

Análise Histórica dos Registros de Ressacas ocorridos na região da Baía e Estuário de Santos

**ANÁLISE HISTÓRICA DOS REGISTROS DE RESSACAS OCORRIDAS NA
REGIÃO DA BAÍA E ESTUÁRIO DE SANTOS..... 1**

1. Introdução e Objetivos	1
2. Ressacas	2
3. Abordagem Metodológica	6
4. Resultados	13
5. Considerações Finais.....	71
6. Referências Bibliográficas.....	75
7. Anexos	77

Lista de Tabelas

Tabela 2.1-1. Número de eventos de maré meteorológica positiva (Campos et al., 2010).	5
Tabela 4.2-1. Eventos de Ressaca na Baixada Santista: 1541 e 1961 a 2011.	19
Tabela 4.2-2. Comparação entre os percentuais de ocorrência sazonal de eventos para as décadas de 1960 a 1980.	28
Tabela 4.4.2-1. Intervalo de ocorrência e fase lunar dos eventos selecionados. .	67

Lista de Figuras

Figura 2.1-1. Eventos de Ressaca: ondas de tempestade (storm surge) e maré de tempestade (storm tide) (fonte: NOAA, 2011).	4
Figura 3.1-1. Exemplo de notícia destacando as consequências de um evento iniciado e terminado no dia anterior à data da matéria.....	8
Figura 3.2.4-1. Localização das áreas de modelagem oceânica utilizadas pelo CPTEC/INPE (fonte: CPTEC/INPE).	11
Figura 4.1-1. Recorte do jornal A Tribuna de 30/09/1961	15
Figura 4.1-2. Recorte do jornal A Tribuna de 18/05/1977.	15
Figura 4.1-3. Recorte do jornal A Tribuna de 23/05/1990.	16
Figura 4.1-4. Recorte do jornal A Tribuna de 07/04/1997.	17
Figura 4.1-5. Recorte do jornal A Tribuna de 28/04/2007.	17
Figura 4.1-6. Recorte do jornal A Tribuna de 4/05/2011.	18
Figura 4.2-1. Distribuição decadal do número de Ressacas (2011: janeiro-agosto).	21
Figura 4.2-2. Distribuição anual de eventos de Ressacas (2011: janeiro-agosto).24	
Figura 4.2-3. Distribuição mensal do número de eventos de Ressacas registrados pela imprensa.....	26
Figura 4.2-4. Distribuição sazonal do número de Ressacas.	27
Figura 4.2-5. Intervalo de ocorrência para os eventos.	29
Figura 4.3.1-1. Distribuição da fase lunar por evento.	31
Figura 4.3.2-1. Distribuição dos picos de maré (preamar máxima) durante o “intervalo de ocorrência” dos eventos.	33
Figura 4.3.3-1. Distribuição das alturas e período de ondas para os eventos de Ressaca.	35

Figura 4.3.3-2. Distribuição das alturas máximas significativas de ondas (Hs) e das alturas máximas significativas médias para cada mês.	37
Figura 4.3.3-3. Direção predominante de ondas para Ressacas.	38
Figura 4.3.3-4. Relação entre altura significativa (Hs) e direção predominante de ondas nas Ressacas (0o= N; 90o = E; 180o = S; 270o = W).	39
Figura 4.3.4-1. Distribuição das velocidades do vento para Ressacas.	40
Figura 4.3.4-2. Direção predominante de ventos para as Ressacas.	41
Figura 4.3.4-3. Relação entre altura de ondas e direção do vento predominante para as Ressacas.	42
Figura 4.3.4-4. Relação entre direção do vento e direção de ondas predominante para as Ressacas.	42
Figura 4.3.5-1. Distribuição das médias dos volumes de precipitação (acumulados de 24 h) para o “período de evolução” e o intervalo de ocorrência de Ressaca. .	45
Figura 4.3.5-2. Distribuição mensal das médias pluviométricas mensais para o “período de evolução” e intervalo de ocorrência para Ressacas.	46
Figura 4.3.6-1. Associação entre os eventos de El Niño e La Niña e as Ressacas.	48
Figura 4.4.1-1. Carta sinótica do dia 05 de maio de 2001 às 12h (fonte: DHN). ...	51
Figura 4.4.1-2. Danos deixados pela forte Ressaca que atingiu a região no dia 26/04/2005 (fonte: jornal A Tribuna de 27/04/05).	53
Figura 4.4.1-3. Carta sinótica do dia 26 de abril de 2005 às 12h (fonte: DNH). ...	55
Figura 4.4.1-4. As fortes ondas tomaram toda a faixa de areia, atingiram os brinquedos e chegaram na Avenida Saldanha da Gama, na altura do Canal 4 (fonte: jornal A Tribuna de 09/09/09).	56
Figura 4.4.1-5. Carta sinótica do dia 08 de setembro de 2009 às 12h (fonte: DHN).	58
Figura 4.4.1-6. Água invade a avenida da praia (fonte: jornal A Tribuna On line de 08/04/2010).	59
Figura 4.4.1-7. Carta sinótica do dia 08 de abril de 2010 às 12h (fonte: DHN). ...	61
Figura 4.4.1-8. Forte assoreamento do Canal 2, após a ressaca do dia 04/05/2011 (fonte: jornal A Tribuna On line de 04/05/2011).	62
Figura 4.4.1-9. Água invadindo a Av. Saldanha da Gama durante a ressaca do dia 04/05/2011.	63

Figura 4.4.1-10. Fortes ondas e prejuízos na Ponta da Praia (fonte: jornal A Tribuna On line de 03/05/2011).....	64
Figura 4.4.1-11. Píer de atracação das barcas na Praia do Góes praticamente soterrado (fonte: jornal A Tribuna On line de 04/05/2011).	64
Figura 4.4.1-12. Cartas sinóticas dos dias 04 de maio de 2011 às 12h (fonte: DHN).	66
Figura 4.4.2-1. Altura da maré previsional (m) para os eventos selecionados.	67
Figura 4.4.2-2. Altura de onda (Hs, m) para os eventos selecionados.....	68
Figura 4.4.2-3. Velocidade do vento (m/s) para os eventos selecionados.	69
Figura 4.4.2-4. Praia de Santos no dia 07/06/2009, apresentando efeitos de uma forte ressaca ocorrida dias antes do imageamento (evento ID 64, do dia 03/06). Notar a largura da praia toda muito reduzida, especialmente entre os canais 4 e 6 e na extremidade leste da Ponta da Praia (fonte: Relatório Final do projeto “Variação Espaço Temporal dos Polígonos Praias no Período de 1962 a 2009/2011”)......	71

ANÁLISE HISTÓRICA DOS REGISTROS DE RESSACAS OCORRIDAS NA REGIÃO DA BAÍA E ESTUÁRIO DE SANTOS

1. Introdução e Objetivos

O maior impacto que obras de dragagem podem impor ao meio físico do ambiente costeiro é a modificação da linha de costa local e regional, oceânica e estuarina, provocada por alterações no nível de base regional, na hidrodinâmica associada a ondas e marés e, conseqüentemente, nos processos sedimentares e no balanço sedimentar costeiro.

A intensidade e a velocidade dessa cadeia de processos/impactos podem variar em função de uma multiplicidade de fatores, que incluem: o aporte de sedimentos e o balanço/equilíbrio sedimentar prévio da área; a hidrodinâmica costeira (marés e ondas); a ocorrência de eventos meteo-oceanográficos intensos influenciando essa hidrodinâmica; a herança geológica/geomorfológica da região, a quantidade e intensidade de impactos e a evolução das intervenções antrópicas na área. As respostas a esses impactos também podem variar espacial e temporalmente.

As causas dos fenômenos erosivos em praias podem ser naturais e/ou induzidas por atividades antrópicas (Souza, 2009). Dentre as principais causas naturais não permanentes (outros fatores naturais podem estar envolvidos, mas não mudam com o tempo como, por exemplo, a ausência de rios como fontes de sedimentos) estão: a dinâmica de circulação costeira, a elevação do nível relativo do mar e outros impactos decorrentes do aquecimento global, como eventos atmosféricos anômalos, ressacas e modificações no clima de ondas. Dentre as causas antrópicas de erosão costeira que poderiam estar atuando nas praias da região estão: inúmeras intervenções na linha de costa oceânica e estuarina, cuja abrangência de ocorrência é secular, as constantes retiradas de areia das praias, as dragagens portuárias pretéritas e de manutenção, as dragagens nos canais estuarinos e fluviais etc. Entretanto, não é sabido exatamente quando e como cada um desses fatores vem influenciando nos processos costeiros.

O ano de 2010 foi anômalo em relação à ocorrência de eventos de alta energia de ondas, como as Ressacas. Esses eventos afetaram fortemente as praias de Santos e do Góes, com efeitos como: aumento da erosão na Ponta da Praia, aumento dos processos deposicionais no trecho entre os canais 1 e 3, e o fenômeno de rotação praial na Praia do Góes (Souza, 2011).

A rotação praial é um fenômeno oscilatório, de curto a médio intervalo de tempo (semanas até décadas), observado em praias de enseada ou de bolso (*headland bay-beaches*) e que corresponde a um realinhamento da praia em resposta a fortes modificações no transporte litorâneo longitudinal, decorrentes de súbita mudança na direção e altura dos trens de ondas incidentes, resultando na alternância entre erosão e acreção nas terminações opostas da praia (Short e Masselink, 1999; Ranasinghe *et al.*, 2004).

A compreensão da dinâmica de longo período dos eventos meteorológico-oceanográficos extremos que causam ressacas é de suma importância para avaliar o comportamento dos processos sedimentares costeiros, pois estes são intensificados e/ou modificados durante esses eventos. A caracterização desses eventos e suas consequências ajudarão na melhor compreensão dos processos que vem ocorrendo nas últimas décadas e na atualidade nas praias da região.

O objetivo principal deste estudo foi identificar a ocorrência de eventos de ressaca nos últimos 50 anos, a partir da década de 1960 até agosto de 2011, por meio de levantamentos de notícias veiculadas em jornais (impresso e online) e constatações de campo no âmbito do Programa de Monitoramento do Perfil Praial, realizado pelo Porto de Santos em atendimento à Licença de Instalação nº 666/2009 emitida pelo IBAMA que autoriza a dragagem de aprofundamento do Canal de Navegação do Porto de Santos, bem como caracterizar as condições de contorno que geraram esses eventos.

2. Ressacas

A porção sul da costa do continente sul-americano voltada para o Oceano Atlântico sofre frequentemente a influência de sistemas meteorológicos de escala sinótica e de mesoescala, os quais podem produzir perturbações significativas no

oceano que se refletem como variações positivas e negativas no nível médio do mar (NM) e geração de ondas de superfície (Camargo *et al.*, 2000).

As flutuações positivas (ou negativas) do nível médio do mar estão relacionadas a dois processos: variação da pressão atmosférica e tensão do vento na superfície do oceano (Camargo *et al.*, 2000). O primeiro é chamado “efeito do barômetro invertido”, conhecido por resultar em variações em torno de 1 cm a cada 1 hPa (por ex. uma queda de pressão de 10 hPa resulta em uma elevação de 10 cm do NM). O segundo fenômeno é explicado pela Teoria de Ekman, que aborda as tensões do vento paralelo à superfície do mar, cuja ação em profundidades abaixo dessa superfície depende do tempo de atuação dessa tensão e da estratificação da densidade da coluna d’água que controla a transferência do momento (Pugh, 1987). A resultante do transporte de massa de água e o conseqüente empilhamento em regiões de menor profundidade (oscilação positiva), como a costa, ocorre à esquerda da direção do vento no Hemisfério Sul (Godin, 1972 *apud* Campos *et al.*, 2010).

Assim, as oscilações positivas são causadas por ventos do quadrante Sul na direção da costa, enquanto as negativas são causadas por ventos do quadrante Norte na direção do oceano. De modo geral, os ventos do quadrante Sul estão associados à passagem de sistemas meteorológicos pela região (ciclones extratropicais, que ao se aproximarem da costa geram os sistemas frontais), enquanto que os ventos do quadrante Norte se referem a condições atmosféricas mais estáveis, com predomínio da circulação da Alta Subtropical do Atlântico Sul.

Em outras palavras, essas flutuações positivas (ou negativas) do nível médio do mar são conseqüência dos efeitos combinados de um centro de baixa (ou de alta) pressão sobre o oceano e um centro de alta (ou de baixa) pressão sobre o continente, configuração esta que tende a fortalecer o escoamento (transporte de Ekman) de sul (ou o de norte) e a aumentar a área oceânica sob a ação desses ventos, acumulando (ou retirando) água na linha de costa (Campos *et al.*, 2010).

As oscilações positivas são conhecidas como marés meteorológicas positivas.

Pugh (1987) definiu *surge* (maré meteorológica positiva) como sendo a diferença (maré residual) entre a maré observada e a maré astronômica, e utilizou o termo *storm surge* (onda de tempestade) para se referir a um evento extremo acompanhado de tempestade, que causa maior sobrelevação do NM e ondas de alta energia e potência. Essas definições também são utilizadas por ERDC (2008).

De acordo com a NOAA (2011) pode haver ainda um terceiro fenômeno, a *storm tide* (maré de tempestade), que corresponde a uma elevação anômala do NM gerada pela combinação entre uma *storm surge* e uma preamar de sizígia, causando, em geral, grandes inundações costeiras.

No Brasil, o termo Ressaca (não formal) tem sido genericamente traduzido como sinônimo de *storm surge* (e.g. Camargo *et al.*, 2000; Xavier & Saraiva, 2000; Nunes, 2007).

No caso da mídia, qualquer evento que traga efeitos anormais e alarmantes à costa será notícia de jornal. Como não é usual se estabelecer a diferenciação entre os dois tipos de fenômenos, *storm surge* ou *storm tide*, então as notícias poderão estar associadas a ambos (Figura 2.1-1).

Storm Surge - Storm Tide

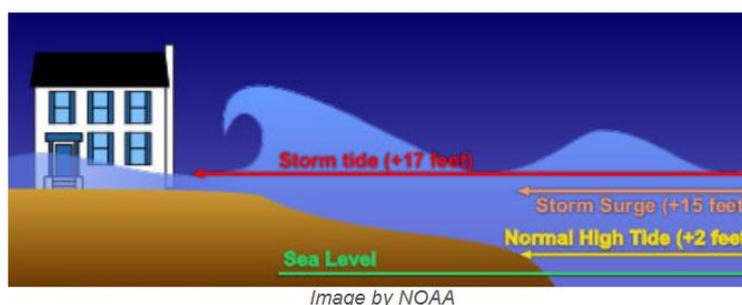


Figura 2.1-1. Eventos de Ressaca: ondas de tempestade (*storm surge*) e maré de tempestade (*storm tide*) (fonte: NOAA, 2011).

Com o objetivo de identificar a influência atmosférica sobre o oceano em eventos extremos de maré meteorológica na costa sudeste brasileira, Campos *et al.* (2010) utilizaram dados dos campos de vento, pressão em

superfície e elevação do nível do mar no Porto de Santos, de uma série histórica de eventos entre 1951 e 1990. Como conclusão, destacaram a dependência dos eventos com a intensificação, o tamanho e o posicionamento dos cavados sobre o oceano. Assim, no verão e na primavera ocorre o enfraquecimento dos cavados e a diminuição das intensidades dos ventos, diminuindo a ocorrência dos eventos positivos. No inverno e no outono há ventos de SW intensos, aproximadamente paralelos à costa, padrão esse determinado pelos cavados sobre o oceano em conjunto com a alta pressão sobre o continente, aumentando o número de eventos. No inverno, a grande intensificação do anticiclone sobre o continente aumenta os gradientes de pressão responsáveis pelos intensos ventos de SW, provando ser o período de maior incidência de casos extremos.

Os resultados desse trabalho em relação à sazonalidade dos eventos de maré meteorológica são exibidos na Tabela 2.1-1.

Tabela 2.1- 1. Número de eventos de maré meteorológica positiva (Campos *et al.*, 2010).

<i>Acima de +2 d.p.</i>	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Total
1951 - 1960	16	12	48	28	104
1961 - 1970	13	16	49	41	119
1971 - 1980	19	26	53	36	134
1981 - 1990	21	10	47	42	120

Especificamente para a área de Santos e citando a ressaca de junho de 2005, Campos *et al.* (2010) concluíram que: os eventos ocorrem devido à evolução e persistência de sistemas de baixa pressão no oceano juntamente com um anticiclone agindo sobre o continente, por um período da ordem de dias, com ventos acima de 8 m/s (ou 17 nós) agindo sobre o oceano próximo à costa; as frentes frias associadas se encontram sobre o Paraná e São Paulo dois dias antes do evento em Santos, no dia anterior já se encontram no Rio de Janeiro, e no dia do máximo de elevação do NM em Santos já estão sobre o norte do Espírito Santo; portanto, no instante em que ocorre o extremo de maré meteorológica a frente já passou por Santos entre um e dois dias; os fenômenos extremos que causam elevação do NM e ressacas não tendem a ocorrer com forçantes locais próximas a Santos, mas dependem da evolução temporal e da

persistência da pista de ventos de sudoeste ao longo de toda a costa sul-sudeste brasileira.

Segundo Magini *et al.* (2007), as frentes frias que são mais eficientes para a deposição/remobilização de areias na Baía de Santos são aquelas que entram com ventos e ondas do quadrante SE-S, podendo ser acrescidas de ondas de marés na mesma direção.

Resumindo, as ressacas são fruto da ação conjunta de marés meteorológicas positivas, alta energia de ondas, fortes ventos e chuvas. Para o Estado de São Paulo, a “Temporada de Ressacas” ocorre normalmente entre abril e setembro (outono-inverno). Além do maior avanço dos ciclones extratropicais sobre a região sudeste brasileira nessa época, também é fator determinante a elevação sazonal do nível médio do mar nos meses de maio-junho, associada ao aquecimento do Oceano Atlântico no verão (efeito esteárico segundo Mesquita e Harari, 1988).

3. Abordagem Metodológica

3.1. Levantamento dos eventos

Para o resgate histórico da ocorrência de eventos de Ressaca foram consultadas as seguintes fontes de dados:

- a) Banco de dados compilado por Gutjahr (2011), baseado no levantamento de eventos extremos (principalmente escorregamentos e enchentes, mas com algumas indicações da ocorrência de Ressacas), a partir de notícias de jornal existentes no arquivo histórico do Jornal A Tribuna de Santos, compreendendo o período de 1923 a 2010;
- b) Jornal *on line* A Tribuna de Santos (www.atribuna.com.br), cujos registros disponíveis compreendem o período de janeiro de 1998 a dezembro de 2009;

- c) Outros jornais, como Expresso Popular, Jornal da Tarde, Diário do Litoral e D.O. Urgente, também serviram de base para consultas esporádicas e complementares.
- d) Os levantamentos realizados no âmbito do Programa de Monitoramento do Perfil Praial, realizado pelo Porto de Santos em atendimento à Licença de Instalação nº 666/2009 emitida pelo IBAMA que autoriza a dragagem de aprofundamento do Canal de Navegação do Porto de Santos, entre janeiro de 2010 e dezembro de 2011 também serviram como base para a identificação de eventos de ressaca, embora alguns deles não tenham sido noticiados.

Esses eventos foram caracterizados como ressacas com base em critérios meteorológicos, oceanográficos, bem como geomorfológicos e sedimentológicos da praia. De acordo com esses levantamentos e levando em consideração os dados do “Programa de Modelagem Operacional da Pluma de Sedimentos”, também realizado pelo Porto de Santos em atendimento à Licença de Instalação nº666/2009, foi postulado que a ocorrência de ressacas pode ser associada à conjugação dos seguintes condicionantes: atuação de sistema frontal, ondas com altura máxima igual ou superior a 2 m com direções SSW-S-SSE, e ventos com velocidade igual ou superior a 8 m/s (17 nós).

Foram obtidas cópias de cada notícia, dos arquivos históricos impressos e dos arquivos digitais.

Tendo como base a defasagem temporal entre a notícia em si e o acontecimento do evento, somada à ausência de informações sobre o seu término, optou-se por denominar de “intervalo de ocorrência do evento” o período compreendido entre as datas de início real do evento e da última notícia referente ao mesmo. A Figura 3.1-1 mostra um exemplo: a notícia veiculada no dia 03 de janeiro de 1980 relata as consequências de um evento de Ressaca iniciado no dia 02. Neste caso, o intervalo de ocorrência do evento foi determinado como sendo de 01 dia, uma vez que a notícia não se refere à continuidade do mesmo, mas sim às suas consequências, além do fato de não terem sido encontradas notícias sobre o evento nos dias que se seguiram.

Como dito anteriormente, especificamente para a área de Santos, os eventos de marés meteorológicas estão associados à evolução sinótica de mecanismos atmosféricos e oceanográficos (sistemas de baixa pressão no Atlântico Sul e anticiclones agindo sobre o continente) que se iniciam na região polar, e agem por um período da ordem de quatro dias antes da data do pico do evento em Santos (Campos *et al.*, 2010). Assim, levando em consideração esse aspecto foi definido um intervalo de tempo denominado “período de evolução do evento” que engloba o “intervalo de ocorrência” até quatro dias antecedentes ao evento.



Figura 3.1-1. Exemplo de notícia destacando as consequências de um evento iniciado e terminado no dia anterior à data da matéria.

3.2. Caracterização das Condições de Contorno dos Eventos

Os descritores de caracterização das condições de contorno de cada evento utilizadas neste estudo são:

- Fase lunar;
- Altura da máxima da preamar;
- Precipitação acumulada de 24 horas;
- Direção e intensidade do vento na região;
- Direção e altura das ondulações na região;
- Anomalias e fenômenos atmosféricos: *El Niño*, *La Niña*;
- Evolução sinótica de eventos específicos.

3.2.1. Fase Lunar

O registro de fase lunar para cada evento foi obtido no sítio da internet “www.cosmobrain.com.br”, que possui um banco de dados que abrange os anos de 1900 a 2100. Durante o levantamento destes dados observou-se que alguns eventos se encontravam em uma fase de transição entre as fases da lua e/ou seu intervalo de ocorrência se estendia por mais de uma fase da lua. Desta maneira foi necessário criar os seguintes intervalos intermediários entre as fases da lua: Lua Nova – Lua Nova/Crescente – Lua Crescente – Lua Crescente/Cheia - Lua Cheia – Lua Cheia/Minguante – Lua Minguante – Lua Minguante/Nova.

3.2.2. Marés

Os dados referentes às Marés foram obtidos em publicações da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN), disponíveis em algumas bibliotecas da Universidade de São Paulo, e no próprio sítio da internet da DHN (www.dhn.mar.mil.br). Essas publicações correspondem às Tábuas de Marés para o Porto de Santos (marégrafo de Torre Grande).

Para a caracterização de cada evento foi compilado apenas o valor máximo da maré (preamar) registrada durante o pico do “intervalo de ocorrência”.

2.2.3. Precipitação

Os dados pluviométricos utilizados neste estudo foram obtidos do sítio da internet do Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE (www.sigrh.sp.gov.br).

A série histórica do DAEE abrange o período entre 1957 e 2004, ano em que a maioria dos postos pluviométricos foi desativada. Assim, os eventos de Ressaca foram caracterizados quanto a este parâmetro apenas para o intervalo contido nessa série.

O tratamento dos dados envolveu a caracterização dos acumulados totais de chuva para o “intervalo de ocorrência” e o “período de evolução” dos eventos. Os dados fornecidos pelo DAEE se referem à precipitação acumulada no período de 24 horas.

3.2.4 Ondas e Ventos

Os dados de clima de ondas e ventos utilizados neste trabalho foram fornecidos pelo CPTEC/INPE. Esses dados derivam de simulações feitas pelo modelo WAVEWATCH 2.22, implementado no Brasil a partir de março de 2006. Como forçantes, o modelo utiliza campos de ventos produzidos pelo modelo atmosférico global AVN do NCEP.

Segundo informações do CPTEC/INPE, para Santos o modelo é aninhado com resolução espacial de 1 grau x 1 grau (que corresponde a um pixel) definindo uma área cujo centróide se localiza em 24°S 46°W. Assim, os dados são gerados para uma área que inclui toda a Baixada Santista (Figura 3.2.4-1).

O modelo gera os seguintes dados: altura significativa da onda (m) e sua direção (graus e cardeais), período (s) e direção do pico de onda (graus e cardeais), e magnitude (m/s) e direção (graus e cardeais) do vento a 10m.

Levando em consideração que essa série de dados é disponível somente a partir de março de 2006, foi possível caracterizar os eventos segundo os parâmetros acima somente para os eventos de Ressaca após esta data.

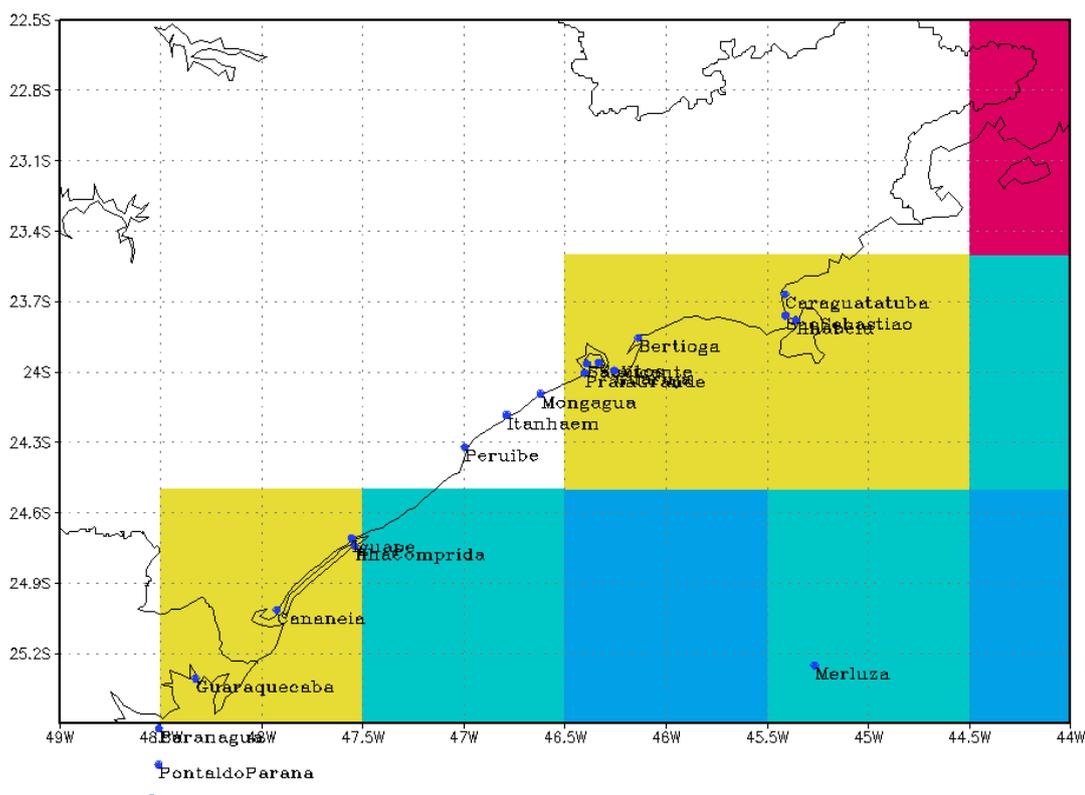


Figura 3.2.4-1. Localização das áreas de modelagem oceânica utilizadas pelo CPTEC/INPE (fonte: CPTEC/INPE).

3.2.5. Eventos Selecionados

Considerando o aumento excepcional do número de Ressacas na última década e em 2011, e principalmente porque na escala dos processos costeiros o comportamento dos fenômenos na atualidade e nos próximos anos será muito mais semelhante ao comportamento observado na última década, então foram escolhidas 5 Ressacas importantes que ocorreram ao longo dessa década, nos anos de 2001, 2005, 2009, 2010 e 2011.

Os eventos de 2001, 2005 e 2009 foram escolhidos por representarem o início, o meio e o fim da década de 2000. O ano de 2009 também tem o importante papel de representar um período de “pré-dragagem” de aprofundamento do Canal do Porto de Santos. Os eventos de 2010 e 2011 ocorreram durante o período de obras da dragagem.

Esses eventos também tiveram grande repercussão na mídia, pois causaram fortes impactos na linha de costa da Baía de Santos, podendo até serem considerados marcos temporais.

Alguns destaques das notícias veiculadas sobre esses eventos escolhidos são descritos abaixo.

Jornal A Tribuna *on line* - Terça-feira, 8 de maio de 2001 - 6h52

“Jardins, canais e píeres são principais ‘vítimas’... “O mar quebrou muretas, trechos de calçada, assoreou canais e destruiu 10% dos jardins da praia, considerados os maiores do mundo pelo Guinness Book, o Livro dos Recordes.”

Jornal A Tribuna – Quarta-feira 24 de abril de 2005

*“... Na garagem de um edifício, carros e motos amanheceram submersos.”...
“A água arrancou árvore, ponto de ônibus, destruiu o passeio e um trecho de 300 metros de muretas.”*

Jornal A Tribuna – Quarta-feira 9 de setembro de 2009

“Onda gigante provoca susto e destruição na orla santista”.

Jornal A Tribuna *on line* - Quinta-feira, 8 de abril de 2010 - 13h59

“Água do mar invade parte de calçada na Ponta da Praia”

Jornal A Tribuna *on line* - Quarta-feira, 4 de maio de 2011 - 19h41

“Moradores da Praia do Góes ficam isolados após Ressaca no mar”.

“Em Santos, a força das águas destruiu muretas, invadiu um prédio e danificou postes de luz, causando corte de energia em um trecho da orla da praia”.

Estes eventos foram comparados entre si quanto aos parâmetros meteorológicos e oceanográficos disponíveis, e detalhados em relação à evolução sinótica dos fenômenos meteorológico-oceanográficos envolvidos.

Foram consultadas as Cartas Sinóticas disponíveis em bibliotecas da Universidade de São Paulo, no sítio da internet da Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN (www.dn.mar.mil.br) e em banco de dados pessoal.

4. Resultados

4.1. Notícias de Jornal: Percepção sobre os Eventos

De maneira geral, as Ressacas são noticiadas pelos jornais quando estas geram grandes modificações nas praias, interdição das vias públicas próximas à orla e, principalmente, quando causam danos às estruturas urbanas. Essas notícias se referem aos eventos de maior intensidade.

Todavia, outras Ressacas de menor intensidade também podem ser incluídas em notícias, em especial aquelas que promovem efeitos que chamam a atenção da população porque causam algum tipo de “espetáculo” à beira-mar, como por exemplo, ondas se chocando contra as muretas das praias e espirrando água sobre a calçada.

Outra consideração importante a se fazer é quanto à predominância de notícias para Santos, fato este que se deve principalmente pelo fato de que o jornal A Tribuna está sediado no município.

Em relação à evolução do conteúdo das notícias verifica-se que, assim como o próprio desenvolvimento científico, que possibilitou o melhor entendimento dos mecanismos envolvidos na geração das Ressacas e do fenômeno em si, houve uma melhora paulatina na qualidade da informação transmitida aos leitores. Esse aumento na qualidade da informação pode ser percebido de diversas maneiras.

Primeiro, em relação aos termos e conceitos utilizados. Por exemplo, até meados da década de 1980 era comum se referir ao termo Ressaca como sendo uma agitação marítima e o fenômeno em si seria algo ligado a “maré”, chegando até mesmo a se utilizar a expressão “maré de ressaca”. Em relação à geração do fenômeno de Ressaca, antigamente se atribuía às “variações de pressão atmosférica”, “baixa pressão”, “avanço de massa de ar polar” e até mesmo ao “frio”. Somente a partir de meados da década de 2000, começou-se a utilizar o

termo Ressaca como um fenômeno propriamente dito e as frentes frias como um dos processos envolvidos na sua geração. Os termos e os conceitos de ciclone e ciclone extratropical, apesar de já serem utilizados desde o início da década de 1990, começaram a ganhar maior expressão junto à mídia a partir de 2004, após o advento do Furacão Catarina.

Mesmo com a evolução da qualidade de informações expostas nas notícias, o conteúdo delas em relação aos efeitos de Ressacas não mudou muito ao longo dos últimos 51 anos.

Neste sentido, podem ser comparadas algumas chamadas de notícias sobre efeitos de Ressacas na Ponta da Praia de Santos, a exemplo dos eventos ocorridos em 30/09/1961, 17/05/1977, 23/05/1990, 07/04/1997, 27/04/2007, e 04/05/2011 (Figuras 4.1-1 a 4.1-6).

Além das notícias em si, essas matérias podem trazer informações importantes, como em 1961 (Figura 4.1-1), se referindo à forte Ressaca como “...um espetáculo raramente visto na Ponta da Praia. O mar, em violenta Ressaca, desfechava furioso ataque contra a muralha da Av. Saldanha da Gama...”. Estas informações sugerem dois fatos importantes sobre a época: que antes da década de 1960 a Ponta da Praia raramente era atingida por Ressacas e que naquele local havia um alto muro de contenção. A raridade do “espetáculo” indica duas possibilidades: ou o local não era afetado pelas Ressacas, ou as Ressacas eram fenômenos raros na região. Como a presença da “muralha” indica claramente que já havia um processo de erosão acelerada no local, então a melhor hipótese é a de que as Ressacas eram fenômenos raros na época.

Nas outras Figuras pode-se observar a recorrência de Ressacas praticamente nos mesmos locais da Ponta da Praia, entre o Aquário e o Marco Histórico.



Figura 4.1-1. Recorte do jornal A Tribuna de 30/09/1961



Figura 4.1-2. Recorte do jornal A Tribuna de 18/05/1977.

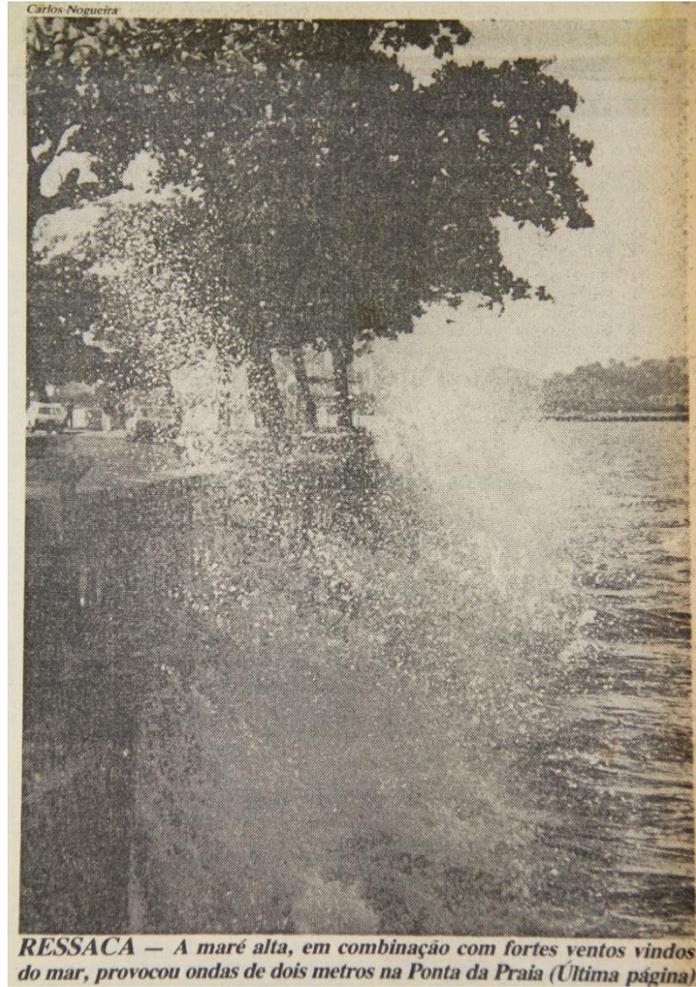


Figura 4.1-3. Recorte do jornal A Tribuna de 23/05/1990.

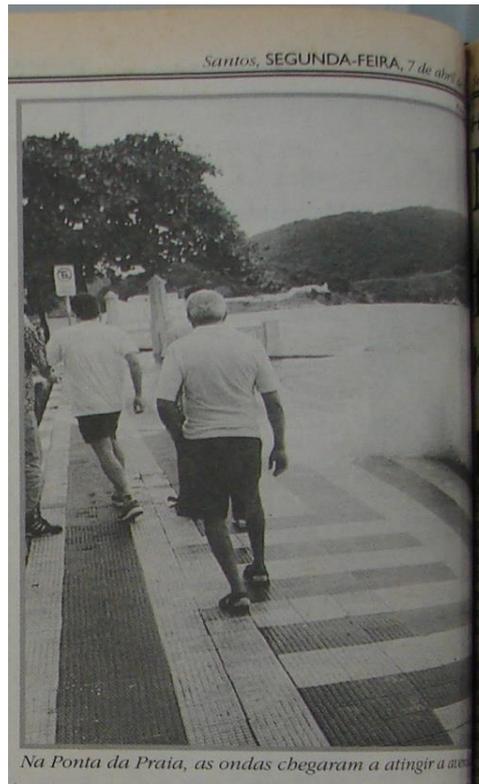


Figura 4.1-4. Recorte do jornal A Tribuna de 07/04/1997.



Figura 4.1-5. Recorte do jornal A Tribuna de 28/04/2007.



Figura 4.1-6. Recorte do jornal A Tribuna de 4/05/2011.

4.2. Descrição Geral dos Eventos

Entre 1961 e 2011 foram registrados 89 eventos de Ressacas (Tabela 4.2-1). Cópias das matérias publicadas na imprensa (impressa e *on-line*) são exibidas em Anexo 7-1.

O evento de ID “0” foi inserido a título de curiosidade e para mostrar a recorrência secular de eventos meteorológicos e oceanográficos extremos que causam Ressacas. O evento foi uma Ressaca de grandes proporções que atingiu a então Vila de São Vicente no ano de 1541, e que foi denominada de “maremoto”, tendo como consequências a destruição da Vila e o forte assoreamento da Baía de São Vicente (Teleginski, 1999). Esse evento pode ser considerado como o primeiro registro de erosão costeira no Brasil (Souza, 2008).

Tabela 4.2-1. Eventos de Ressaca na Baixada Santista: 1541 e 1961 a 2011.

ID	Data de início	Local	Fonte
0	1541	Vila de São Vicente	(Teleginski, 1999 <i>apud</i> Souza, 2008).
1	30/09/1961	Santos	Jornal A Tribuna
2	26/02/1971	Santos	Jornal A Tribuna
3	17/05/1977	Santos/Baixada	Jornal A Tribuna
4	31/05/1978	Santos	Jornal A Tribuna
5	18/07/1978	Santos	Jornal A Tribuna
6	02/01/1980	Santos/São Vicente/Guarujá/Praia Grande	Jornal A Tribuna
7	08/06/1981	São Vicente	Jornal A Tribuna
8	19/09/1982	Santos/São Vicente	Jornal A Tribuna
9	29/09/1982	São Vicente	Jornal A Tribuna
10	14/10/1982	São Vicente	Jornal A Tribuna
11	28/06/1984	Santos	Jornal A Tribuna
12	07/06/1985	Santos/São Vicente	Jornal A Tribuna
13	15/04/1986	Santos	Jornal A Tribuna
14	26/07/1986	Santos	Jornal A Tribuna
15	10/08/1988	Guarujá/São Vicente	Jornal A Tribuna
16	17/09/1989	Santos/São Vicente	Jornal A Tribuna
17	23/05/1990	Santos	Jornal A Tribuna
18	07/04/1997	Santos/São Vicente	Jornal A Tribuna
19	18/04/1999	São Vicente	A Tribuna On Line
20	21/05/1999	Santos	Jornal A Tribuna
21	31/05/1999	Baixada	A Tribuna On Line
22	15/08/1999	Guarujá	A Tribuna On Line
23	16/07/2000	Santos	A Tribuna On Line
24	05/05/2001	Santos/São Vicente	A Tribuna (Impresso e On Line)
25	21/06/2001	Santos/Guarujá	A Tribuna On Line
26	27/07/2001	Santos	A Tribuna On Line
27	17/09/2001	Litoral SP	A Tribuna On Line
28	16/01/2002	Santos	A Tribuna (Impresso e On Line)
29	21/03/2002	Santos/São Vicente	A Tribuna On Line
30	22/05/2002	Santos/São Vicente	A Tribuna On Line
31	17/06/2002	Santos	A Tribuna On Line
32	10/07/2002	São Vicente	A Tribuna On Line
33	02/09/2002	Santos	A Tribuna On Line
34	07/11/2002	Santos/São Vicente	A Tribuna On Line
35	21/03/2003	Santos	A Tribuna On Line
36	12/04/2003	Litoral Norte SP	A Tribuna On Line
37	25/05/2003	Santos	A Tribuna On Line
38	12/07/2003	Santos/São Vicente	A Tribuna On Line
39	29/02/2004	Santos/São Vicente/Guarujá	Jornal da Tarde
40	12/05/2004	Santos	A Tribuna On Line
41	21/05/2004	Santos	A Tribuna On Line
42	28/05/2004	Santos	A Tribuna On Line
43	12/06/2004	Santos/São Vicente	A Tribuna On Line
44	22/03/2005	Santos	A Tribuna (Impresso e On Line)
45	26/04/2005	Santos	A Tribuna (Impresso e On Line)

Tabela 4.2-1. (Continuação). Eventos de Ressaca na Baixada Santista: 1541 e 1961 a 2011.

ID	Data de início	Local	Fonte
46	21/05/2005	Santos/São Vicente	A Tribuna On Line
47	06/07/2005	Santos	A Tribuna (Impresso e On Line)
48	11/02/2006	Santos	Jornal A Tribuna
49	28/06/2006	Santos	A Tribuna On Line
50	30/07/2006	Guarujá	A Tribuna On Line
51	21/08/2006	Guarujá	A Tribuna (Impresso e On Line)
52	04/09/2006	Santos/Guarujá	A Tribuna On Line
53	09/11/2006	Santos	A Tribuna On Line
54	27/04/2007	Guarujá	A Tribuna (Impresso e On Line)
55	25/05/2007	Santos	Jornal A Tribuna
56	28/05/2007	Santos	Expresso Pop/Diário do Litoral
57	28/07/2007	Santos	A Tribuna On Line
58	17/11/2007	Santos	A Tribuna On Line
59	16/06/2008	Santos/São Vicente	A Tribuna On Line
60	03/01/2009	Santos	Jornal A Tribuna
61	27/02/2009	Baixada	Jornal A Tribuna
62	11/04/2009	Santos/São Vicente	A Tribuna On Line
63	16/04/2009	Santos	A Tribuna On Line
64	03/06/2009	Santos	A Tribuna On Line
65	20/07/2009	São Vicente	A Tribuna On Line
66	24/07/2009	São Vicente	A Tribuna On Line
67	31/07/2009	São Vicente	Jornal A Tribuna
68	21/08/2009	São Vicente	A Tribuna (Impresso e On Line)
69	08/09/2009	Santos	Jornal A Tribuna
70	24/09/2009	Santos	A Tribuna On Line
71	17/03/2010	São Vicente	Jornal A Tribuna
72	08/04/2010	Santos/São Vicente	A Tribuna On Line
73	09/05/2010	Santos	A Tribuna On Line
74	13/07/2010	Santos	Programa de Monitoramento do Perfil Praia
75	27/07/2010	Santos	Programa de Monitoramento do Perfil Praia
76	02/08/2010	Santos/Guarujá/São Vicente	Programa de Monitoramento do Perfil Praia/A Tribuna On Line
77	11/08/2010	Santos	Programa de Monitoramento do Perfil Praia/A Tribuna On Line
78	05/09/2010	Santos	Programa de Monitoramento do Perfil Praia
79	18/09/2010	Santos	Programa de Monitoramento do Perfil Praia
80	08/10/2010	Mongaguá	A Tribuna On Line
81	10/10/2010	Santos	Programa de Monitoramento do Perfil Praia
82	18/10/2010	Santos	Programa de Monitoramento do Perfil Praia
83	11/11/2010	Santos	Programa de Monitoramento do Perfil Praia/A Tribuna On Line
84	13/12/2010	Santos	Programa de Monitoramento do Perfil Praia/A Tribuna On Line
85	14/03/2011	Santos	A Tribuna On Line
86	03/05/2011	Santos/São Vicente/Guarujá	A Tribuna On Line
87	28/05/2011	Santos/São Vicente	A Tribuna On Line
88	08/06/2011	Santos	A Tribuna On Line
89	20/08/2011	Santos	Programa de Monitoramento do Perfil Praia

Das pesquisas realizadas, o jornal A Tribuna foi responsável por cerca de 90% das matérias veiculadas na mídia. As outras fontes compreendem jornais de menor expressão e dados fornecidos pelo Programa de Monitoramento do Perfil Praial.

Dos eventos registrados, 55,1% (49 eventos) se referiram somente ao município de Santos, 11,2% a São Vicente, 4,5% ao Guarujá e 1,1% (1 evento) a Mongaguá. Os restantes 28,1% (25 eventos) ocorreram em mais de um município da Baixada Santista e, em alguns casos, para toda ela; dentre estes somente um evento não foi citado para Santos.

A distribuição temporal desses eventos foi analisada em relação às variações decadal, anual, mensal e sazonal.

Na distribuição por década (Figura 4.2-1) destaca-se uma anomalia nos anos de 2000, com total de 61 eventos (68,5% do total). Chama a atenção ainda o ano de 2011, que em 8 meses (janeiro-agosto) registrou 5 Ressacas (5,6% do total de eventos), número este similar ao total de Ressacas nas décadas de 1970 (4 eventos) e 1990 (6 eventos). Na década de 1980 houve um ligeiro aumento em relação às décadas anteriores, com 11 eventos (12,4%). Na década de 1960 obteve-se apenas 1 registro, em 1961.

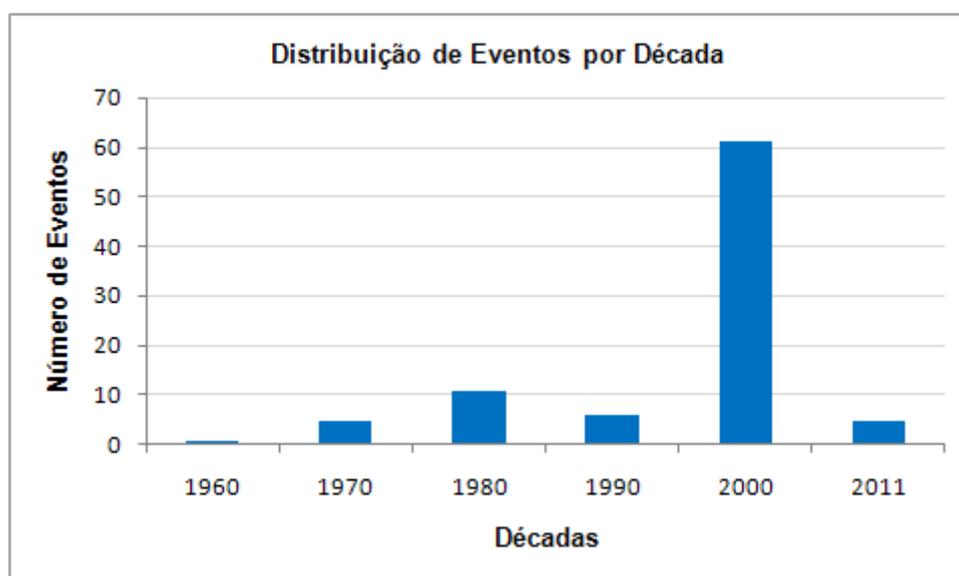


Figura 4.2-1. Distribuição decadal do número de Ressacas (2011: janeiro a agosto).

As anomalias verificadas para a década de 2000 e o ano de 2011 (total de 66 eventos) poderiam ser atribuídas, pelo menos em parte, ao fato de que, a partir de 1998, o jornal *A Tribuna on line* passou a veicular notícias também de Ressacas de menor magnitude. Por exemplo, nos jornais impressos, a invasão da água do mar nas calçadas da Ponta da Praia só era comentada quando ocasionava algum tipo de dano às estruturas urbanas ou transtornos à população.

Para verificar se essa nova forma de divulgação contribuiu para o grande salto no número de Ressacas, os eventos que foram noticiados somente *on line*, no total de 38, foram filtrados com o objetivo de se selecionar apenas aqueles de menor magnitude. Os resultados revelaram que as 18 Ressacas de menor magnitude podem ser consideradas “ruído” dessa anomalia. Mesmo assim, ainda restariam 48 eventos do total de 66 registros do período, que representam enorme salto em relação às décadas anteriores.

Não obstante, outros 7 eventos de menor magnitude, que foram citados pelo Programa do Monitoramento do Perfil Praial, entre 2010 e 2011, mas não pela mídia, também foram excluídos do total. Ainda assim restariam 41 eventos do total de 66 registros, número que corresponde a quase a metade (46,1%) do total de 89 Ressacas registradas desde 1961.

Outro fator que poderia suscitar um incremento repentino do número de notícias sobre Ressacas seria o aumento da magnitude dos efeitos desses eventos sobre a costa. Isto só se daria em decorrência de profundas modificações na urbanização da orla, que causassem aumento da vulnerabilidade e do risco, ou então, em áreas que passassem a apresentar erosão acelerada. Entretanto, nenhuma dessas alterações foi observada nos municípios mais afetados pelas Ressacas na última década.

Em relação a possíveis causas naturais para a anomalia, podem ser citados os efeitos das mudanças climáticas e da elevação atual do nível do mar (Souza, 2010).

Analisando as distribuições anuais das Ressacas (Figura 4.2-2), é possível verificar que:

- Do intervalo amostral de 51 anos, 24 anos não apresentaram registros de Ressacas (1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1979, 1983, 1987, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996 e 1998);
- Os anos de 1961, 1971, 1977, 1980, 1984, 1985, 1988, 1989, 1990, 1997, 2000 e 2008 apresentaram apenas 1 evento cada;
- Até 1998 o número máximo de eventos por ano jamais ultrapassou 3, número este atingido apenas em 1982;
- A partir de 1999 e exceto em 2000 e 2008, todos os anos apresentaram 4 ou mais eventos;
- Na década de 2000 não houve anos sem eventos;
- Na sequência vêm 2002 (7 eventos), 2006 (6 eventos), 2004, 2007 e 2011 (cada qual com 5 Ressacas);
- O ano de 2010 foi o ano com maior número de Ressacas, totalizando 14 eventos, seguido pelo ano de 2009, com 11 Ressacas;
- Ainda em relação a 2010, mesmo subtraindo-se os 6 eventos relatados pelo Programa de Monitoramento do Perfil Praial que não foram noticiados na mídia, restariam ainda 8 Ressacas, que colocariam esse ano apenas abaixo de 2009;
- Levando em consideração o intervalo amostral de 51 anos, o número médio de eventos por ano seria de 1,74 Ressaca/ano;
- Contabilizando apenas os 27 anos em ocorreram eventos, o número médio seria de 3,29/ano;
- Apenas para o período de 2000 a 2011, a média de eventos por ano foi de 6 Ressacas/ano, que correspondem ao dobro da média para a série de 27 anos;
- A reta de tendência mostra valor de R^2 próximo de 0,5, indicando leve tendência de aumento do número de eventos com o tempo.

Essas distribuições corroboram a hipótese de que processos naturais devem ser os principais responsáveis pela explosão de eventos na década de 2000, explosão esta claramente iniciada em 1999.

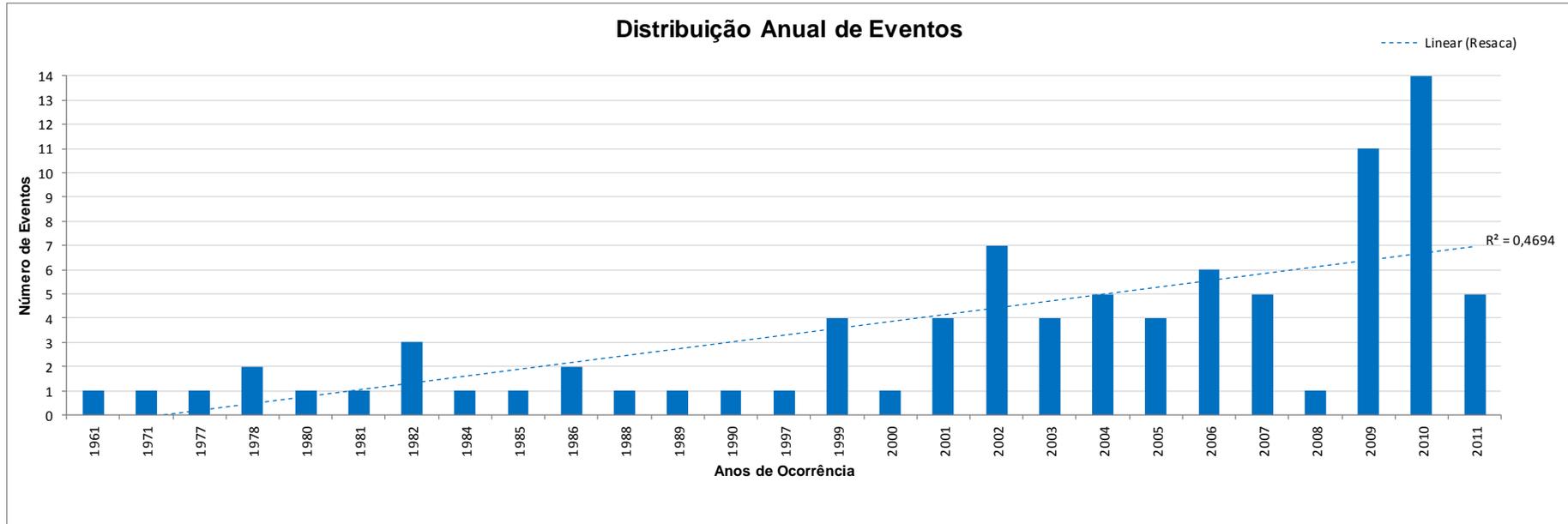


Figura 4.2-2. Distribuição anual de eventos de Ressacas (2011: janeiro a agosto).

É importante salientar que o elevado número de Ressacas fortes que ocorreram entre janeiro e setembro de 2009, ano anterior ao início das obras de dragagem de aprofundamento do Canal do Porto de Santos, sem dúvida afetaram o balanço sedimentar das praias da região, em especial aquelas já com problemas de equilíbrio, como a Ponta da Praia de Santos e a Praia do Góes, até porque essas áreas são normalmente as mais afetadas por essas ondas de alta energia. Em 2010 os eventos fortes continuaram a ocorrer logo a partir de março, época em que a dragagem estava apenas começando. Então é fácil deduzir que essas praias não tiveram tempo de se recuperar desde 2009, ficando assim mais vulneráveis e suscetíveis à erosão.

Em relação à distribuição mensal dos eventos (Figura 4.2-3) fica evidente a acentuada ocorrência de Ressacas nos meses de abril a setembro, como esperado para a “Temporada de Ressacas”. Maio foi o mês com o maior número (17), seguido de julho (14), setembro (11 eventos), junho (10), abril (9) e agosto (7). O mês com menor número de eventos (apenas 1) foi dezembro; na sequência vêm janeiro (3 eventos), fevereiro, outubro e novembro (4 ressacas cada).

Considerando o período anual, a média de Ressacas foi de 7,41 eventos/mês. Quando se analisam somente os meses da chamada “Temporada de Ressacas” a média passa a ser de 11,3 eventos/mês.

Esses resultados comprovam a maior atuação das Ressacas durante esse período para o Estado de São Paulo.

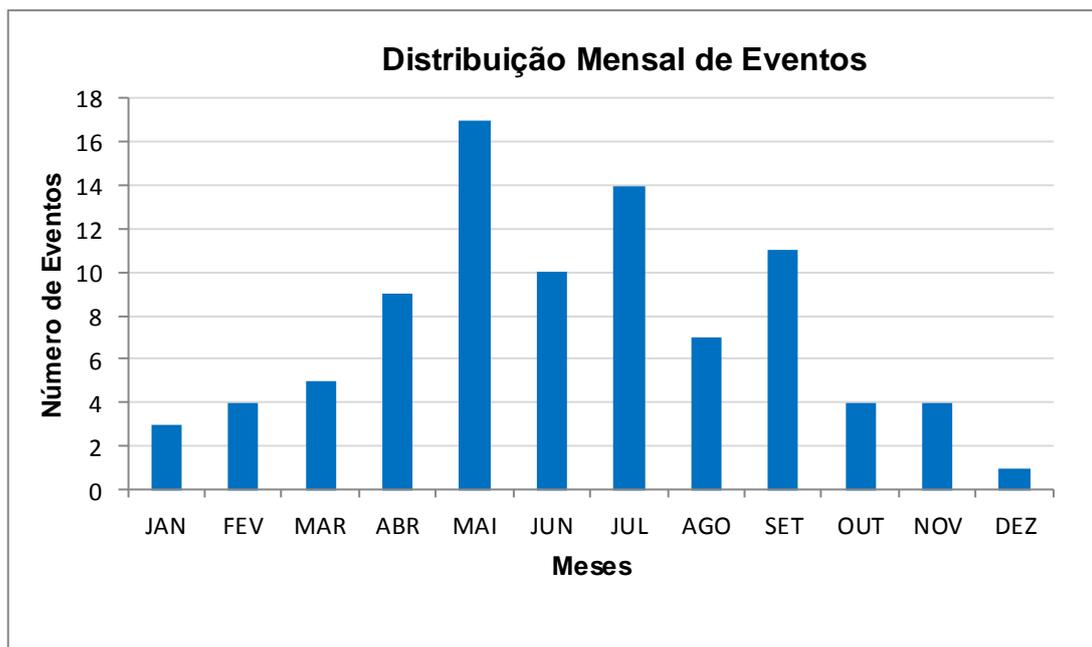


Figura 4.2-3. Distribuição mensal do número de eventos de Ressacas registrados pela imprensa.

Então, analisando a distribuição sazonal (Figura 4.2-4) das Ressacas, o outono vem em primeiro lugar, com 40,4%, seguido pelo inverno com 36%, o verão com 13,5%, e a primavera com 10,1%.

A soma do percentual de ocorrência de Ressacas nas estações de outono e inverno equivale a 76,4% do total de eventos (“Temporada de Ressacas”). O número de eventos no outono é três vezes maior que no verão e quatro vezes maior que na primavera.

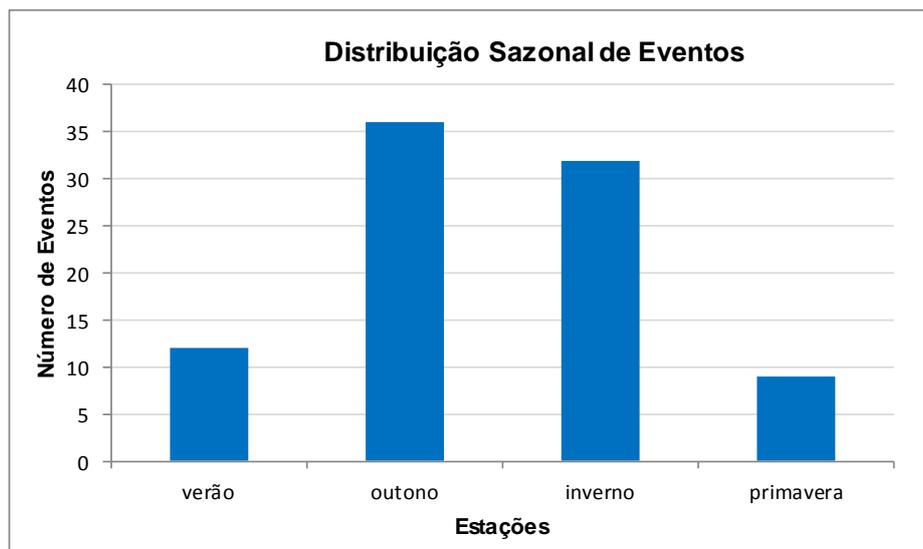


Figura 4.2-4. Distribuição sazonal do número de Ressacas.

Comparando esses resultados com os do estudo de Campos *et al.* (2010), sobre a ocorrência de marés meteorológicas positivas na região de Santos (vide Tabela 2.1-1), e guardando as devidas proporções, verificam-se tendências semelhantes às encontradas aqui em relação às variações decadal e sazonal dos eventos.

Entre as décadas de 1960 e 1970 a distribuição dos eventos foi ascendente em ambos os estudos, mas na década de 1980 os resultados são inversos, pois o número de eventos sofreu uma queda na série de Campos *et al.* (2010), mas continuou em ascensão neste estudo. Esta diferença poderia indicar que dentre a gama de eventos reunidos no estudo daqueles autores, as Ressacas ocorridas na década de 1980 poderiam ter sido mais intensas, ganhando assim maior expressão na mídia.

Em relação à distribuição sazonal para o mesmo período de análise de Campos *et al.* (2010) (Tabela 4.2-2), observa-se uma relação próxima entre os percentuais obtidos para o verão e o inverno em ambos os trabalhos. Já, para o outono e a primavera as diferenças são maiores. No outono é normal o avanço de muitos sistemas frontais e ciclones extratropicais até o litoral paulista, daí o maior número de marés meteorológicas em relação às Ressacas. Na primavera

chegarão somente os eventos mais intensos e extremos, que causarão as Ressacas de maior magnitude também (maior número de registros na mídia).

Por outro lado, considerando a análise de toda a série histórica para ambos os trabalhos, os resultados mostram percentuais muito próximos em todas as estações (Tabela 4.2-2). Isto evidencia que a variabilidade sazonal é pequena, embora, como visto anteriormente, o número de eventos possa estar se elevando.

Esses resultados mostram ainda que há ocorrência muito maior de eventos de sobrelevação do nível do mar, mas que somente parte deles se torna Ressacas, das quais apenas as mais intensas acabam afetando de forma mais enérgica as populações costeiras, quando então se tornam notícias de jornais.

Tabela 4.2- 2. Comparação entre os percentuais de ocorrência sazonal de eventos para as décadas de 1960 a 1980.

Estação	Ressacas (presente estudo) (%)	Marés Meteorológicas (Campos et al., 2010) (%)
<i>Variação para as Décadas de 1960 a 1980</i>		
VERÃO	11,8	11,5
OUTONO	23,5	39,9
INVERNO	35,3	31,9
PRIMAVERA	29,4	14,2
<i>Variação para as Décadas de 1960 a 2011</i>		
VERÃO	13,5	11,5
OUTONO	40,4	39,9
INVERNO	36,0	31,9
PRIMAVERA	10,1	14,2

A última análise do comportamento geral dos eventos registrados se refere ao comportamento dos eventos em relação ao seu intervalo de ocorrência (Figura 4.2-5).

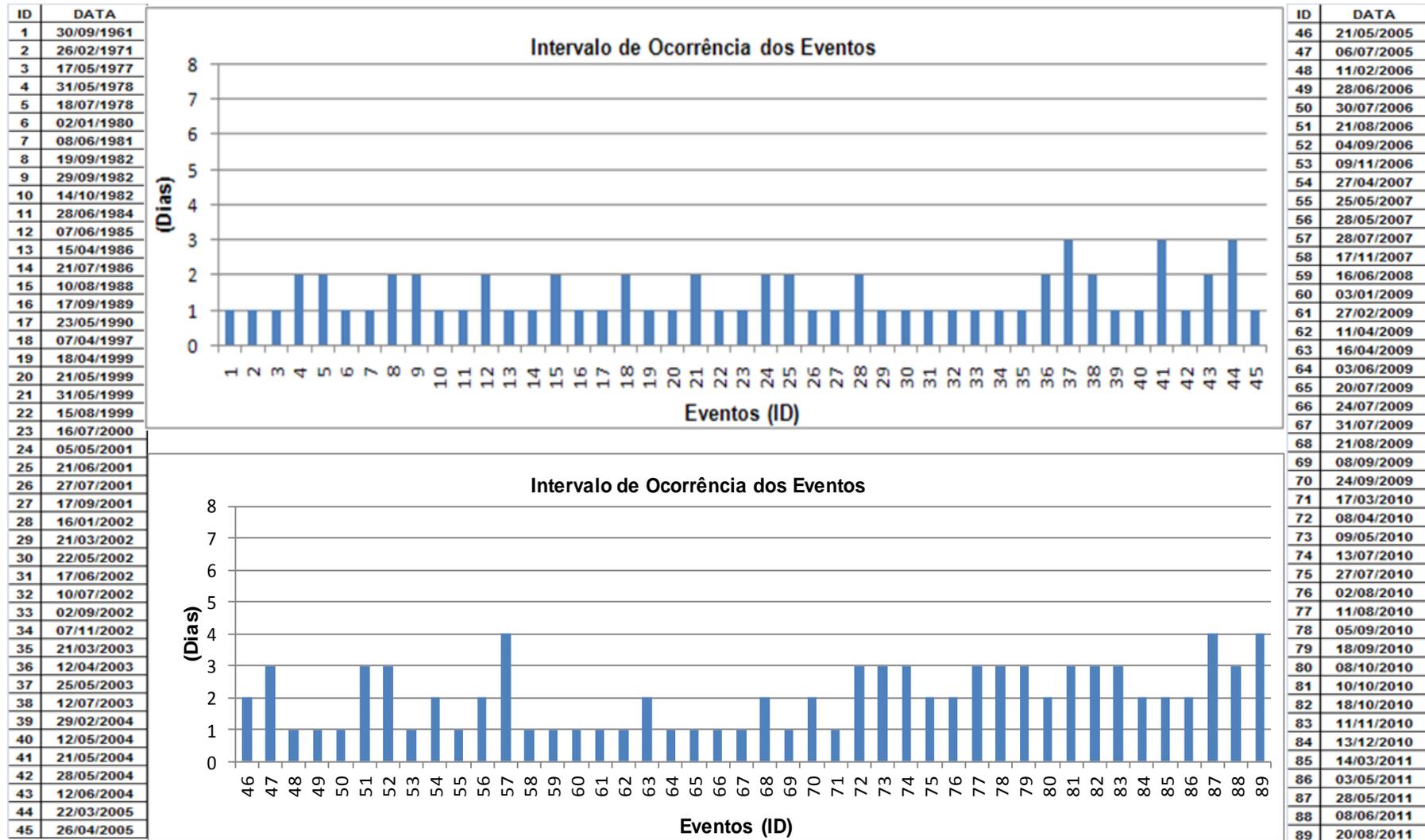


Figura 4.2-5. Intervalo de ocorrência para os eventos.

Os eventos tiveram duração média de 1,75 dia (43 horas). A distribuição do tempo de duração dos eventos foi: 49,4% (44 eventos) com a duração de um dia, 29,2% (25 eventos) de dois dias, 16,9% de três dias (15 eventos) e 4,5% de quatro dias (4 eventos).

4.3. Condições de Contorno dos Eventos

4.3.1. Fase Lunar

Na Figura 4.3.1-1 observa-se que das 89 Ressacas, 25 ocorreram em Lua Nova, 19 em Lua Cheia, 20 em Lua Crescente e 9 em Lua Minguante. As outras 6 Ressacas ocorreram em fases de transição entre luas: 6 entre a Lua Nova e a Crescente, 4 entre a Lua Minguante e a Nova, 4 entre a Lua Crescente e a Cheia e 2 entre a Lua Cheia e a Minguante.

Como esperado, as Ressacas (eventos de maior empilhamento de água junto à costa) ocorrem predominantemente em fases de Lua Nova e Cheia, Dentre os quartos de lua, na maior parte do tempo foram sob a fase de Lua Crescente.

Portanto, 49,4% das Ressacas estiveram associadas às marés de sizígia, 32,6% às marés de quadratura e 18% às fases intermediárias. Não foram observadas tendências de variação temporal.

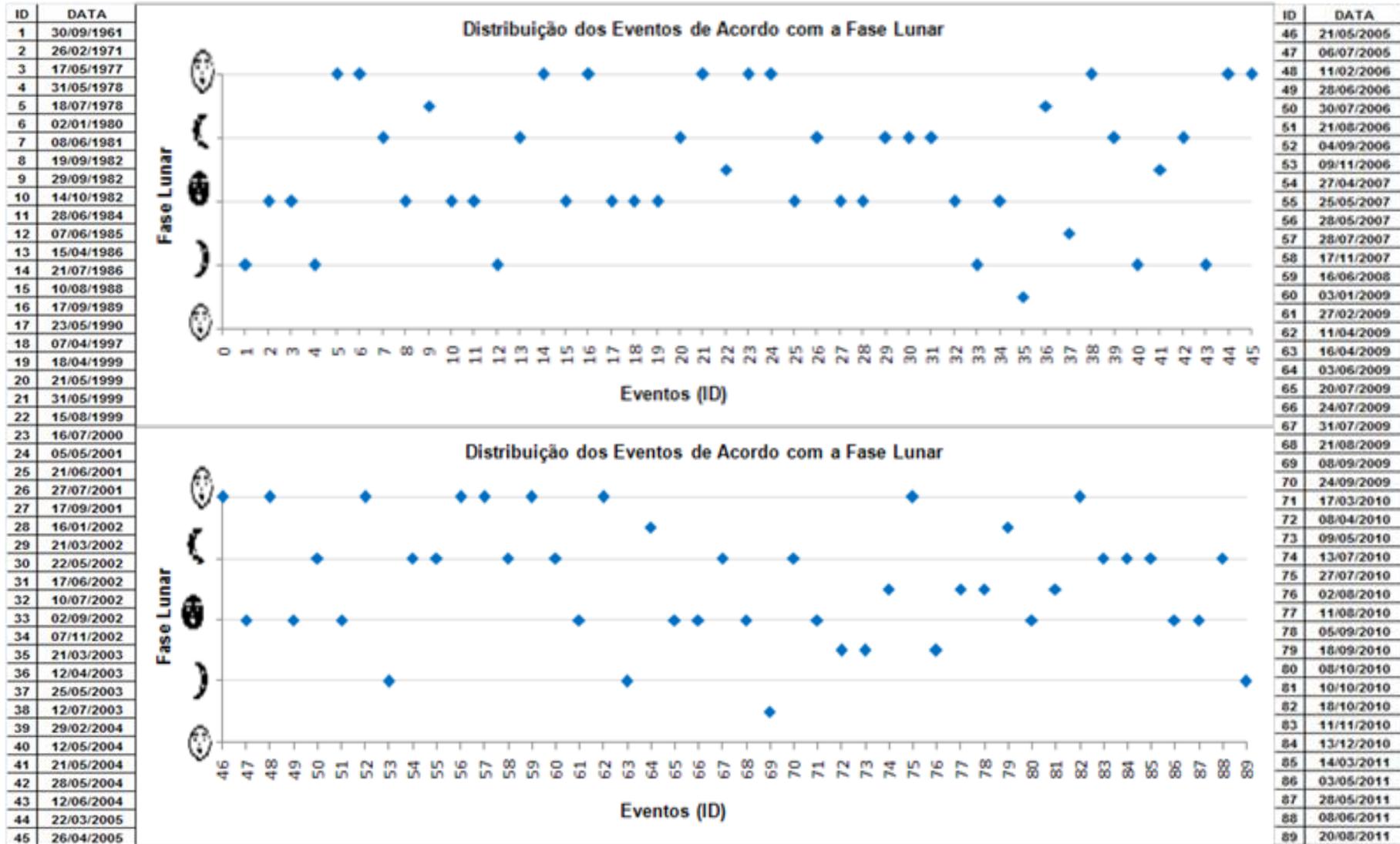


Figura 4.3.1-1. Distribuição da fase lunar por evento.

4.3.2. Maré Previsional

A Figura 4.3.2-1 mostra a distribuição dos picos de maré (preamar máxima) para cada evento, durante o intervalo de ocorrência do evento.

Os valores de altura da preamar máxima variaram de 1,0 m (IDs 26, 58, 67) a 1,6 m (ID 36, 44, 45, 46, 62, 71, 86), com valor médio de 1,3 m.

Aproximadamente 74% dos eventos apresentaram alturas de maré iguais ou superiores à média.

Os eventos com altura de maré de 1,0 m ocorreram todos na Lua Crescente (quadratura). Os eventos de alturas maiores ocorreram em fases diferentes, com predominância da Lua Cheia (sizígia).

Não foram observadas tendências de variação temporal.

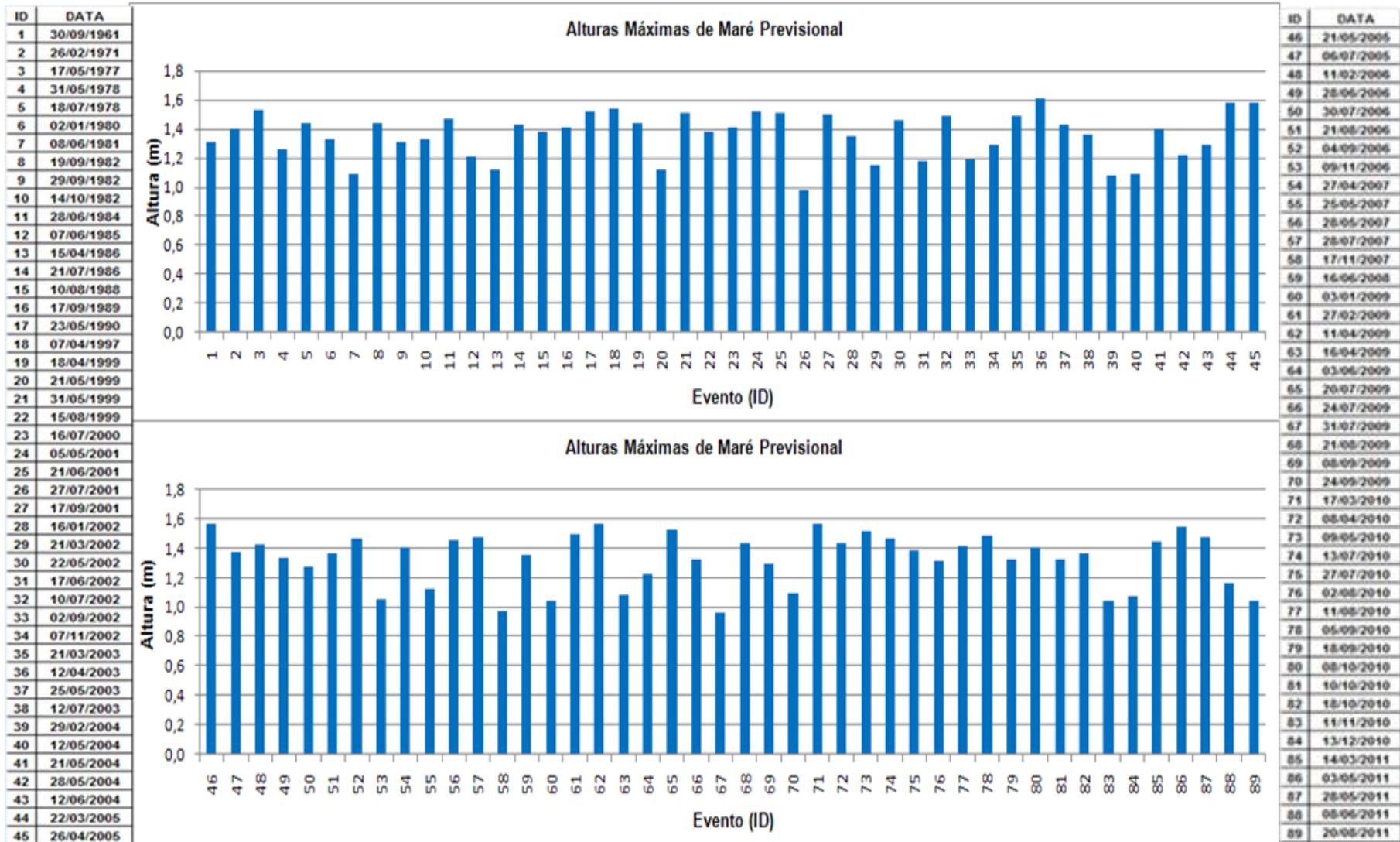


Figura 4.3.2-1. Distribuição dos picos de maré (preamar máxima) durante o “intervalo de ocorrência” dos eventos.

4.3.3. Clima de Ondas

Os dados de clima de ondas estão disponíveis apenas para 41 eventos (IDs 49 a 89), ou seja, a partir de 2006. Por isso, as análises apresentadas aqui se referem somente aos últimos 6 anos.

A altura máxima significativa das ondas (Hs) atingiu o valor máximo de 5,6 m (ID 86 – 03 de maio de 2011) e mínimo de 1,02 m (ID 60 de 03 de janeiro de 2009) (Figura 4.3.3-1). O segundo maior evento foi o de ID 72 (08 de Abril de 2010), com Hs de 4,19 m. Portanto, as ressacas com os dois valores de Hs mais elevadas ocorreram entre 2010 e 2011. A Hs média da série foi de 2,38 m.

As Hs entre 1,0 e 2,0 m ocorreram em 36,6% dos eventos, predominantes nos anos de 2008 e 2009; as Hs entre 2,0 e 3,0 m totalizaram 39%, predominantes nos anos de 2006 e 2007; Hs entre 3,0 e 4,0 m ocorreram em 19,5% e >4,0 em 4,9 % das Ressacas, ambos predominantes nos anos de 2010 e 2011.

Esses resultados podem explicar, em parte, os eventos perigosos em 2010 e 2011 e os efeitos das ressacas nas praias da região, em especial a Ponta da Praia e a Praia do Góes. Além de ondas tão elevadas, o grande número de ressacas em 2009, provocou condições prévias de desequilíbrio dessas praias, contribuindo assim para a amplificação dos processos observados em ambas nos dois últimos anos.

Para o período das ondas, os valores máximo e mínimo foram de, respectivamente, 16 s e 5,5 s; o período médio foi de 9,7 s. Valores acima da média foram obtidos em 48,8% dos eventos.

Não foram observadas tendências de variação temporal desses parâmetros e nem de alta correlação entre ambos (coeficiente de correlação 0,323), o que não é esperado.

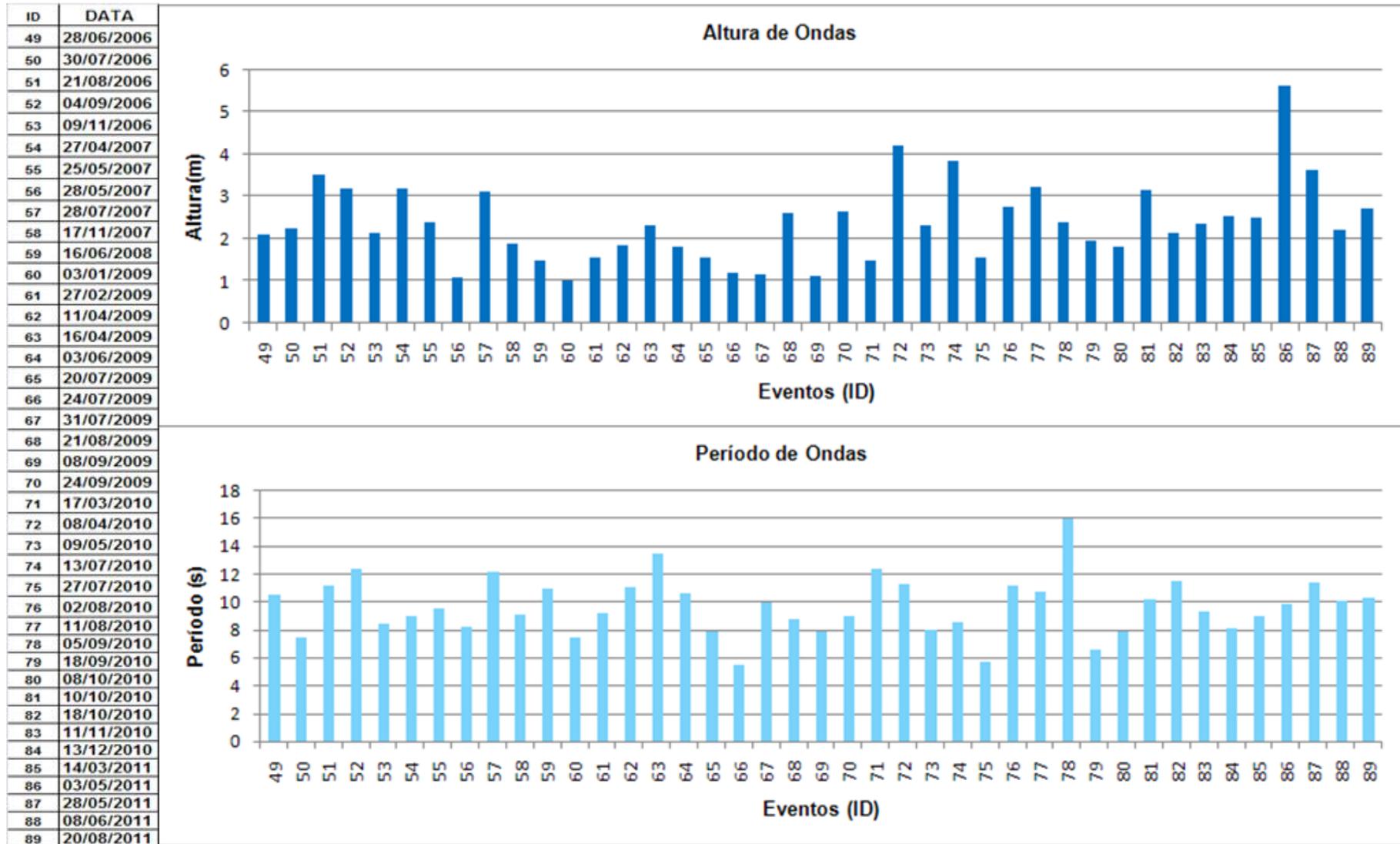


Figura 4.3.3-1. Distribuição das alturas e período de ondas para os eventos de Ressaca.

Na distribuição mensal das Hs médias (Figura 4.3.3-2) houve uma concentração, assim como esperado, de maior número de Ressacas nos meses da “Temporada de Ressacas” (abril a setembro).

Porém, os meses de maio e junho também merecem destaque. Maio apresentou o menor e o maior valor de Hs, motivo pelo qual a Hs média não foi tão elevada. Em junho, apesar de apresentar número de ocorrências compatível com a “Temporada de Ressacas”, os valores de Hs, máximo e mínimo, estiveram próximos da Hs média mensal.

As maiores Hs médias mensais incidiram nos meses de maio (3,0 m), abril (2,89 m) e agosto (2,95 m); e a menor, bem abaixo da média geral, no mês de janeiro (1,02 m).

Assim, a tendência mensal é de aumento gradativo das Hs de janeiro (valor mínimo) até abril-maio e, a partir daí, decréscimo também gradativo até dezembro, porém assimétrico (menor decaimento) em relação aos primeiros meses do ano. Junho foi a única exceção, pois entre maio e junho houve um queda acentuada, tanto dos valores máximos quanto mínimos de Hs.

Mais uma vez a sazonalidade e a “Temporada de Ressacas” (outono-inverno) ficam bem marcadas. Como esperado, nos meses do outono e inverno as ondas de Ressacas apresentam maior energia (maiores alturas) e nos meses do verão elas são bem menos energéticas (menores alturas); na primavera ficam em situação intermediária.

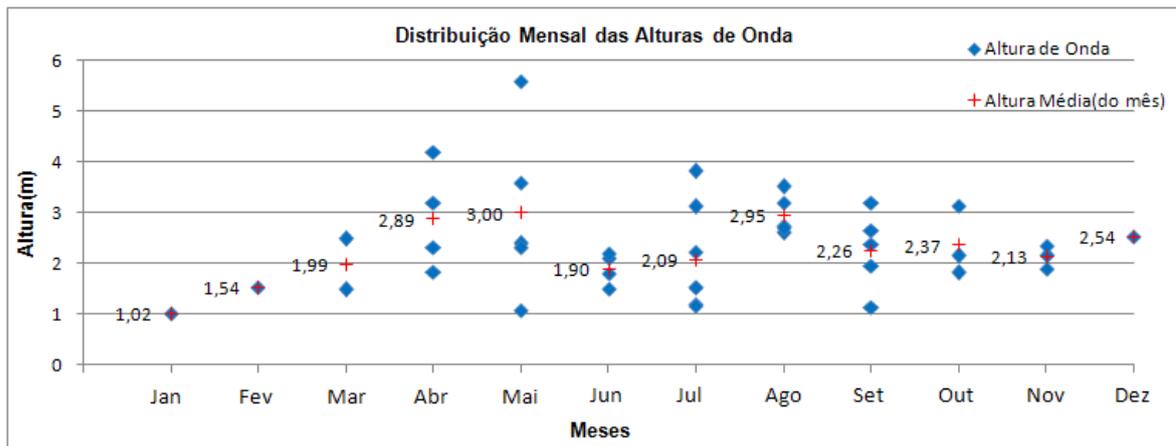


Figura 4.3.3-2. Distribuição das alturas máximas significativas de ondas (Hs) e das alturas máximas significativas médias para cada mês.

Em relação à direção de ondas (Figura 4.3.3-3), observa-se que na maioria dos eventos as ondas eram provenientes dos quadrantes S e SE. A direção S foi a de maior frequência (51,2%), seguida de ondas de SSE (29,3%). Houve ainda baixa ocorrência de ondas de ESE (7,31%), E (4,9%), SE, SSW e W (2,4%), as quais não aparecem na representação gráfica devido à escala de representação. Não ocorreram ondas com outras direções.

Esses resultados são esperados, uma vez que a dinâmica atmosférica que condiciona os eventos é principalmente associada ao avanço dos ciclones extratropicais e sistemas frontais provenientes do sul do Atlântico Sul.

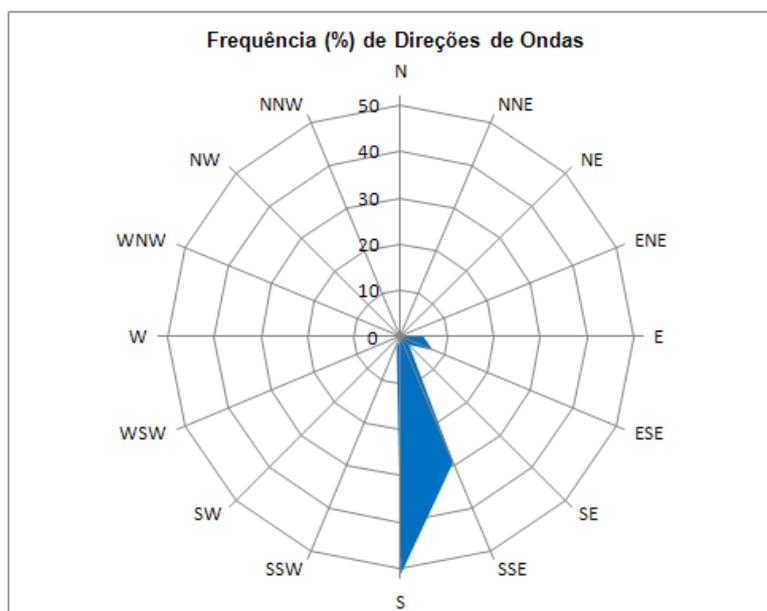


Figura 4.3.3-3. Direção predominante de ondas para Ressacas.

Os parâmetros de altura de onda e direção não apresentaram boa correlação entre si (coeficiente de correlação = 0,4442).

As Hs médias das ondas predominantes, provenientes de S e SSE, foram respectivamente de 2,48 m e 2,19 m.

A correlação entre a altura (Hs) e a direção predominante de ondas é mediana (coeficiente de correlação = 0,4442) (Figura 4.3.3-4). Observa-se que ondas de direções S (180°) e SSE (157,5°) possuem ampla distribuição de alturas, com as de SSE apresentando maior distribuição, desde 1,07 m até 4,19 m, enquanto que as de S variando de 2,1 m a 3,52 m, mas com maior concentração no intervalo entre 2 e 3 m.

No evento de 03 de maio de 2011 as ondas apresentaram comportamento anômalo tanto em termos de altura (5,6 m) como de direção (W).

Para o segundo maior valor de Hs (4,19 m), do evento de 08 de abril de 2010, as ondas eram provenientes de SSE. A menor Hs (1,13 m), referente ao evento de 27 de julho de 2010, esteve associada com ondas de SE.

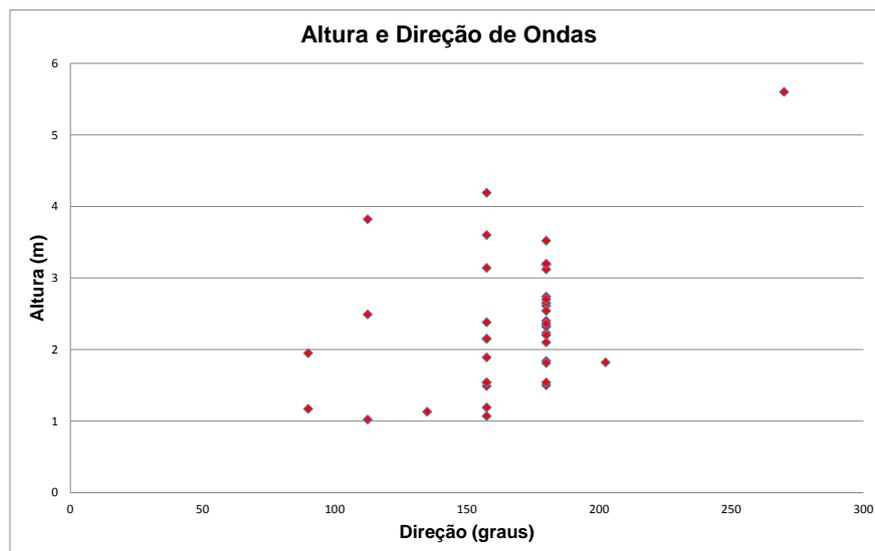


Figura 4.3.3-4. Relação entre altura significativa (H_s) e direção predominante de ondas nas Ressacas ($0^\circ = N$; $90^\circ = E$; $180^\circ = S$; $270^\circ = W$).

4.3.4. Ventos

Aqui também os dados disponíveis se referem aos 41 eventos de IDs 49 a 89, portanto entre 2006 e 2011.

Durante os eventos de Ressaca os ventos apresentaram velocidade média de 6,05 m/s, com valor mínimo de 0 e máximo de 11,55 m/s (Figura 4.3.4-1). Aproximadamente 34% das ocorrências tiveram valores acima da média de velocidade, mostrando uma variação maior da intensidade dos ventos em cada evento.

As velocidades predominantes foram entre 5,1-7,0 m/s, com 43,9% dos eventos; a seguir vem o intervalo entre 3,1-5,0 m/s, perfazendo 19,5% dos eventos; velocidades entre 7,1-9,0 m/s ocorreram em 17,1%; para os intervalos restantes as porcentagens não alcançaram 10% (9,1-11 m/s = 9,8%; 0-3,0 m/s = 7,3%; e >11,0 m/s = 2,4%).

O comportamento geral ao longo do tempo não apresentou grandes tendências.

Entretanto, chama à atenção a elevada concentração das maiores velocidades de vento nas Ressacas de 2010 (IDs entre 71 e 84).

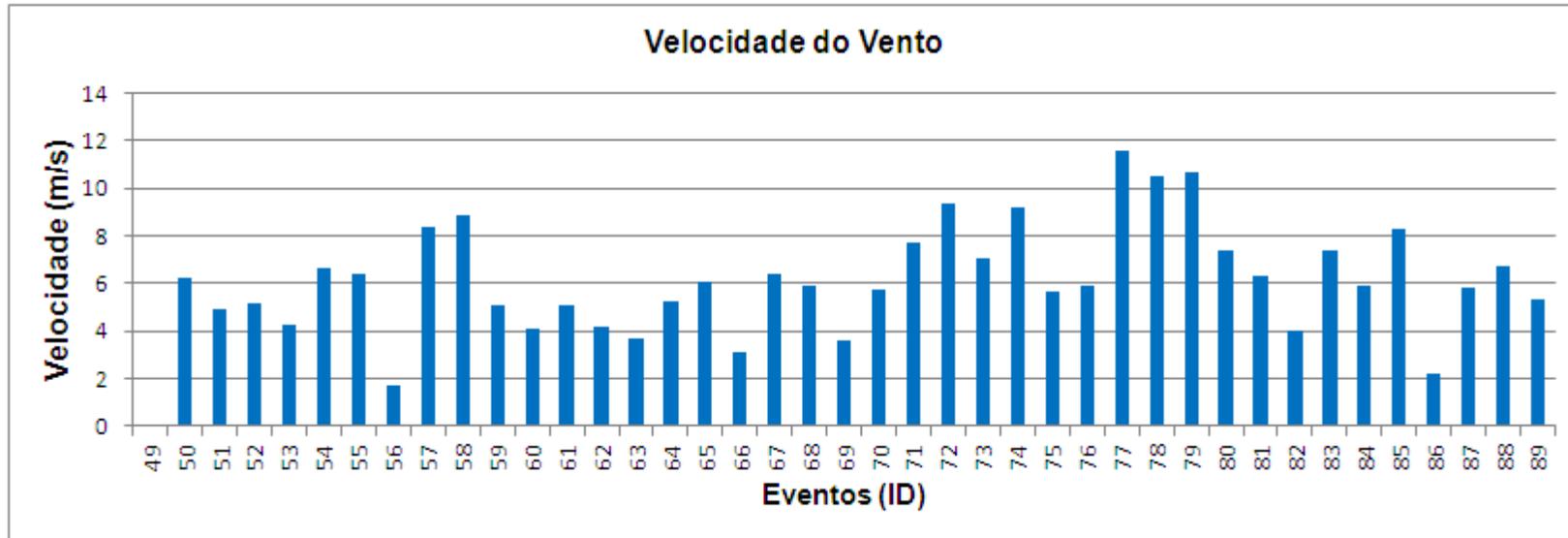


Figura 4.3.4-1. Distribuição das velocidades do vento para Ressacas.

A direção de vento apresentou grande distribuição entre quase todas as ressacas (Figura 4.3.4-2).

O vento predominante foi de SSW (21,9%), seguido por ventos de ENE (12,2%), S e E (com 9,8% cada), WSW, SW, SSE e ESE (com 7,31% cada); WNW e SE (4,9% cada); e NE, NNE e N (2,4% cada).

A correlação entre as direções de ventos e suas velocidades mostrou coeficiente negativo (coeficiente de correlação = -0,1768), indicando que não há relação para esses dois parâmetros. Este fato deve estar relacionado com a grande amplitude de variação da direção dos ventos.

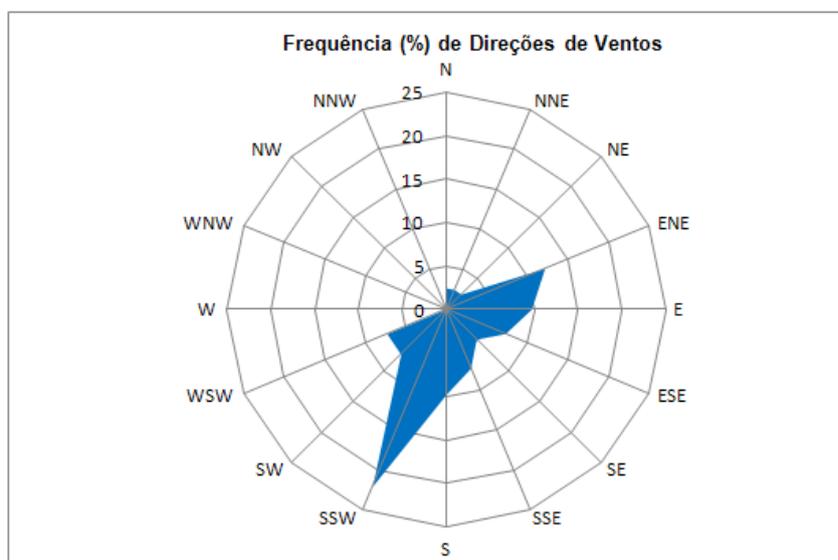


Figura 4.3.4-2. Direção predominante de ventos para as Ressacas.

Quando são comparados os dados de ventos obtidos aqui com os dados de altura e direção de ondas (Figuras 4.3.4-3 e 4.3.4-4), verifica-se que as correlações são maiores, porém ainda baixas para as alturas de ondas e direção de ventos (coeficiente de correlação = 0,2331) e para as direções ondas e ventos (coeficiente de correlação = 0,5074).

É interessante notar que no caso das direções de ventos e ondas, uma ampla gama de direções de ventos gerou uma única direção de ondas, tanto para ondas de SSE como de S.

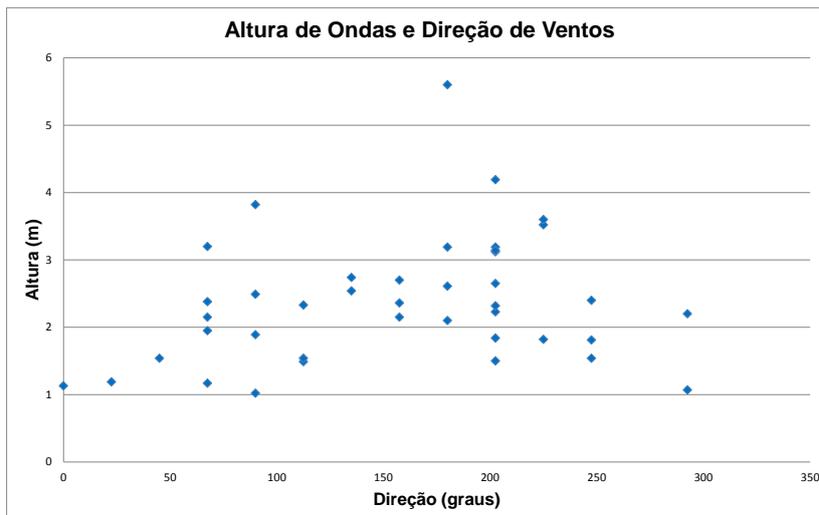


Figura 4.3.4-3. Relação entre altura de ondas e direção do vento predominante para as Ressacas.

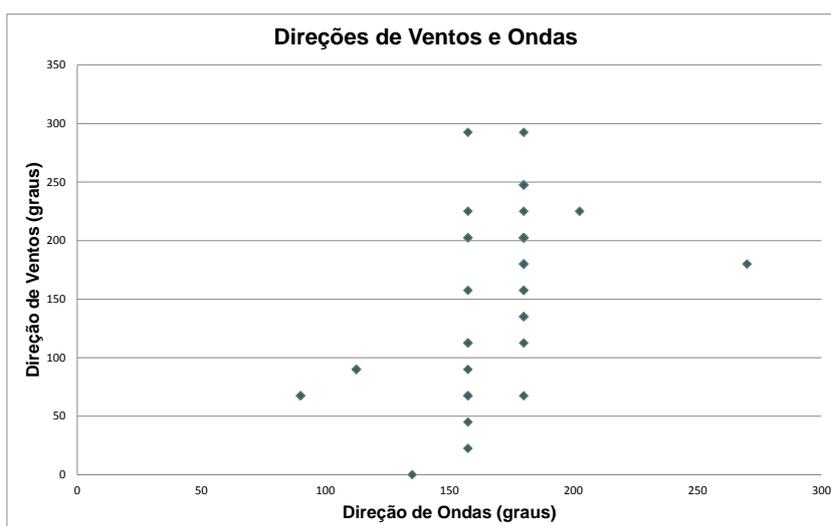


Figura 4.3.4-4. Relação entre direção do vento e direção de ondas predominante para as Ressacas.

As direções predominantes de ondas e ventos associadas às Ressacas corroboram com os resultados apresentados por Magini *et al.* (2007) e Campos *et al.* (2010) para a região de Santos.

4.3.5. Pluviometria

Os dados apresentados aqui também não compreendem toda a série de eventos, pois os dados de Santos são disponíveis até 2004. Portanto, os eventos analisados são os de IDs 1 a 43.

Os dados de precipitação são apresentados para dois períodos diferentes: intervalo de ocorrência e “período de evolução” do evento (Figura 4.3.5-1).

O evento mais chuvoso foi o de ID 2, de 26 de fevereiro de 1971, quando o acumulado durante a evolução foi de 403,3 mm e durante o intervalo de ocorrência foi de 227,1 mm.

Apenas dois dos eventos analisados não apresentaram chuvas: ID 9 (26 julho de 1996) e ID 21 (10 de julho de 2002).

Para o “período de evolução” a precipitação máxima foi de 403,3 mm (26 de fevereiro de 1971) e a mínima de 0 mm, sendo a média de 55,43 mm.

Para o intervalo de ocorrência, a máxima e mínima foram de, respectivamente, 227,1 mm (26 de fevereiro de 1971) e 0 mm, e a média de 18,27 mm. Entretanto, esse valor máximo foi único e muito anômalo.

Dentre os 43 eventos, durante o intervalo de ocorrência (pico da ressaca), não ocorreram chuvas em 17 eventos (39,5%); choveu apenas entre 0,1-10 mm em 20,9%; choveu entre 10,1-30 mm em 23,3%; entre 30,1-50 mm em 7%; e entre 60-73 mm em 7% dos eventos.

A média das diferenças entre o “período de evolução” e o “intervalo de ocorrência” para todos os eventos foi de 37,2 mm, com diferença mínima de 0 mm para o caso de eventos que não apresentaram chuvas, e máxima de 220,2 mm (evento de ID 31, de 17 de junho de 2002), quando a precipitação foi muito anômala e só ocorreu na evolução, mas não choveu durante a ocorrência. Essas diferenças representam o quanto choveu antes do evento. Aproximadamente 65% dos eventos se concentraram abaixo dessa média. Abaixo de 40 mm totalizam 67,4% e abaixo de 50 mm atingem 81,4% dos eventos.

Assim, de maneira geral, as ressacas avaliadas não apresentaram volumes pluviométricos elevados, nem antes e nem durante o evento. Isto se deve principalmente ao fato do período principal de ocorrência das ressacas (outono-inverno) compreender os meses menos chuvosos na região SE do Brasil.

ID	DATA
1	30/09/1961
2	26/02/1971
3	17/05/1977
4	31/05/1978
5	18/07/1978
6	02/01/1980
7	08/06/1981
8	19/09/1982
9	29/09/1982
10	14/10/1982
11	28/06/1984
12	07/06/1985
13	15/04/1986
14	26/07/1986
15	10/08/1988
16	17/09/1989
17	23/05/1990
18	07/04/1997
19	18/04/1999
20	21/05/1999
21	31/05/1999
22	15/08/1999
23	16/07/2000
24	05/05/2001
25	21/06/2001
26	27/07/2001
27	17/09/2001
28	16/01/2002
29	21/03/2002
30	22/05/2002
31	17/06/2002
32	10/07/2002
33	02/09/2002
34	07/11/2002
35	21/03/2003
36	12/04/2003
37	25/05/2003
38	12/07/2003
39	29/02/2004
40	12/05/2004
41	21/05/2004
42	28/05/2004
43	12/06/2004

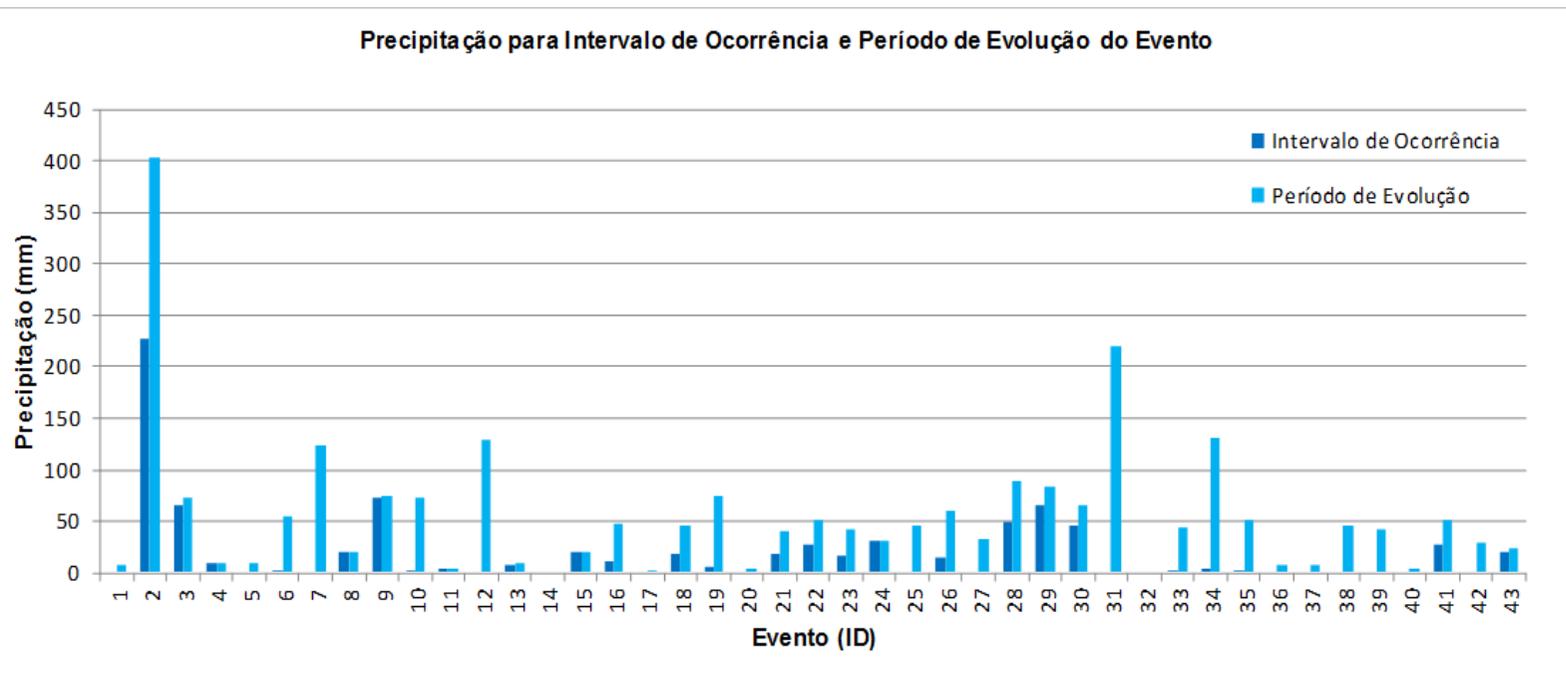


Figura 4.3.5-1. Distribuição das médias dos volumes de precipitação (acumulados de 24 h) para o “período de evolução” e o intervalo de ocorrência de Ressaca.

Na análise mensal para os acumulados de ambas as fases dos eventos de ressaca (Figura 4.3.5-2) verifica-se que, como esperado, todos os volumes decresceram dos meses de verão para os meses de outono-inverno (apesar de julho apresentar fora desta tendência).

Comparando os volumes acumulados do “período de evolução” e do intervalo de ocorrência dos eventos, nota-se que nos meses de abril, junho, julho, outubro e novembro a diferença entre ambos é bem maior do que o volume precipitado durante o intervalo de ocorrência. Isto significa que, nesses meses, durante o pico das ressacas choveu menos do que antes dele, ou até nem choveu.

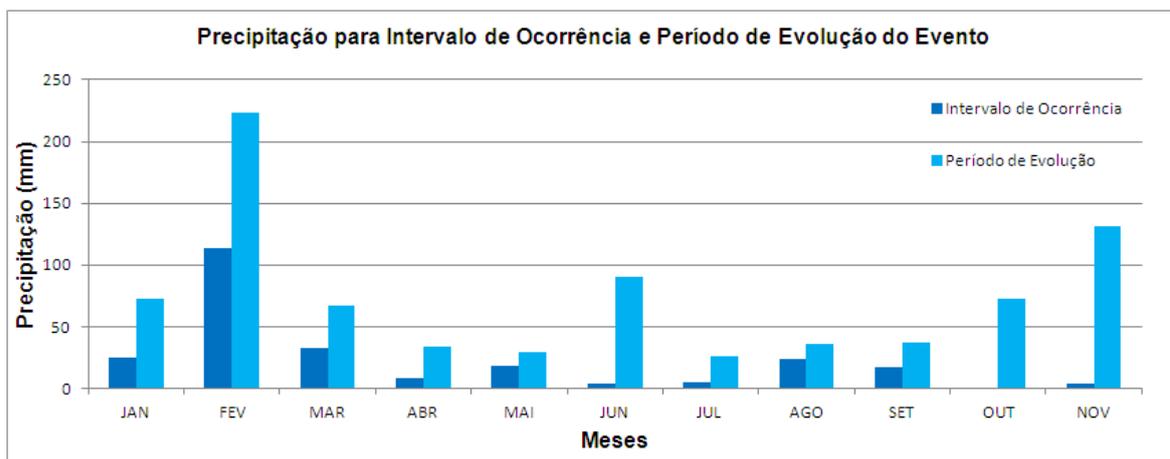


Figura 4.3.5-2. Distribuição mensal das médias pluviométricas mensais para o “período de evolução” e intervalo de ocorrência para ressacas.

4.3.6. *El Niño e La Niña*

A Figura 4.3.6-1 mostra a associação entre as ressacas e os fenômenos de *El Niño* e *La Niña*. Estas associações mostraram que:

- 44 eventos se deram durante fases de *El Niño* fraco (49,4%), 13 eventos em *El Niño* moderado (14,6%) e 5 eventos durante *El Niño* forte (5,6%);
- 2 eventos (2,2%) ocorreram durante fases de *La Niña* fraca, 10 eventos (11,2%) com *La Niña* moderada, e 2 eventos (2,2%) com *La Niña* forte;

- Outras 6 ressacas ocorreram em anos de transição entre os fenômenos;
- 7 ressacas não apresentaram associações com esses fenômenos.

Assim, 69,7% dos eventos ocorreram sob a atuação de *El Niño*, 15,6% sob de *La Niña*, 6,7% em anos de transição entre ambos e 8% sem associação dos fenômenos. Portanto, ao que tudo indica, essas ressacas tiveram uma forte associação com o fenômeno *El Niño*.

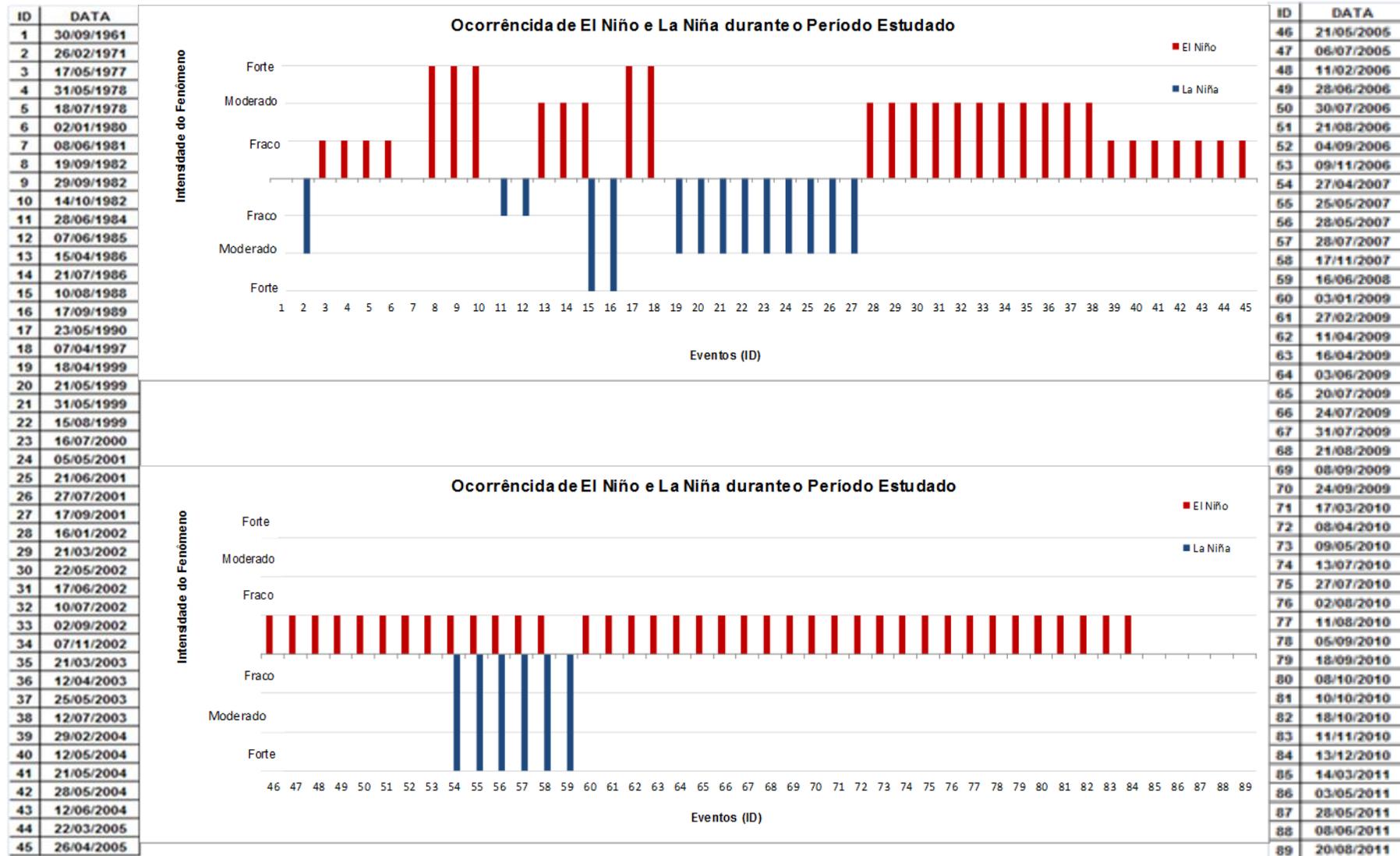


Figura 4.3.6-1. Associação entre os eventos de *El Niño* e *La Niña* e as ressacas.

4.4. Eventos Específicos

4.4.1. Descrição geral

Os eventos selecionados da última década ocorreram em: 05 e 06 de maio de 2001, 26 de abril de 2005, 08 de setembro de 2009, 08 a 10 de abril de 2010 e 04 e 05 de maio de 2011.

A maioria destes eventos ganhou grande destaque na mídia, por apresentar características particulares, seja pelos impactos que causaram na orla, ou pelo “espetáculo” que proporcionaram. As principais características comuns a todos são os danos causados na orla de Santos: quebra de muretas, calçadas e outras estruturas urbanas e obras costeiras; processos erosivos e/ou deposicionais pronunciados; ondas com alturas excepcionais; inundações costeiras proeminentes.

O evento de 2010, em especial, apesar de não ter tido muito destaque durante a sua ocorrência, causou erosão acentuada na Ponta da Praia e forte assoreamento nos canais 1, 2 e 3, assim como a maioria dos eventos de Ressaca. Não foi um evento muito forte em si, porém prolongado. Acabou despertando a atenção de muitos, por se tratar de um evento que ocorreu em concomitância ao já polêmico início das obras de dragagem de aprofundamento do Canal do Porto de Santos.

As descrições que se seguem são um compilado das notícias veiculadas para cada evento.

Ressaca de 05 a 06 de maio de 2001

Em Santos, devido à Ressaca, várias ruas foram interditadas, inclusive a Avenida Bartolomeu de Gusmão na Ponta da Praia. A região do Canal 3 foi a mais afetada com as inundações. Doze metros de calçada e 10 m de muretas da Ponta da Praia foram destruídos com a força das ondas. Cerca de 10% do jardim da orla de Santos foi destruído, por ter ficado por várias horas encoberto pelas águas. No Canal 2, que ficou totalmente encoberto de areia no seu trecho sobre a

praia, parte de sua mureta (40 m) foi levada pelas águas. Na Praça das Bandeiras e trechos da avenida da praia (Av. Ana Costa – Canal 3 e Canal 4 – Praça Santo Antônio do Embaré) foi necessária a interdição das pistas para retirar a areia que se acumulou. As galerias pluviais das ruas perpendiculares ao Canal 4 e 5 também ficaram assoreadas.

Em relação à evolução sinótica do evento, no dia 01 de maio havia três sistemas de baixa pressão entre as latitudes 40° e 55°S, duas delas sobre o continente e uma sobre o oceano. Outros dois sistemas de baixa pressão estavam entre 30° e 40°S, um deles com uma frente fria sobre o Uruguai e outro um pouco mais ao sul na costa deste mesmo país. Além disso, outros 2 grandes sistemas de alta pressão se encontravam sobre o sul do Oceano Atlântico abrangendo boa parte da área oceânica.

No dia seguinte (02 de maio), um dos sistemas de baixa pressão que estava em latitudes mais elevadas migrou para leste se afastando da costa, os outros dois se dissiparam. Os sistemas que estavam na região do Uruguai se fundiram e fizeram uma pequena migração para SE. Na área oceânica mais externa permaneceu um dos sistemas de alta pressão.

No dia 03, o sistema de baixa pressão com uma frente fria que se encontrava entre as costas de Uruguai e Argentina se dissipa. O sistema que migrou para E no dia anterior avançou para N com uma grande frente fria, mas se manteve afastado da costa. Sobre a área Charlie (vai de Cabo de Santa Marta - SC a Cabo Frio - RJ) se formou um centro de baixa pressão.

No dia anterior ao registro do evento, em 04 de maio, o sistema que havia migrado para N voltou a migrar para E, se afastando definitivamente da costa brasileira. Já o sistema de baixa pressão que havia se formado sobre a área Charlie ganhou força e formou uma frente fria que atingiu o litoral de São Paulo. Este centro de baixa pressão sofreu uma pequena migração para SE. Outro sistema se formou no extremo sul da Argentina.

No dia 05 (Figura 4.4.1-1), dia inicial do registro do evento, o sistema que levou a frente fria para o litoral de São Paulo começou a se afastar da costa, e o sistema que se formou ao sul da Argentina migrou para E.

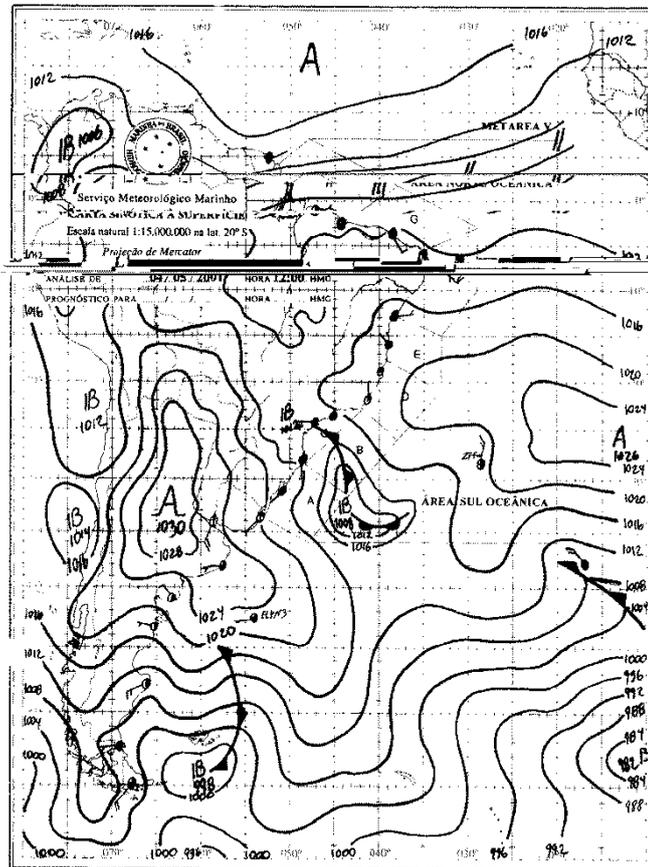


Figura 4.4.1-1. Carta sinótica do dia 05 de maio de 2001 às 12h (fonte: DHN).

Ressaca de 26 de abril de 2005

O canal de navegação do Porto de Santos teve seu acesso interrompido ontem (26/04) por cerca de oito horas devido às fortes ondas de até quatro metros que atingiram a entrada do canal, na direção da Ponta da Praia. A paralisação do trânsito das embarcações foi ordenada pela Capitania dos Portos por motivos de segurança.

Ondas de mais de 3,5 metros invadiram a avenida da praia, arrastando tudo pela frente. A garagem de um edifício inundou danificando carros e motos (Figura 4.4.1-2a), um restaurante à beira-mar foi inundado e teve as tábuas do

piso arrancadas (Figura 4.4.1-2b). O calçadão e parte do asfalto da avenida da praia cederam (Figura 4.4.1-2c e 4.4.1-2d).

Após a Ressaca a Prefeitura iniciou um trabalho para reforçar os muros de contenção (Figura 4.4.1-2e). Cada forma da muralha tem 6 metros de comprimento por 2,5 m de altura, utilizando-se em cada pedaço 8,5 m³ de concreto ciclópico (concreto misturado com pedras de grandes dimensões). Outra obra realizada no trecho é a reconstrução de escadaria de acesso à praia e a construção de novas muretas. Foram reconstruídos 300 m da mureta de contenção. Também foram recolocados em vários pontos os balaústres decorativos, que são característicos de Santos. Mais de R\$250 mil foram gastos somente nos trabalhos emergenciais.

No Gonzaguinha, onde vários trechos do calçadão que estão em obras, foram danificados novamente pelas fortes ondas (Figura 4.4.1-2f).

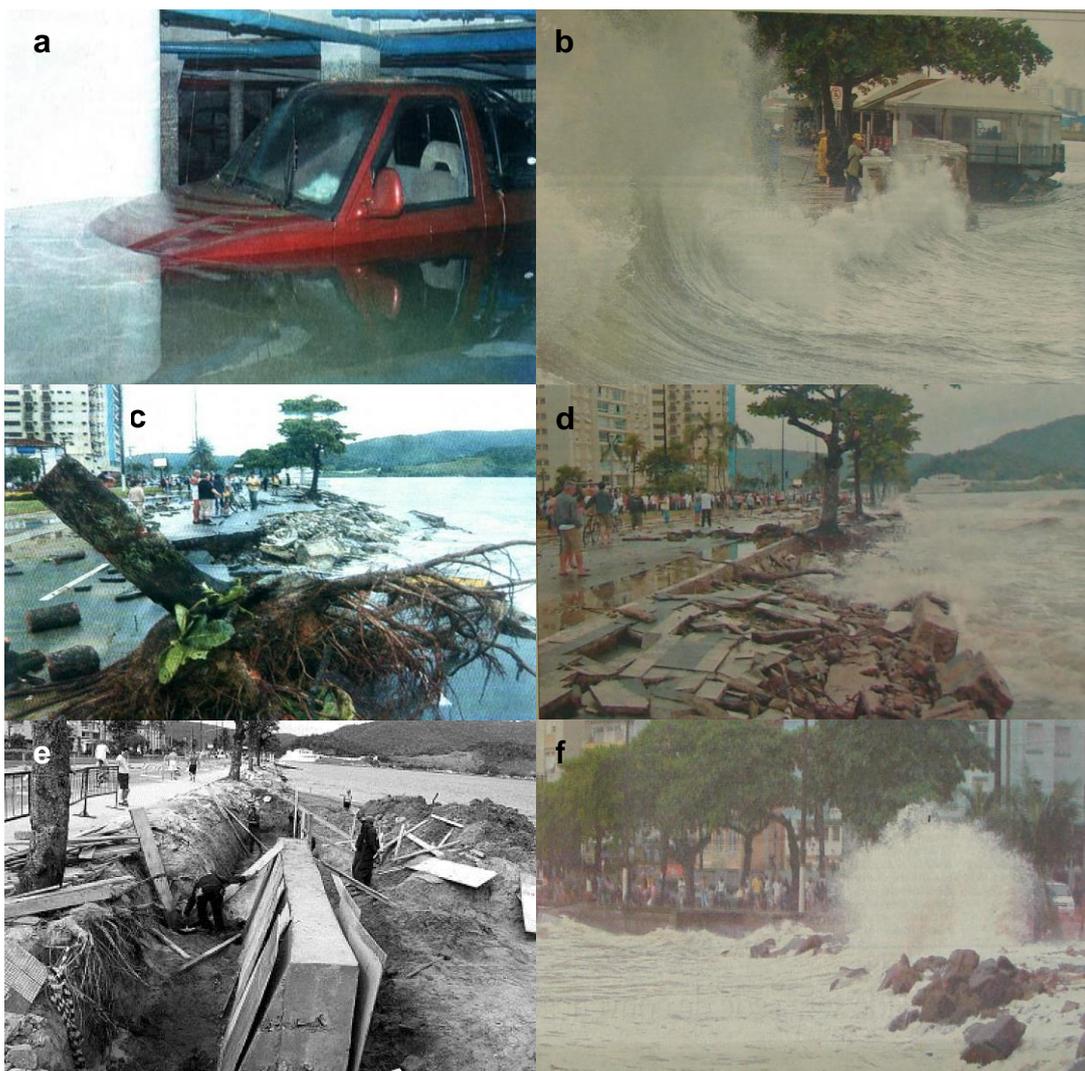


Figura 4.4.1- 2. Danos deixados pela forte Ressaca que atingiu a região no dia 26/04/2005 (fonte: jornal A Tribuna de 27/04/05).

A evolução sinótica para este evento é iniciada no dia 22 de abril, onde havia dois sistemas de baixa pressão na altura da costa brasileira, mas afastados do litoral, um sistema na altura da costa Argentina e outros três ao sul de 45°S. Todos eles com formação de grandes frentes frias.

No dia 23 alguns dos sistemas se dissiparam ou se afastaram ainda mais da costa sul-americana. Os sistemas que se encontravam na altura da costa brasileira permaneceram na mesma região, porém perderam intensidade. Dois dos sistemas ao sul da Argentina migraram para NE.

No dia 24 um dos sistemas de baixa pressão na altura da costa brasileira se dissipou e outro voltou a ganhar força, mas começou a migrar para E. Na altura

da costa argentina os dois sistemas que vinham migrando juntos, inclusive com suas frentes ligadas, começaram a se separar. Um deles mais ao sul ganhou força, mas migrou para E, o outro começou a migrar para N e sua frente fria se aproximou da costa brasileira. Outro sistema de baixa pressão se formou próximo à região polar, mas sua frente fria, de tão extensa que foi, atingiu o sul da Argentina.

No dia 25 o sistema que estava mais ao N continuou migrando para E. O sistema que ganhou força no dia anterior e migrou para E se dissipou, enquanto o que se encontrava próximo à área polar migrou para N, porém bem afastado do continente na altura da costa argentina. A frente fria do terceiro sistema que se encontrava na altura da costa argentina atingiu o sul da área Charlie (SE do Brasil), mas o centro de baixa pressão começou a migrar para E.

No dia do evento, 26 de abril, o sistema oriundo da área polar inverteu o sentido de migração e ganhou força (Figura 4.4.1-3). Outros pequenos sistemas se formaram na altura da costa argentina, mas longe dela. O sistema que permaneceu na costa brasileira durante o período migrou para NE ganhando força, mas sua frente fria se afastou da área Charlie.

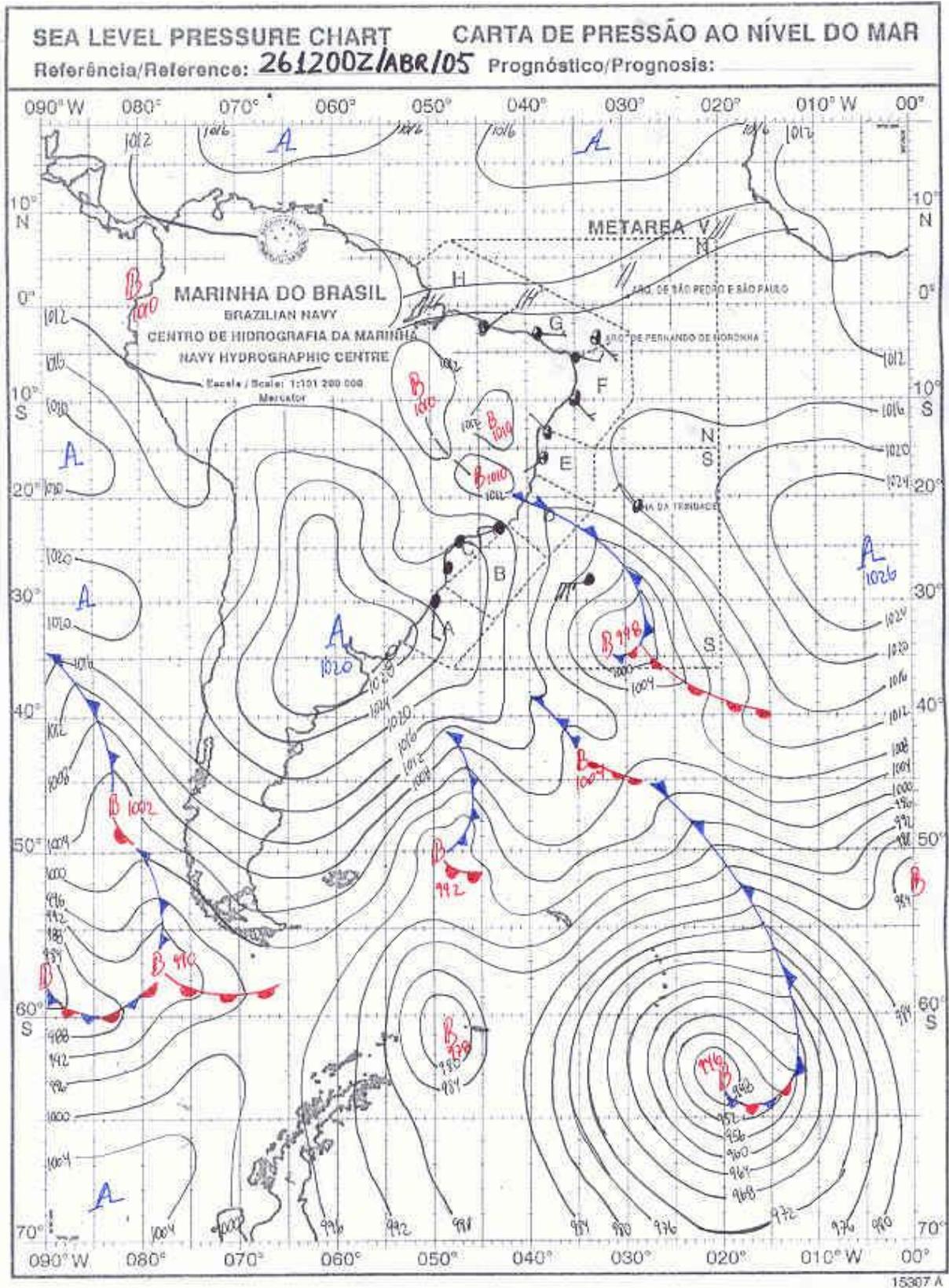


Figura 4.4.1-3. Carta sinótica do dia 26 de abril de 2005 às 12h (fonte: DNH).

Ressaca de 08 de setembro de 2009

A ressaca do mar, com ondas gigantes (Figura 4.4.1-4) foi provocada por rajadas de vento que atingiram os 84 km/h na Base Aérea de Santos. Segundo a Defesa Civil, ao todo foram registrados nove ocorrências na Cidade, a maioria envolvendo queda de árvores. A de maior gravidade ocorreu na Rua Viriato Correia da Costa, na Zona Noroeste. O tombamento de uma árvore atingiu a rede elétrica e provocou a queda de um poste.

As fortes ondas tomaram toda a faixa de areia, atingiram os brinquedos e chegaram na Avenida Saldanha da Gama, na altura do Canal 4.



Figura 4.4.1-4. As fortes ondas tomaram toda a faixa de areia, atingiram os brinquedos e chegaram na Avenida Saldanha da Gama, na altura do Canal 4 (fonte: jornal A Tribuna de 09/09/09).

Para este evento a evolução sinótica foi analisada a partir do dia 04 de setembro e foram identificados dois sistemas de baixa pressão, um sobre a região S do país e outro na costa desta mesma região. Outro sistema podia ser observado na altura da costa argentina, porém bem distante do continente.

No dia 5 os dois sistemas de baixa pressão que estavam na região S do país se fundiram, migrando um pouco para N, com sua frente fria já atingindo a área Charlie (SE do Brasil). Outros dois sistemas de baixa pressão se formam, um na costa argentina e outro próximo à região polar.

No dia 6, a frente fria permaneceu sobre a área Charlie. Um dos sistemas de baixa pressão que se encontrava próximo à região polar migrou para E e o outro permaneceu na costa argentina.

No dia 7, o sistema de baixa pressão cuja frente fria atingira a área Charlie se afastou na direção E, enquanto o sistema que se encontrava na costa argentina ganhou força e começou migrar para N.

No dia 8 (Figura 4.4.1-5) o sistema de baixa pressão que se encontrava sobre o continente chegou à área Charlie e sua frente quente se fundiu com a frente fria de outro sistema que vinha migrando para N.

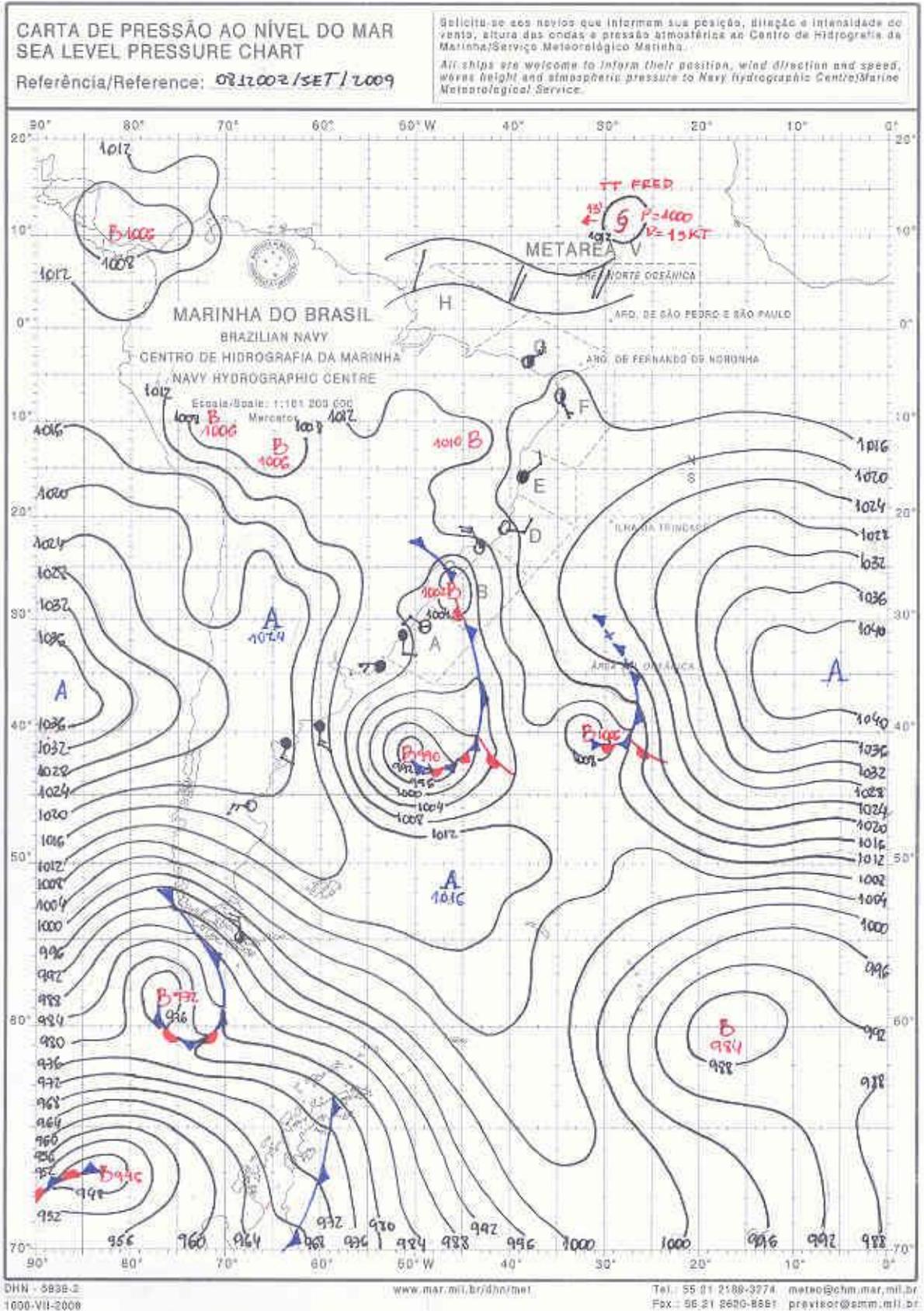


Figura 4.4.1-5. Carta sinótica do dia 08 de setembro de 2009 às 12h (fonte: DHN).

Ressaca de 08 a 10 de abril de 2010

Segundo o CLIMATEMPO, a ressaca na orla Santista foi o reflexo de um ciclone extratropical que atua ao largo da costa sudeste. Devido a fortes ventos, ondas de 2 a 3 metros de altura empurraram o mar em direção à areia. A Av. Saldanha da Gama durante a madrugada do dia 08 chegou a ficar coberta pela água, mas pela manhã a Companhia de Engenharia de Tráfego de Santos - CET apenas monitorou o local sem necessidade de interdição (Figura 4.4.1-6). A previsão é que o mar permaneça agitado até o dia 10, podendo ocorrer ondas de até 4 metros na região.

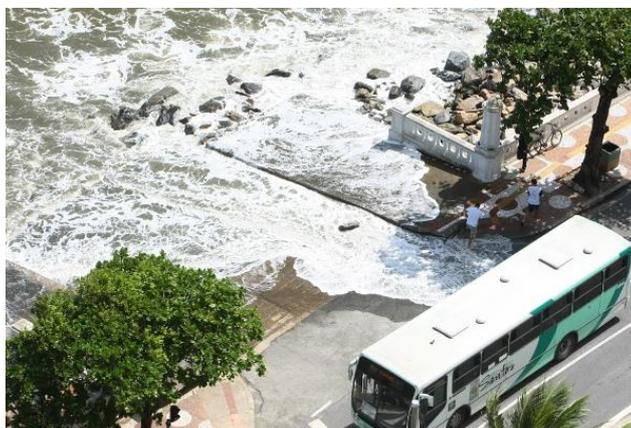


Figura 4.4.1-6. Água invade a avenida da praia (fonte: jornal A Tribuna *On line* de 08/04/2010).

Em relação à evolução sinótica, no dia 04 de abril havia um centro de baixa pressão sobre a área Charlie (costa SE brasileira) e também uma frente fria de outro centro de baixa pressão que se encontrava na altura da costa do Rio Grande do Sul. Outros dois sistemas estavam na altura da costa argentina, mas bem afastados dela. Também havia dois sistemas de baixa pressão na região polar.

No dia 5, a frente fria do sistema que estava na região do Rio Grande do Sul permaneceu sobre a área Charlie e o centro de baixa pressão que estava sobre a área Charlie se dissipou. Os dois sistemas que se encontravam longe da costa continuaram se afastando e ganhando força. Também ganhou força o sistema de baixa pressão da região polar e sua frente fria chegou à costa argentina.

Nos dias 06 e 07 os sistemas de baixa pressão sobre a área Charlie migraram para E se afastaram da costa, ganhando força.

No dia 08 (Figura 4.4.1-7) havia alguns sistemas de baixa pressão na região polar que foram aumentando sua força desde o dia 06, mas nenhum deles se aproximou da costa do continente sul-americano. O sistema de baixa pressão que se encontrava na costa brasileira desde o dia 04 também foi aumentando sua intensidade, mas progressivamente se afastou da costa.

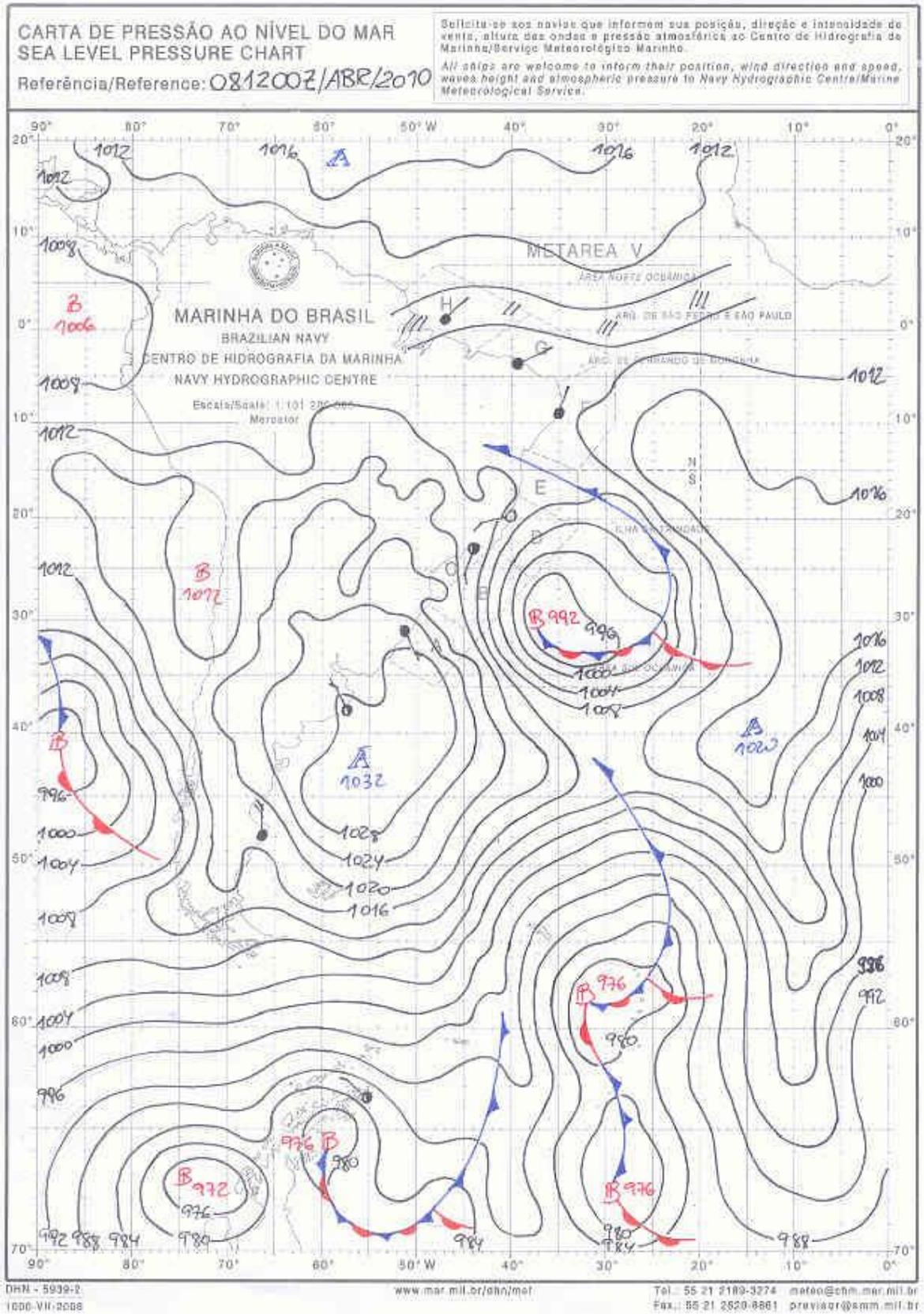


Figura 4.4.1-7. Carta sinótica do dia 08 de abril de 2010 às 12h (fonte: DHN).

Ressaca de 04 a 05 de maio de 2011

De acordo com o pesquisador do Instituto CLIMATEMPO a ressaca na região foi causada por um ciclone extratropical formado na região sul do país. O pico da maré no dia 03 foi de 1,6 metros e no dia seguinte seria de 1,5 metros. A Ressaca atingiu os municípios de Santos, São Vicente e Guarujá.

Em Santos, muito lixo e lama foram levados para algumas ruas da cidade e alguns canais ficaram totalmente assoreados de areia, o canal mais afetado foi o Canal 2 (Figura 4.4.1-8).



Figura 4.4.1-8. Forte assoreamento do Canal 2, após a ressaca do dia 04/05/2011 (fonte: jornal A Tribuna *On line* de 04/05/2011).

O trânsito foi interditado até as 18h30 no trecho da Avenida Saldanha da Gama (sentido ferry-boat), entre a Avenida Coronel Joaquim Montenegro e a Rua Carlos de Campos; na Ponta da Praia este mesmo trecho seguiu interditado, para limpeza, mesmo após as ondas diminuírem (Figura 4.4.1-9).



Figura 4.4.1-9. Água invadindo a Av. Saldanha da Gama durante a ressaca do dia 04/05/2011.

No Edifício Enseada, que fica no nº 180 da Avenida Almirante Saldanha da Gama, o mar invadiu a garagem, mas um alarme instalado no prédio, após tantos transtornos causados por ressacas, fez com que os moradores retirassem seus carros a tempo. Um restaurante localizado na orla da praia, o Píer 1, teve sua porta destruída (Figura 4.4.1-10a), alimentos foram retirados pelos funcionários e água e luz foram cortadas. O estabelecimento não pode abrir suas portas no dia 03. Dois postes de energia elétrica, localizados perto do Aquário, perderam sedimento em seu entorno e o cabeamento que liga uma torre de iluminação à outra ficou exposto. Com isso, foi preciso cortar a luz no trecho entre o Canal 6 e a Rua Carlos de Campos. Cerca de 20 metros da extensão do muro de contenção situado próximo ao Aquário Municipal, na Ponta da Praia foram destruídos, além de alguns outros pontos isolados (Figura 4.4.1-10b).



Figura 4.4.1-10. Fortes ondas e prejuízos na Ponta da Praia (fonte: jornal A Tribuna *On line* de 03/05/2011).

De acordo com a Secretaria de Serviços Públicos (Seserp), 20 funcionários do Departamento da Administração Regional da Zona da Orla e Intermediária (Dear-ZOI) trabalham nas intervenções e a previsão de gastos para o reparo é de R\$ 28 mil. A Defesa Civil da Cidade monitora alguns pontos da cidade, principalmente na região da Zona Noroeste. As regiões mais problemáticas são Castelo, Rádio Clube, Bom Retiro, Saboó, Chico de Paula, Santa Maria, Caneleira, São Jorge, São Manoel e Avenida Jovino de Melo.

No Guarujá o ponto mais crítico foi o trecho entre a Praia do Góes e a Fortaleza da Barra, o píer foi parcialmente destruído e a única forma dos barcos ancorarem é na areia (Figura 4.4.1-11).



Figura 4.4.1-11. Píer de atracação das barcas na Praia do Góes praticamente soterrado (fonte: jornal A Tribuna *On line* de 04/05/2011).

A trilha pela costeira que também dá acesso ao local ficou danificada e se tornando muito perigosa, de acordo com o morador Cláudio Marcelo Barbosa de Brito. O pescador Paulo Rogério Theodósio, de 46 anos, um dos cerca de 250 moradores do local, chegou a alertar sobre o problema em junho de 2010. Na ocasião, A Tribuna esteve no local e constatou ainda a elevação do nível da areia da praia em decorrência do depósito de sedimentos. Para os moradores, não há dúvidas que a culpa é dos efeitos da dragagem de aprofundamento do Canal do Estuário. “Hoje vemos surfistas aproveitando as ondas daqui, coisa que não acontecia antes”, disse Paulo, que vive já mais de 20 anos no Góes. A opinião é compartilhada pelo secretário de Meio Ambiente de Guarujá, Élio Lopes: “É necessário um estudo técnico a respeito, mas as pessoas não podem se omitir dos efeitos que têm ocorrido na praia e que nunca aconteceram antes”. O secretário, em outra entrevista, se contradiz: “O local sofre constantemente com a erosão do costado e efeitos da profundidade do canal”.

Tratando da evolução sinótica, no dia 1º de maio um sistema de baixa pressão estava entre a Argentina e o Uruguai e sua frente fria chegava até a área Charlie (costa SE do Brasil). No mesmo dia esse sistema começou a se afastar da costa e se dissipou. Outros sistemas de baixa pressão originados na região polar podiam ser observados.

No dia 02 um sistema de baixa pressão se formou sobre a área Bravo e sua frente fria atingiu a área Charlie. Os sistemas originados na região polar chegaram à altura da costa argentina, mas afastados da costa.

No dia 03 os sistemas que vinham migrando da região polar ganharam força, mas não se aproximaram da costa. A frente fria de um deles chegou a passar próxima à área Charlie. Outros dois grandes sistemas de baixa pressão originados na região polar se aproximaram do continente sul-americano.

No dia 04, pico do evento, os sistemas que se originaram na área polar migraram para N e atingiram a costa argentina.

No dia 05 (Figura 4.4.1-12) esses sistemas começaram a perder intensidade e migraram para E.

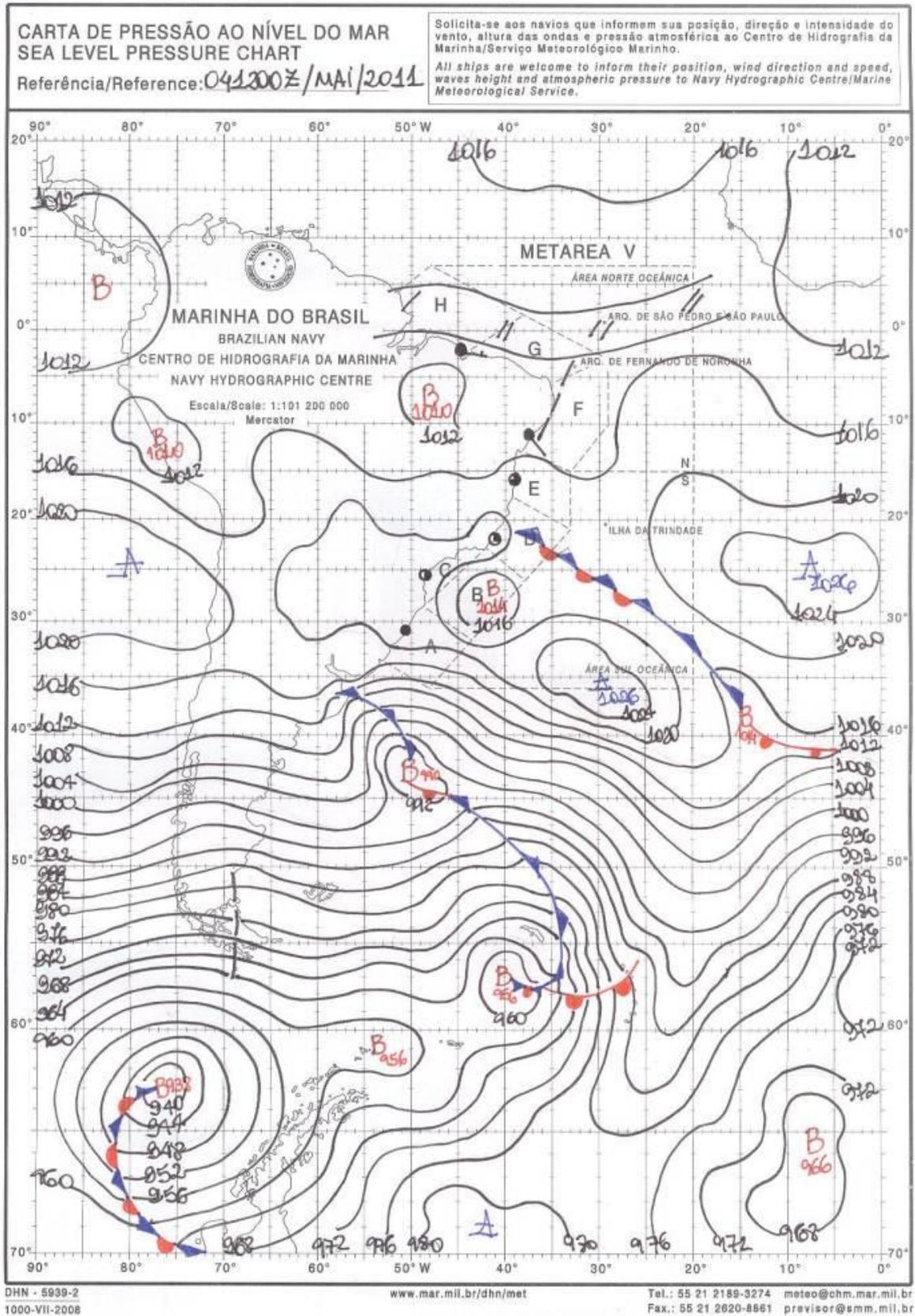


Figura 4.4.1-12. Cartas sinóticas dos dias 04 de maio de 2011 às 12h (fonte: DHN).

4.4.2 Condições de contorno dos eventos

Os eventos apresentaram intervalo de ocorrência variando de 1 a 3 dias (Tabela 4.4.2-1). Em relação a todos os eventos da série histórica, o intervalo médio de ocorrência foi de 1,80 dia, valor pouco abaixo da média geral dos eventos, que foi de 1,98 dia, ou quase 2 dias.

Todos ocorreram sob a influência de uma maré de sizígia (Tabela 4.4.2-1).

Tabela 4.4.2-1. Intervalo de ocorrência e fase lunar dos eventos selecionados.

ID	DATA	Intervalo de Ocorrência	Fase Lunar
24	5/5/2001	2	Cheia
45	26/4/2005	1	Cheia
69	8/9/2009	1	Cheia/Minguante
72	8/4/2010	3	Minguante/Nova
86	3/5/2011	2	Nova

A altura da maré previewal não mostra grandes variações entre os 5 eventos (Figura 4.4.2-1). O valor máximo foi de 1,58 m, e o mínimo de 1,30 m. O valor médio de altura de maré entre os cinco eventos é de 1,48 m, portanto pouco superior ao valor médio obtido para todos os eventos da série histórica (1,30 m).

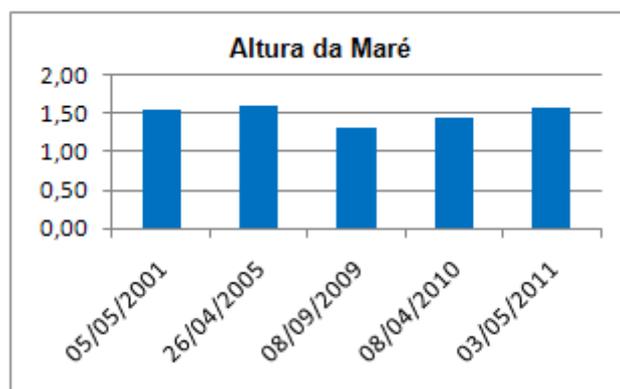


Figura 4.4.2-1. Altura da maré previewal (m) para os eventos selecionados.

Em relação à altura significativa máxima de ondas (H_s), entre os 5 eventos o valor máximo foi de 5,60 m, o mínimo de 2,00 m e o médio de 3,96 m

(Figura 4.4.2-2). Este valor médio é muito superior (1,58 m vezes maior) à média obtida para a série histórica, de 2,38 m.

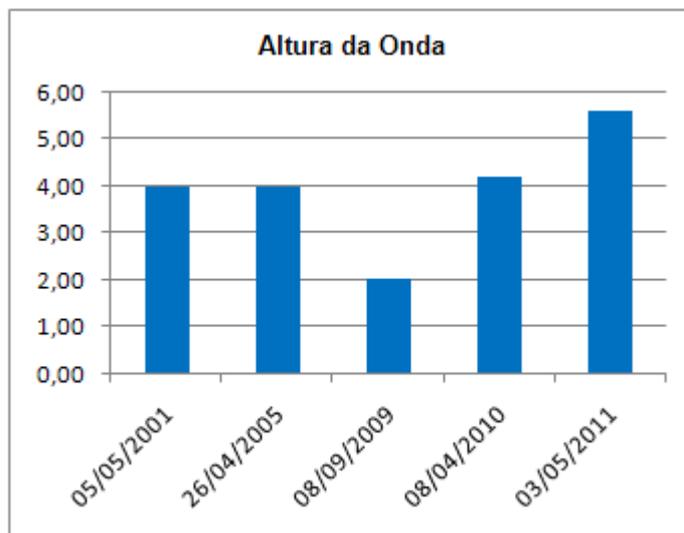


Figura 4.4.2-2. Altura de onda (Hs, m) para os eventos selecionados.

Chama a atenção o comportamento anômalo dos eventos de 08 de setembro de 2009 e 03 de maio de 2011 em relação às diferenças de altura de ondas, sendo os dois extremos da comparação.

Em relação à direção das ondas, as Ressacas dos dias 05 e 06 de maio de 2001 e 08 a 10 abril de 2010 apresentaram direção SSE, podendo ser considerados eventos dentro da média (cerca de 30% dos eventos da série histórica) para esta categoria. Porém, as alturas excederam muito as médias da série histórica.

O evento do dia 26 de abril de 2005 apresentou ondas da direção S, que ocorreu em 51,21% dos eventos da série, ou seja, sendo a direção mais característica dos eventos de Ressaca. Assim como as duas Ressacas acima, a sua altura foi bem superior à média dos eventos da série.

Para a Ressaca do dia 08 de setembro de 2009, a direção das ondas foi de SE, completamente atípica para os eventos de ressaca (foi a única dentre os eventos da série). A Hs também foi muito baixa.

Para a ressaca de 03 de maio de 2011 a direção das ondas foi de W, que ocorreu apenas para este evento na série histórica, assim como a sua altura, a maior registrada.

Desta forma, esses dois últimos eventos podem ser considerados totalmente anômalos em relação aos demais da série histórica.

As velocidades dos ventos para os cinco eventos apresentaram valores máximo de 14,1 m/s, mínimo de 5,91 m/s e médio de 9,91 m/s valor (Figura 4.3.7.2-3). Este valor médio é muito superior à média para todos os eventos de ressaca, que foi de 6,20 m/s.

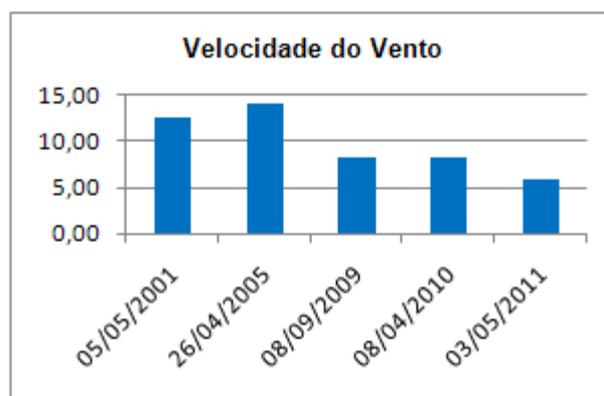


Figura 4.4.2-3. Velocidade do vento (m/s) para os eventos selecionados.

As direções do vento para essas Ressacas foram: ventos de SW em 05 de maio de 2001; ventos de S em 26 de abril de 2005; ventos de N em 08 de setembro de 2009; ventos de SSW em 08 de abril de 2010; e ventos de S em 03 de maio de 2011.

Com exceção do evento de 2011 (*La Niña* de fraca intensidade), todos ocorreram sob a influência de *El Niño* de fraca intensidade, característica predominante entre os eventos da série (49,4%).

O evento de 08 de setembro de 2009 se destaca dos demais pelas suas condições de contorno pouco comuns a um evento de Ressaca dessa magnitude. Os parâmetros registrados para esse evento são em geral baixos e estão fora dos padrões: ondas de SE (único registro na série) com Hs de apenas 2,0 m, altura de maré previsional de apenas 1,30 m, e ventos de N (único registro na série) com

velocidade de 8,22 m/s. Então, ao que parece, o grande empilhamento de ondas na costa pode ter sido provocado por fatores locais, como ventos muito fortes e uma linha de costa já mais vulnerável ao ataque das ondas no momento da ressaca.

Neste sentido, o jornal A Tribuna relatou: “A ressaca do mar, com ondas gigantes foi provocada por rajadas de vento que atingiram os 84 km/h na Base Aérea de Santos”. Esses ventos muito fortes poderiam ter amplificado o empilhamento de água junto à costa. Lembrando que de acordo com Campos *et al.* (2010), os eventos de maré meteorológica em Santos ocorrem com ventos acima de 8 m/s agindo sobre o oceano próximo à costa.

Antes desse evento do início de setembro, 9 Ressacas já haviam castigado as praias de Santos: 1 em janeiro, 1 em fevereiro, 2 em abril, 1 em junho, 3 em julho e 1 em agosto (IDs 60 a 68). Uma imagem de satélite obtida em 07 de junho de 2009, portanto 4 dias após o evento de ID 64, de 03 de junho de 2009, mostra ainda os efeitos dessa (somados aos das anteriores) ressacas sobre a praia de Santos, que apresenta larguras muito aquém das normais, em especial entre o Canal 4 e a Ponta da Praia (Figura 4.4.2-4). Isso mostra que as condições dessa praia antes do evento de 08 de setembro poderiam ser favoráveis à maior energia e potência das ondas sobre a costa, já que a praia se encontrava em desequilíbrio, com um perfil provavelmente mais íngreme e mais curto devido à erosão continuada dos meses anteriores.



Figura 4.4.2-4. Praia de Santos no dia 07/06/2009, apresentando efeitos de uma forte ressaca ocorrida dias antes do imageamento (evento ID 64, do dia 03 de junho). Notar a largura da praia toda muito reduzida, especialmente entre os canais 4 e 6 e na extremidade leste da Ponta da Praia (fonte: Relatório Final do projeto “*Variação Espaço Temporal dos Polígonos Praias no Período de 1962 a 2009 e 2011*”).

5. Considerações Finais

Este estudo permitiu uma avaliação dos principais eventos de ressacas que ocorreram na região de Santos a partir de 1961 até 2011.

As análises gerais de distribuição dos eventos bem como os parâmetros utilizados, como os descritores das condições de contorno das ressacas, mostraram-se adequados, pois permitiram distinguir eventos anômalos e estabelecer as principais tendências.

O fato das séries antigas de dados meteo-oceanográficos não serem de domínio público, prejudicou um pouco as análises apresentadas aqui. Neste rol estão os parâmetros relacionados às ondas e ventos, cujos dados disponíveis se referem ao período entre 2006 e 2011, embora o número de eventos desse período (41) corresponda a quase a metade do total de eventos. Da mesma

forma, a precipitação foi caracterizada para 43 eventos do intervalo entre 1961 e 2004, que também englobam quase a metade do total.

Apesar disso, as tendências obtidas no presente estudo se mostraram compatíveis com outros estudos realizados na região, o que confere certo grau de confiabilidade aos resultados apresentados aqui.

Por outro lado, no que se refere a esses parâmetros oceanográficos e meteorológicos, avaliar a última década foi fundamental, pois, levando em consideração as escalas e a evolução dos processos costeiros, essa década é referência para a compreensão dos eventos atuais e também daqueles que ocorrerão nos próximos anos.

Dentre os 89 eventos catalogados, 66 ocorreram entre 2001 e 2011. Nas décadas anteriores o número máximo foi de 11 ressacas (década de 1980). Na década de 1960 apenas 1 evento foi noticiado; nos anos de 1970 foram 4 eventos e de 1990 outras 5 ressacas. O salto no número registros de ressacas anuais ocorreu a partir do ano de 1999.

As principais causas para esta elevação do número de registros a partir da última década parecem estar mais ligadas aos mecanismos e processos naturais associados às mudanças climáticas e à elevação do nível relativo do mar. Fatores de ordem sociológica relacionados à percepção do fenômeno e à modernização do sistema de disponibilização da informação, também parecem contribuir com esse aumento de registros.

A distribuição mensal/sazonal dos eventos de ressaca evidenciou maior frequência nos meses de outono-inverno (abril a setembro) (76,4%), corroborando com o período atribuído à “Temporada de Ressacas”. Maio foi o mês que se destacou com o maior número de eventos noticiados, seguido de setembro; dezembro foi o de menor ocorrência, assim como todo o verão.

Os resultados obtidos, quando comparados à bibliografia disponível, sugerem que a distribuição sazonal/mensal dos eventos não variou desde a década de 1950, embora o número de ressacas tenha se elevado muito a partir de 1999.

Também ficou claro que dentre o grande número de eventos de sobrelevação do nível do mar (marés meteorológicas) que ocorrem anualmente na costa de Santos, somente parte deles se torna Ressaca, e desta parte uma pequena parcela, apenas as mais intensas, acaba afetando de forma mais enérgica as populações costeiras, quando então se tornam notícias de jornais.

Porém, os efeitos sobre a orla dependerão não somente das condições de contorno dos eventos, mas também das condições prévias de vulnerabilidade e fragilidade em que as praias se encontram no momento do evento (herança recente de atuação de processos erosivos e desequilíbrio sedimentar).

As ressacas estudadas ocorreram nas seguintes condições de contorno predominantes (lembrar que estas não se referem necessariamente às condições no interior da Baía de Santos):

- Maré de sizígia, em fase de Lua Cheia (49,4% dos eventos), embora muitos eventos tenham ocorrido também em marés de quadratura (32,6%), ao contrário do preconizado na literatura;
- Altura da maré previsual igual ou superior a 1,3 m (74% dos eventos);
- Altura significativa (Hs) máxima superior a 2,0 m (39% dos eventos), com predominância de valores superiores a 3,0 (24,4% dos eventos) em eventos mais severos, e de valores entre 1,0-2,0 m (36,6%) em eventos de menor magnitude;
- Direção de ondas predominantes de S (51,2% dos eventos);
- Velocidade dos ventos entre 5,1-7,0 m/s (43,9% dos eventos);
- Direção predominante de ventos de SSW (21,9% dos eventos), embora a distribuição de direções tenha se mostrado muito ampla;
- Ausência ou volume muito pequeno de chuvas (acumulado de 24 horas entre 0,1-10,0 mm) durante o “intervalo de ocorrência” dos eventos (60,45% dos eventos);
- Predominância de acumulados de chuvas com volumes em geral inferiores a 50 mm nos dias que antecederam os eventos (81,4% dos eventos);
- Atuação do fenômeno *El Niño* (69,7% dos eventos), com predominância em fases de fraca intensidade (49,4%);

- Evolução sinótica compatível com a literatura, envolvendo a atuação de centros de alta pressão na região SE brasileira, que se associam à rápida migração de centros de baixa pressão (ciclones extratropicais) com sistemas frontais que se formam na costa argentina.

Dentre os eventos selecionados para análise de detalhe, alguns chamam a atenção, seja pelo comportamento anômalo em relação aos parâmetros analisados, seja porque o evento causou efeitos não esperados.

A Ressaca de 08 de setembro de 2009 se destacou das demais pelas suas condições de contorno pouco comuns a um evento de Ressaca dessa magnitude, que segundo os jornais gerou ondas “gigantes” em Santos. Todos os parâmetros analisados estão fora dos padrões: ondas de SE (único registro na série) com Hs de apenas 2,0 m, altura de maré previsual de apenas 1,30 m, e ventos de N (único registro na série) com velocidade de 8,22 m/s. Ao que parece, o grande empilhamento de ondas na costa pode ter sido provocado por fatores locais, como ventos muito fortes e uma linha de costa já muito vulnerável ao ataque das ondas no momento da ressaca, devido à ocorrência de sucessivas ressacas nos meses anteriores.

A Ressaca de 03 de maio de 2011, que também gerou ondas muito elevadas em Santos, esteve associada a ondas com Hs de 5,6 m e direção W, altura de maré previsual de 1,6 m, e ventos com direção S, porém com velocidade de 5,91 m/s, abaixo da média geral. Não houve atuação de sistema frontal na região.

A Ressaca de 08 a 10 de abril de 2010 não teve muito destaque na mídia durante a sua ocorrência, porque não foi um evento muito intenso como os acima, embora de mais longa duração (3 dias). Entretanto, como causou erosão acentuada na Ponta da Praia e forte assoreamento nos canais 1, 2 e 3 (assim como a maioria dos eventos de Ressaca), acabou despertando a atenção de muitos, por se tratar de um evento que ocorreu em concomitância ao já polêmico início das obras de dragagem de aprofundamento do Canal do Porto de Santos. Nesse evento a altura da maré foi de 1,44 m, as ondas atingiram Hs de 4,19 m, com direção de SSE, e os ventos apresentaram velocidade de 8,22 m/s e direção SSW.

Os resultados mostraram também a ocorrência de um número elevado (11) de ressacas fortes entre janeiro e setembro de 2009, ano anterior ao início das obras de dragagem de aprofundamento do Canal do Porto de Santos. Essas ressacas sem dúvida afetaram o balanço sedimentar das praias da região, em especial aquelas já com problemas de equilíbrio, como a Ponta da Praia de Santos e a Praia do Góes, áreas que são normalmente as mais afetadas por essas ondas de alta energia.

Então é fácil deduzir que essas praias não tiveram tempo de se recuperar em 2009, ficando assim mais vulneráveis e suscetíveis à erosão, no caso da Ponta da Praia, e à rotação praial no caso da Praia do Góes, quando a primeira ressaca de 2010 chegou, no dia 17 de março, época em que a dragagem estava apenas começando. Durante todo ao ano de 2010 as ressacas fortes continuaram a ocorrer, no total de 14 registros, sendo este um ano em que predominaram alturas de ondas de ressaca entre 2,0 e 4,0 m, em combinação com as mais altas velocidades de ventos da série analisada, com média em torno de 8,0 m/s.

Em 2011, embora com os eventos mais fortes concentrados em março e maio, os efeitos das 5 ressacas registradas até agosto continuaram a ser fatais para essas praias, que se encontravam ainda mais vulneráveis do que antes.

Finalmente, levando em consideração o comportamento das ressacas nas últimas cinco décadas e, em especial, nos últimos 13 anos, bem como os impactos das mudanças climáticas e da elevação atual do nível relativo do mar, não é difícil supor que esses eventos continuarão a acontecer, e de maneira cada vez mais intensa.

6. Referências Bibliográficas

Camargo, R. de; Harari, J. & Dias, P.L.S. (2000). A storm surge modeling and forecast for the South-Western Atlantic Ocean. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 72(2): 289.

Campos, R.M; Camargo, R. de & Harari, J. (2010). Caracterização de eventos extremos do nível do mar em Santos e sua correspondência com as re-

análises do modelo do NCEP no Sudoeste do Atlântico Sul. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 25, p. 175-184.

ERDC - U.S. Army Corps of Engineer. (2008). Coastal Engineering Manual. Coastal and Hydraulics Laboratory. (<http://chl.erd.usace.army.mil/glossary>; acesso: 27/02/2011).

Gutjahr, M. R. (coord). (2011). Banco de Dados: Estudos históricos relacionados a eventos climáticos na Biaxada Santista – SP. Instituto Geológico – SMA. (disponível em: 200.144.28.231/dnos/index.php ou <http://www.igeologico.sp.gov.br>).

Magini, C.; Harari, J. & Abessa, D.M.S. (2007). Circulação recente de sedimentos costeiros nas praias de Santos durante eventos de tempestades: dados para a gestão de impactos físicos costeiros. Geociências (São Paulo), v. 26, p. 349-355.

Mesquita, A.R. & Hahari, J. (1988). Marés e nível médio do mar nas costas brasileiras e no Atlântico Sul. Boletim IG-USP, Publicação Especial 6: 17-20.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. (2011). Disponível em http://www.nhc.noaa.gov/ssurge/ssurge_overview.shtml (acesso:27/02/2011)

Nunes, A.L. (2007). Determinação das Marés Meteorológicas na Região da Baía do Espírito Santos e sua Influência na Drenagem de Águas Continentais. Dissertação de Mestrado, Centro Federal Técnico do Espírito Santo. 131p.

Pugh, D.T. (1987). Tides, Surges and Mean Sea Level. John Wiley & Sons. Chichester, U.K. 472 p.

Ranasinghe, R.; McLoughlin, R.; Short, A.; Symonds, G. (2004). The Southern Oscillation Index, wave climate and beach rotation. Marine Geology, Austrália, v.204, p. 273-287.

Short, A.D. & Masselink, G. (1999). Embayed and structurally controlled beaches. In: Short, A.D. (ed.). Handbook of beaches and Shoreface Morphodynamics. Chichester, John Wiley & Sons, p. 230-250.

Souza, C.R. de G. (2008). Erosão na Praia do Gonzaguinha-Milionários (São Vicente, SP): Causas e Projeções. VII Simpósio Nacional de Geomorfologia

(SINAGEO) e II Encontro Latino-americano de Geomorfologia, Belo Horizonte (MG), 01-08/agosto/2008. Anais, CD-ROM.

Souza, C.R. de G. (2009). A Erosão nas Praias do Estado São Paulo: Causas, Conseqüências, Indicadores de Monitoramento e Risco. In: Memórias do Conselho Científico da Secretaria do Meio Ambiente: A Síntese de um Ano de Conhecimento Acumulado. Vera L. R. Bononi; Nelson A. Santos Júnior (Org.). Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Instituto de Botânica/SMA. p. 48-69.

Souza, C.R. de G. 2010. Impactos das mudanças climáticas no litoral do Estado de São Paulo (Sudeste do Brasil). In: VI Seminário Latino-Americano e II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física, Coimbra (Portugal). Actas, p.1-17. (http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema4/celia_regina).

Souza, C.R. de G. 2011. Os ecossistemas costeiros frente às mudanças climáticas no Brasil: Efeitos da elevação do nível do mar. In: XIV Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar - COLACMAR, Balneário Camboriú (SC). CD-ROM.

Teleginski, A. (1999). São Vicente – Brasil 500 Anos. (disponível em www.geocities.com/Athens/Acropolis/6710; acesso: maio/2000).

Xavier, A.L.M.; Saraiva, J.M.B. (2000). Interação de ciclones marítimos e variações do nível do mar na costa: estudo de casos. In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro. Anais (CD-ROM).

7. Anexos

- Anexo 7-1. Cópias das Notícias Originais dos Eventos

ANEXO 7-1. CÓPIAS DAS NOTÍCIAS ORIGINAIS DOS EVENTOS