- lagoa dos Patos). *Tese de doutorado*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 232pp.
- Fonzar, B.C., (1994). A Circulação Atmosférica na América do Sul: Os Grandes Sistemas Planetários e Subsistemas Regionais que Atingem o Continente: Localização e Trajetórias. *Caderno de Geociências*, 11: 11-33.
- Friedman, G. M. (1961). Distinction Between Dune, Beach, and River Sands from their Textural Characteristics. *Journal of Sedimentary Petrology*, **31**(4): 514-529.
- Fox, W.T., Ladd, J.W. & Martin, M. K; (1966). A Profile of the Four Moment Measures Perpendicular to a Shore Line, South Haven, Michigan. *Journal of Sedimentary Petrology*, **36**(4): 1126-1130.
- Friedman, G. M. (1967). Dynamic Processes and Statistical Parameters Compared for Size Frequency Distribution of Beach and River Sands. *Journal of Sedimentary Petrology*, **37**(2): 327-354.
- Godolphim, M.F; (1976). Geologia do Holoceno Costeiro do Município do Rio Grande, RS. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da UFRGS, Porto Alegre, 146 p.
- Guedes, R..C M.; (2006). Morfodinâmica de Alta Frequência de um Sistema Praial com Bancos Múltiplos Durante o Experimento Cassino 2005. Monografia de Conclusão de Curso em Oceanografia. Rio Grande, RS. Fundação Universidade Federal do Rio Grande: 93 pp.
- Hayes, M.O. (1979). Barrier Island Morphology as a Function of Tidal and Wave Regime. *Barrier Islands*. S. P. Leatherman, Academic Press: 1-325.
- Herz, R. (1977). Circulação das Águas de Superfície da Lagoa dos Patos. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas , Universidade de São Paulo. 722p

- Krumbein, W.C. (1934). Size Frequency Distribution of Sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, **4**: 65-77.
- Krusche, N; Saraiva, J.M.B; e Reboita, M.S. (2002). Normais Climatológicas Provisórias de 1991 a 2000 Para Rio Grande, RS. 104pp.
- Lélis, R.F. (2003). Variabilidade da Linha de Costa Oceânica Adjacente às Principais Desembocaduras do Rio Grande do Sul. Monografia de Conclusão de Curso em Oceanografia. Rio Grande, RS. Fundação Universidade Federal do Rio Grande: 81pp.
- Lindholm, R.C. (1987). *A practical approach to sedimentology*. Allen & Unwin, Inc.
- Martins, L.R. (1967). Aspectos Texturais e Depositionais dos Sedimentos Praias e Eólicas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. *Publicação Especial Escola de Geologia*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: 102p.
- Martins, L.R., Martins, I.R., Villwock, J.A., & Calliari, L.J. (1978). Ocorrência de Lama na Praia do Cassino, (RS). *Anais Hidrográficos*, **35**: 159-170.
- Martins da Silva, M.A. (1976). Mineralogia das Areias de Praia Entre Rio Grande e Chuí, Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: 92 pp.
- Mason, C.C. & Folk, R.L. (1958). Differentiation of Beach, Dune, and Aeolian Flat Environments By Size Analysis, Mustang Island, Texas. *Journal of Sedimentary Petrology*, **28**(2): 211-226.
- Mathew, J. Baba, M. & Kurian, N.P, (1995). Mudbanks of the Southwest Coast of Índia. I: Wave Characteristics. *Journal of Journal Research*. **1**: 168-178.
- Motta, V.F. (1969). Relatório-diagnóstico sobre a melhoria e o aprofundamento do acesso pela Barra do Rio Grande. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS, Inédito.

- Masselink, G.; Hughes, M.G. (2003). *Introduction to Coastal Processes & Geomorfology*, Hodder Arnold, Londres, 347 pp.
- Motta, V.F. (1967). *Estudo em modelo Reduzido Para a Regularização da Embocadura Lagunar de Tramandaí, RS*. Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. Porto Alegre. (inédito)
- Motta, V.F. (1969). *Relatório-Diagnóstico Sobre A Melhoria E O Aprofundamento Do Acesso Pela Barra Do Rio Grande*. Instituto De Pesquisas Hidráulicas Da Ufrgs. Porto Alegre. (Inédito).
- Nimer, E. (1989). *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro, IBGE.
- Nobre, L.C., Cavalcanti, M.A.G., Nobre, P., Kayano, M.T., Rao, V.B., Bonatti, J.P., Satyamurti, P. Uvo, C.B. & Cohen, J.C., (1986). Aspectos da Climatologia Dinâmica do Brasil. *Climanálise*, Número Especial
- Pereira, P.S. (2005). *Variabilidade da Orla Oceânica das Praias do Rio Grande do Sul e Suas Implicações na Elaboração de Planos de Contingência: Aspectos Morfodinâmicos, Sedimentológicos e Geomorfológicos*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Química, Física e Geológica, Área de Oceanografia Geológica. Rio Grande, RS. Fundação Universidade Federal do Rio Grande. 154 pp.
- Pereira, P.S; Calliari, L.J. e Barletta, R.C. (2005). Heterogeneidade e Homogeneidade das Praias Oceânicas do Rio Grande do Sul: Um Enfoque Estatístico. *Anais X Congresso da ABEQUA*, 2005. Guarapari, E.S.
- Pereira, P.S; & Calliari, L.J. (2005). Variação Morfodinâmica Diária da Praia do Cassino, RS, Durante os Verões de 2002/2003 no Setor do Terminal Turístico. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*. **9**(1): 7-11.

- Pereira da Silva, R. (1998). Ocorrência, Distribuição e Caracterização dos Sangradouros na Zona Costeira do Rio Grande do Sul: Trecho Rio Grande-Chuí, RS. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: 146 pp.
- Pivel, M. A. G. (1997). Caracterização Morfodinâmica e Sedimentológica das Praias de Torres (RS). Monografia de Conclusão de Curso em Oceanografia. Rio Grande, RS. Fundação Universidade Federal do Rio Grande: 72 pp.
- Pivel, M. A. G. & Calliari, L. J. (1999.) Mobilidade das Praias de Torres. *VII congresso da ABEQUA*, Porto Seguro, BA.
- Plant, N.G. & Griggs, G.B., 1992. Comparison of Visual Observation of Wave Height and Period to Measurements Made by Offshore Slope Array. *Journal of Coastal Research*, **8** (4) 957-965.
- Pomerancblum, M. & Costa, M.P. de A. (1972). Intergração de Informações Sobre os Minerais Pesados na Plataforma Continental Brasileira. Anais, 26º Congresso Brasileiro de Geologia, Belém. SBG. **2**: 179-186.
- Short, A. D. (1979). Three Dimensional Beach Stage Model. *Journal of Geology*. **87**: 553-571.
- Short, A.D. & Hesp, P.A. (1982). Wave, Beach and Dune Interactions in Southeastern Australia. *Marine Geology*, 48:259-284.
- Short, A. D. 1999. Beach and shoreface morphodynamics, *John Wiley, Chinchester*.
- Siegle, E. 1996. Distribuição dos Sedimentos Litorâneos Entre o Farol da Conceição e Farol do Chuí, RS, e Fatores Condicionantes. Monografia de Conclusão de Curso em Oceanografia. Rio Grande, RS. Fundação Universidade Federal do Rio Grande: 88 pp
- Sonu, C.J. (1973). Three-dimensional beach changes. *Journal of Geology*. **81**:42-64.

- Stapor, F.W. & Tanner, W.F. (1975). Hydrodynamic Implications of Beach, Beach Ridge and Dune Grain Size Studies. *Journal of Sedimentary Petrology*, **45**(4): 926-931.
- Strauch, J.C. (2001). Caracterização do Estado do Mar Em Rio Grande (RS), Brasil. In: XIV Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos, Aracaju - SE. Anais em CDROM.
- Toldo Jr., E. E., Dillenburg, S. R., Alemeida, L. E. S. B., Tabajara, L. L., Martins, R. R. e Cunha, L. O. B. P. (1993). Parâmetros Morfodinâmicos da Praia de Imbé, RS. *Pesquisas* **20**(1): 27-32.
- Tomazelli, L.J. & Villwock, J.A. (1992). Considerações Sobre o Ambiente Praial e a Deriva Litorânea de Sedimentos ao Longo do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas*, **19**(1):3-12.
- Tomazelli, L. J., (1993). O Regime de Ventos e a Taxa de Migração das Dunas Eólicas Costeiras do Rio Grande do Sul. *Pesquisas* Instituto de Geociências. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: 115 p, n. **20** (1), p. 18-26.
- Tozzi, H. A. M. (1995). Morfodinâmica da Praia do Cassino, R.S. Monografia de Conclusão de Curso em Oceanologia. Rio Grande, RS, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, RS.
- Tozzi, H. A. M. (1999). Influência das Tempestades Extratropicais Sobre o Estoque Subaéreo das Praias Entre Rio Grande e Chuí, RS. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: 115 p.
- Tozzi, H. A. M. e Calliari, L. J. (2000). Morfodinâmica da Praia do Cassino. *Pesquisas* **27**: 29-42.

- Villwock, J.A. (1978). Aspectos da Sedimentação na Região Nordeste da Lagoa dos Patos: Lagoa do Casamento e Saco do Cocuruto, RS. *Pesquisas*, **11**: 193-233.
- Villwock, J.A. & Martins, L.R. (1972). Depósitos Lamíticos de Pós-praia, Cassino (RS). *Pesquisas*, **1**(1): 69-75.
- Visher, G.S. (1969). Grain Size Distributions and Depositional Processes. *Journal of Sedimentary Petrology*, **39**(3): 1074-1106.
- Wainer, I.J. (1963). Análise e previsão das Alturas de Ondas em Tramandaí. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. (Inédito).
- Wentworth, C.K. (1922). A Scale of grade and Class Terms for Clastic Sediments. *Journal of Geology*, **30**: 377-392.
- Weschenfelder, J., Ayup-Zouain, R. N., Zomer, S. L. C. e Souto, R. P. (1997). Caracterização Morfológica das Praias Oceânicas Entre Imbé e Arroio Do Sal, RS. *Notas Técnicas* **10**: 35-48.
- Wright, L. D., Chappell, J., Thom, B. G., Bragshaw, M. P. e Cowell, P. (1979). Morphodynamics of Reflective and Dissipative Beach and Inshore Systems, Southeastern Australia. *Marine Geology*, **32**: 105-140.
- Wright, L.D. (1980). Beach Cut in relation to Surf Zone Morphodynamics. *Proceedings of the 17 th Internationa Coastal Engineering Conference*. ASCE/Sydney, Austrália. 23-28.
- Wright, L.D. (1984). Morfodynamics Variability of Surf Zones and Beachs: A Syntesis. *Marine Geology*. **56**(1-4):93-118.
- Wright, L. D. & Short, A. D. (1984). Morphodynamics Variability of High Energy Surf Zones and Beaches: A Synthesis. *Marine Geology* **56**: 93-118.

Zhang, Q. & Zhao, Z. (1999). Wave-Mud Interaction: Wave Attenuation and Mud Mass Transport. *Coastal Sediments 1999*.

## 9. ANEXOS

### Anexo1

Dados de vento da estação meteorológica da Furg e anotados em campo.

Dia	Vento Estação		Vento Observado	
	Intensidade	Direção	Intensidade	Direção
3/jan	5	SE		
4/jan	5	SW		Sul
5/jan	1	SE	muito fraco	SE-E
6/jan				
7/jan				
8/jan				
9/jan				
10/jan				
11/jan				
12/jan				
13/jan	4	S	moderado	Sul
14/jan	6	E	moderado	NE
15/jan	3	E	forte	N
16/jan	3	SW	forte	Sul
17/jan	6	SE	forte	SE
18/jan	8	E	forte	E-NE
19/jan	10	E	forte	N-NE
20/jan	2	SW	moderado	E-NE
21/jan				
22/jan	1	SE	forte	SE
23/jan	3	E	forte	E
24/jan	3	E	forte	NE
25/jan	2	S	forte	Sul
26/jan	3	S	forte	Sul
27/jan	1	E	forte	NE
28/jan	4	E	forte	NE
29/jan	2	NE	forte	NE
30/jan	8	S	forte	Sul
31/jan	5	E	moderado	E
1/fev	6	E		
2/fev	7	E	forte	NE-E
3/fev	7	SE	moderado	NE-E
4/fev	3	NE	fraco	NE
5/fev	1	SE	fraco	SW
6/fev	4	SW	moderado	Sul
7/fev	2	S	forte	Sul
8/fev	1	S	moderado	Sul-SE
9/fev	1	SE	moderado	SE
10/fev	5	SE	muito forte	SE-E

Dia	Vento Estação		Vento Observado	
11/fev	5	E	moderado	E
12/fev	7	SE	forte	E
13/fev	2	SE	moderado	E
14/fev	2	E	moderado	E
15/fev	2	SE	forte	NE
16/fev	2	E	forte	NE
17/fev	5	SE	moderado	NE
18/fev	4	E	moderado	NE-E
19/fev	8	E	forte	NE-E
20/fev	8	E	forte	NE-E
21/fev	7	E	moderado	Sul-SE
22/fev	5	SE	forte	SE
23/fev	5	SE	forte	NE
24/fev	5	NE	forte	E
25/fev	10	S	muito forte	Sul-SE
26/fev	2	SE	moderado	E
27/fev	2	E	moderado	NE-E
28/fev	1	N	forte	NE

## Anexo 2

Dados de corrente na Querência e no Navio observados em campo.

Dia	Corrente Querência		Corrente Navio	
	Direção	Intensidade	Direção	Intensidade
3/jan				
4/jan	NE	Forte	NE	Forte
5/jan	NE	Forte	NE	Forte
6/jan				
7/jan				
8/jan				
9/jan				
10/jan				
11/jan				
12/jan				
13/jan	NE	Moderada	NE	Forte
14/jan	NE	Fraca	NE	Forte
15/jan				
16/jan	NE	Forte		
17/jan	NE	Forte		
18/jan	NE	Forte		
19/jan	NE	Forte	NE	Forte
20/jan	S	Moderada	S	Moderada
21/jan				
22/jan	NE	Forte	NE	Forte
23/jan	S	Moderada	S	Forte
24/jan	S	Moderada	S	Forte
25/jan				
26/jan	NE	Forte	NE	Forte
27/jan	NE	Moderada	NE	Forte
28/jan	S	Moderada	S	Forte
29/jan	S	Forte	S	Forte
30/jan				
31/jan	NE	Moderada	NE	Forte
1/fev	S	Moderada		
2/fev	S	Moderada	S	Muito forte
3/fev		S/ Corrente		S/ Corrente
4/fev				
5/fev				
6/fev				
7/fev	NE	Muito Forte		
8/fev	NE	Muito Forte		
9/fev	NE	Muito Forte	NE	Muito Forte
10/fev	NE	Forte	NE	Forte
11/fev	S	Moderada	NE	Moderada
12/fev	S	Moderada	NE	Moderada
13/fev		S/ Corrente	S	Moderada

Dia	Corrente Querência		Corrente Navio	
	Direção	Intensidade		Direção
14/fev	S	Fraca	S	Forte
15/fev	S	Fraca	S	Fraca
16/fev	S	Moderada	S	Forte
17/fev				
18/fev				
19/fev				
20/fev				
21/fev			S	Moderada
22/fev	NE	Moderada	NE	Forte
23/fev	S	Fraca	S	Forte
24/fev	S	Forte	S	Forte
25/fev				
26/fev	NE	Forte	NE	Forte
27/fev	S	Moderada	S	Forte
28/fev	S	Forte	S	Forte

### Anexo 3

Classificação morfodinâmica da Querência e do Navio segundo modelo de Wrigth e Short (1984)

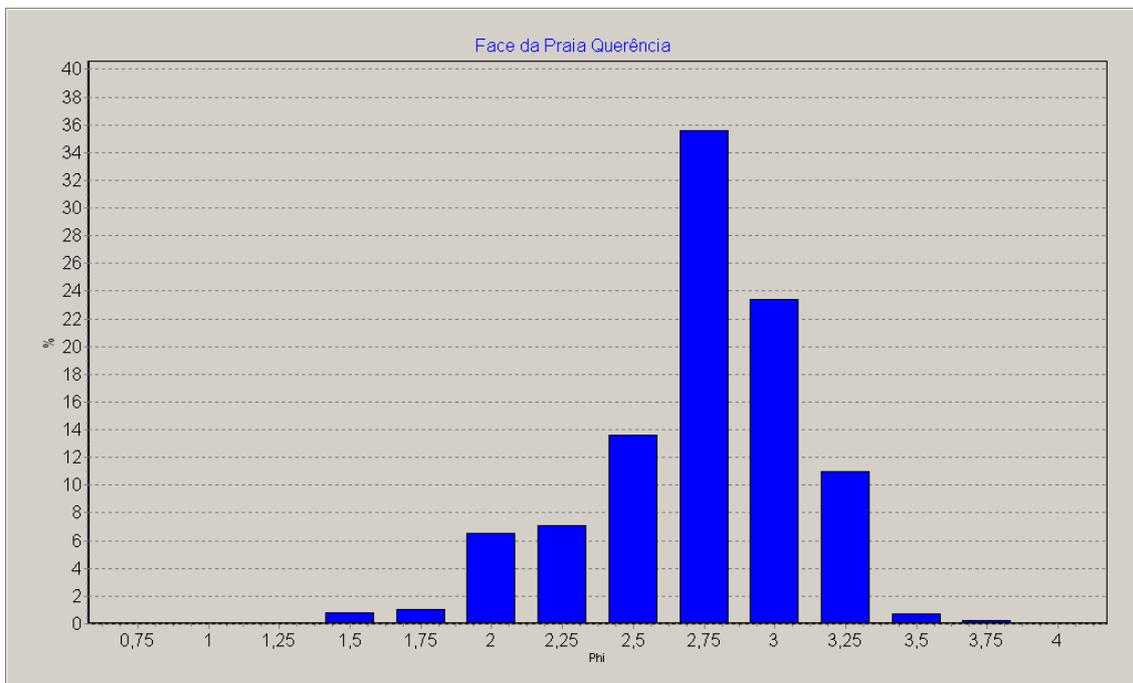
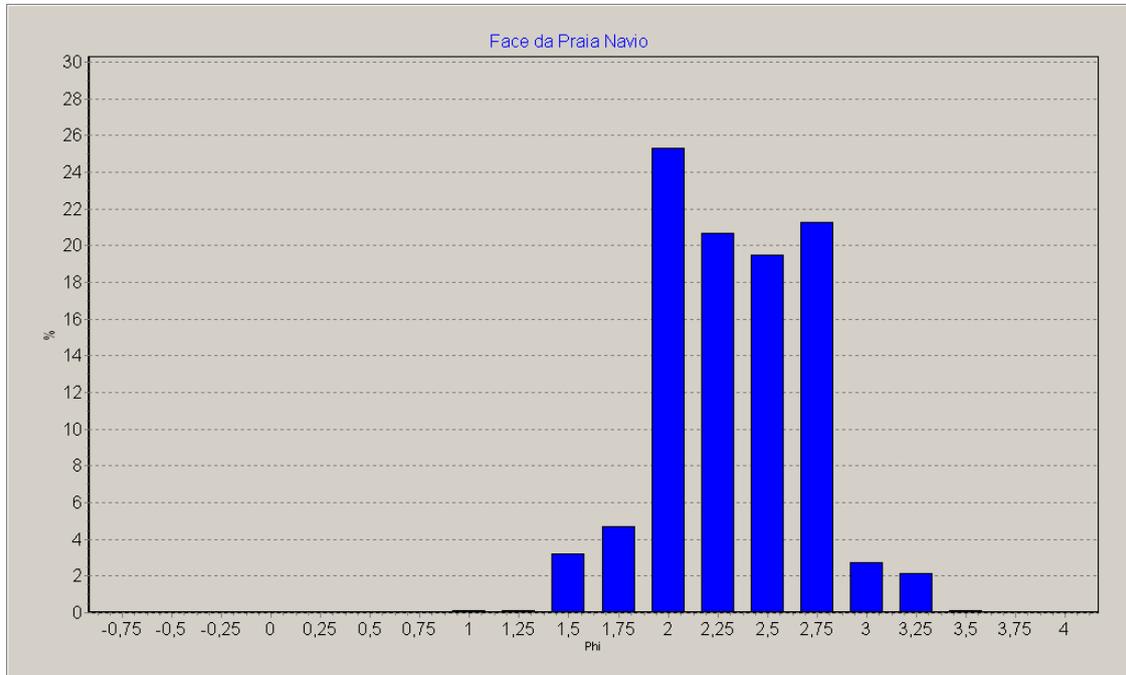
Dia	Classificação Querência	Classificação Navio
3/jan		banco-cava
4/jan	dissipativa	banco-cava
5/jan	dissipativa	dissipativa
6/jan		
7/jan		
8/jan		
9/jan		
10/jan		
11/jan		
12/jan		
13/jan	dissipativa	banco-cava
14/jan	banco-cava	banco-cava
15/jan		banco-cava
16/jan	dissipativa	
17/jan	dissipativa	
18/jan	banco-cava	
19/jan	banco-cava	banco-cava
20/jan	banco-cava	banco-cava
21/jan		
22/jan	dissipativa	dissipativa
23/jan	dissipativa	dissipativa
24/jan	dissipativa	banco-cava
25/jan	dissipativa	dissipativa
26/jan	dissipativa	dissipativa
27/jan	dissipativa	dissipativa
28/jan	dissipativa	banco-cava
29/jan	banco-cava	banco-cava
30/jan	dissipativa	
31/jan	dissipativa	dissipativa
1/fev	dissipativa	
2/fev		banco-cava
3/fev	dissipativa	banco-cava
4/fev	banco-cava	banco-cava
5/fev	banco-cava	dissipativa
6/fev	dissipativa	dissipativa
7/fev	dissipativa	
8/fev	dissipativa	
9/fev	dissipativa	dissipativa
10/fev	dissipativa	dissipativa
11/fev	dissipativa	dissipativa

Dia	Classificação Querência	Classificação Navio
12/fev	dissipativa	banco-cava
13/fev	dissipativa	banco-cava
14/fev	banco-cava	banco-cava
15/fev	banco-cava	banco-cava
16/fev	banco-cava	banco-cava
17/fev	banco-cava	banco-cava
18/fev	banco-cava	banco-cava
19/fev	dissipativa	banco-cava
20/fev	dissipativa	banco-cava
21/fev	dissipativa	banco-cava
22/fev	dissipativa	dissipativa
23/fev	dissipativa	dissipativa
24/fev	dissipativa	
25/fev	dissipativa	dissipativa
26/fev	dissipativa	banco-cava
27/fev	dissipativa	dissipativa
28/fev	dissipativa	dissipativa

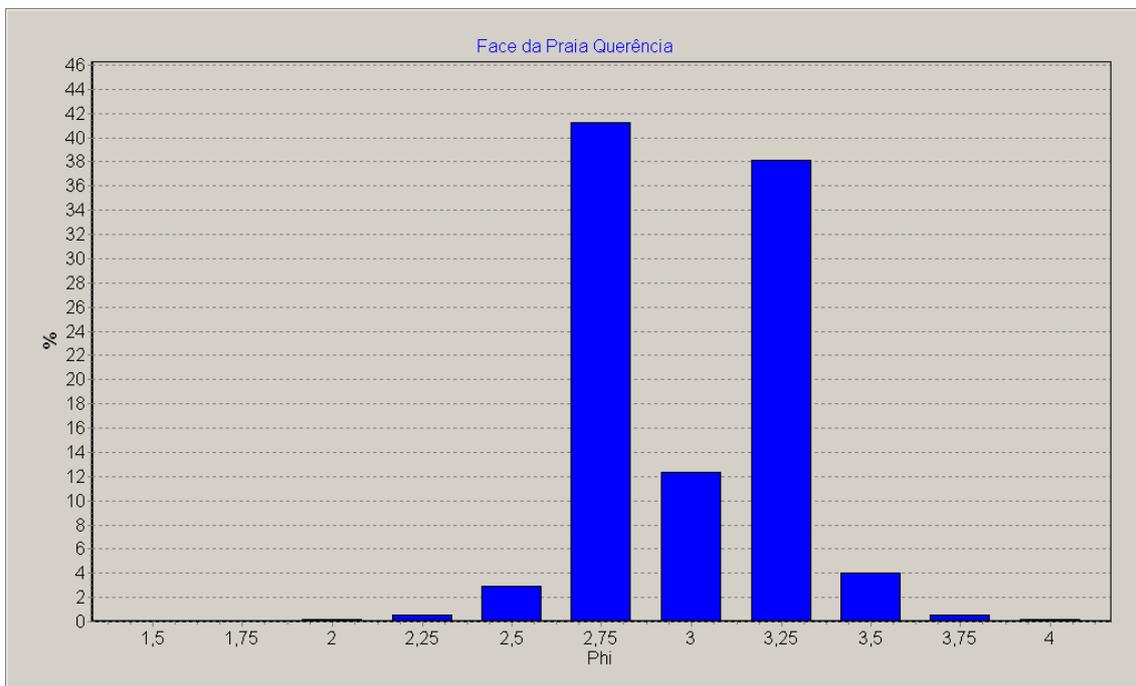
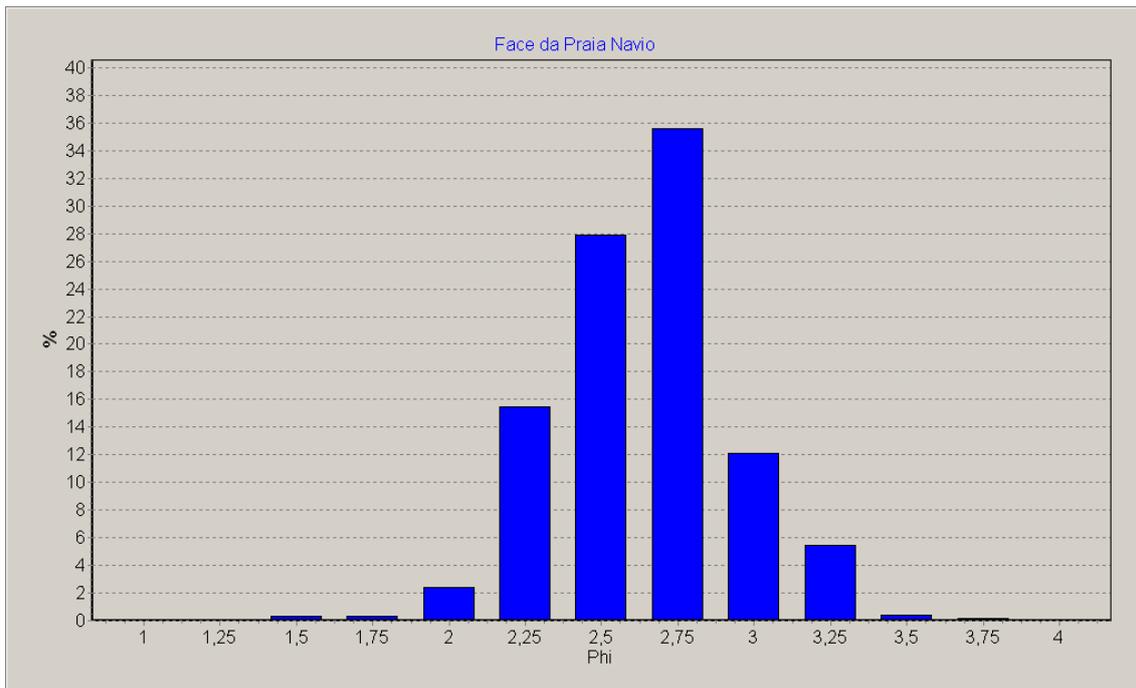
## Anexo 4

### Histogramas da Face da praia do Navio e da Querência

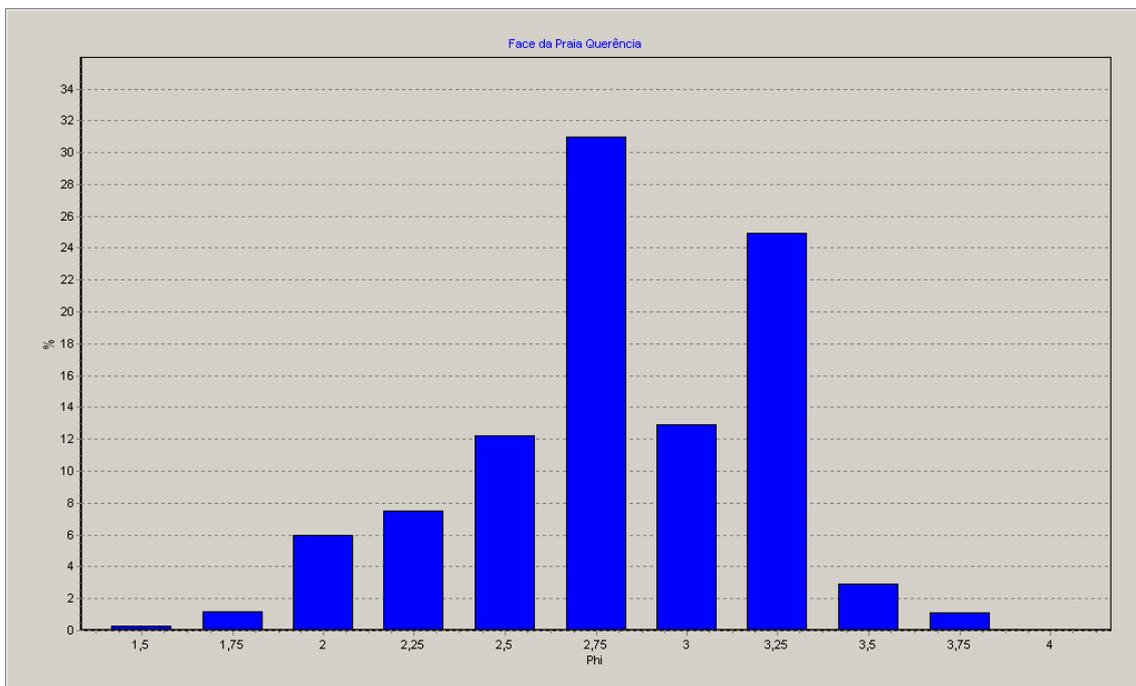
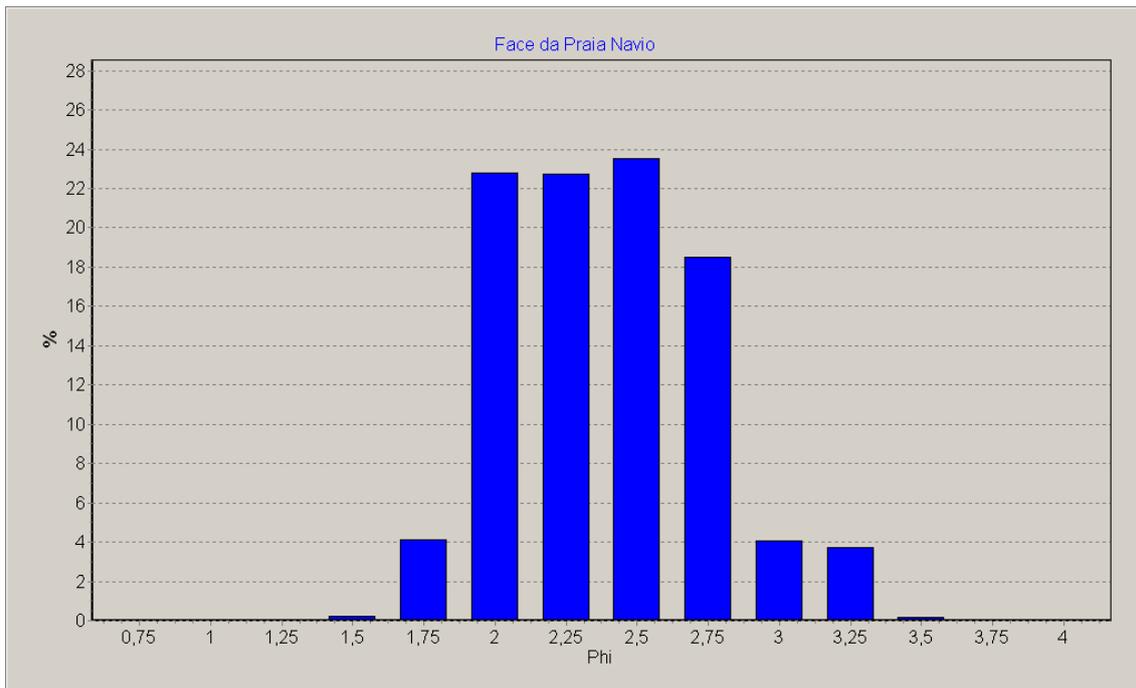
#### Primeira Amostragem:



## Segunda Amostragem:

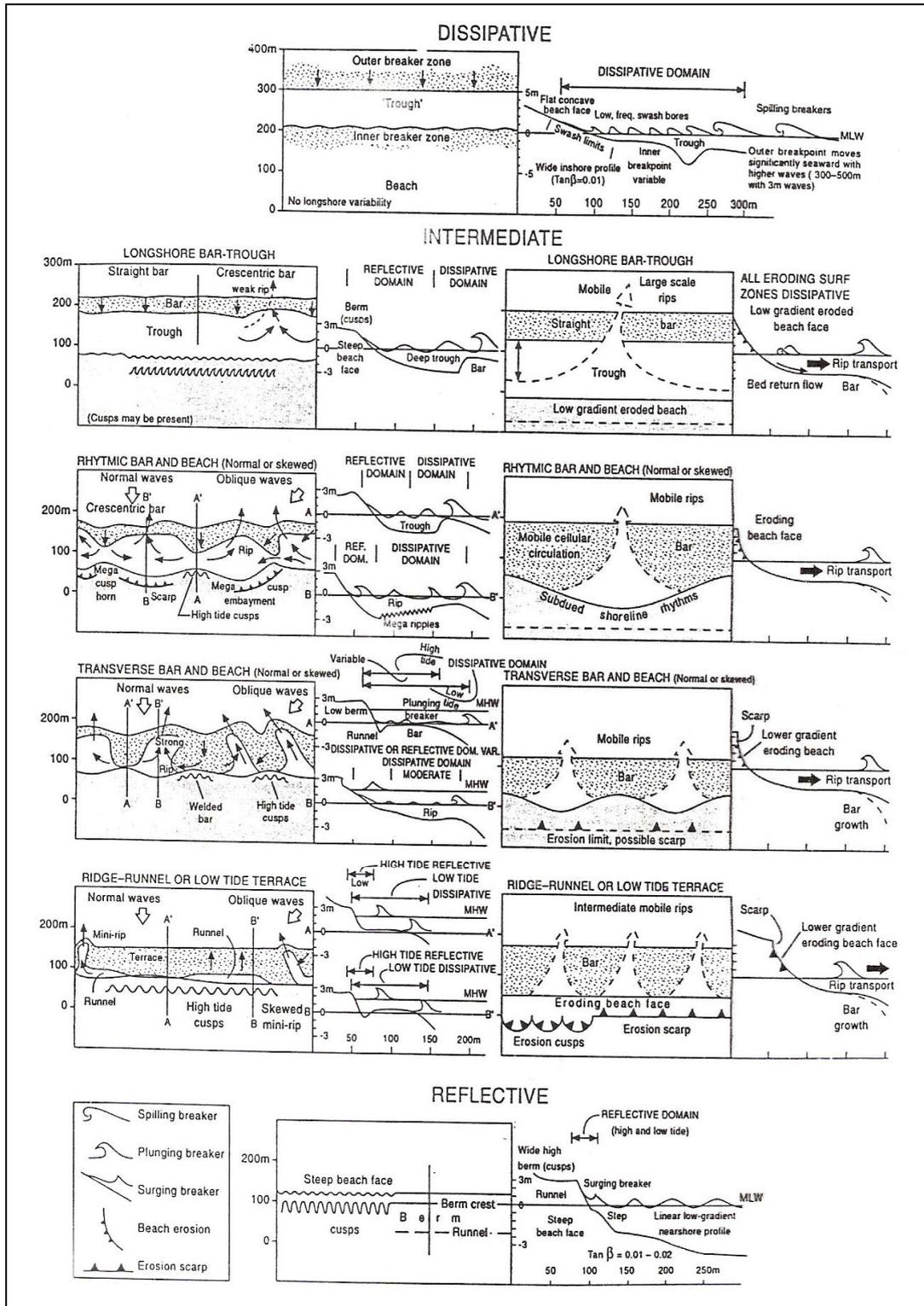


### Terceira Amostragem:



# Anexo 5

## Estágios morfodinâmicos segundo Wriqth & Short (1984):



## Anexo 6

**Fotografias da Querência e do Navio, note a maior declividade na face da praia deste. Fonte: Arquivo pessoal.**



**Anexo 7**

**Aerofotografias da Querência e do Navio, observar a maior presença de ritmicidades no Navio. Fontes: Querência, LOG-Adar System. Navio, Rio Grande em fotos.**

