

BANCOS DE LAMA: NA PRAIA DO CASSINO: FORMAÇÃO, IMPLICAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS, AMBIENTAIS E RISCOS COSTEIROS. ESTUDO DE CASO: MAIO DE 2003

Lauro Júlio Calliari¹; Antônio Fernando Garcez Faria².

¹ *Laboratório de Oceanografia Geológica Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Av. Itália, Km 8 .Campus Carreiros CEP 96201-900 - e-mail: tsclauro@furg.br*

² *DHN/ Brasil. Rua Barão do Jaceguay, s/n. Ponta da Armação-Niterói, RJ. CEP 24048-900 e-mail: 10@chm.mar.mil.br*

RESUMO

Tempestades intensas associada a sistemas frontais geralmente causam erosão na costa do Rio Grande do Sul. Entretanto em situações esporádicas quando sedimentos finos encontram-se armazenados na ante-praia do Cassino, flutuações do nível d'água combinadas com estados ondulatórios, velocidade e direção do vento forçam o transporte transversal e a formação de bancos lamosos soldados ao estrâncio. Com a redução significativa das ondas e do vento, o nível do mar recua, os depósitos se adensam rapidamente, tornam-se mais resistentes a erosão sendo rapidamente capeados por areia. Em escalas temporais de meses a anos, estes bancos causam respectivamente estabilização praias e contribuem para a progradação localizada (10 Km) da linha de costa. A deposição causa impactos ambientais negativos sobre a flora e fauna, nas atividades relacionadas ao turismo e representam um risco costeiro. Analisa-se a formação e os impactos da deposição de lama associada a um sistema frontal intenso entre os dias 24 e 26 de maio de 2003. Como consequência, bancos de lama depositaram-se ao longo de 14 Km na praia do Cassino. Observações durante a fase de deposição e mosaicos aerofotográficos obtidos dois dias após permitiram interpretar com mais detalhe os processos e a evolução dos depósitos.

ABSTRACT

Stormy conditions associated with periodic cold front passages generally cause erosion along the Rio Grande do Sul coastline. However, in sporadic situations when muddy sediments are stored in the shoreface of Cassino beach, water level fluctuations, in combination with wave states, wind speed and direction force cross-shore fluid mud transport towards the shoreline forming mud banks attached to the beach. As the wave and wind energy decreases, the sea level drops, the deposits loose water and are covered by sand becoming more resistant to erosion. At temporal scales of months and years such processes leads respectively to beach stabilization and contributes to local coastline progradation at scales of ten kilometers. The deposition cause negative impact to the fauna and flora, to tourism related activities and can become a coastal hazard for bathers and surfers. This work describes the formation and evolution of a depositional episode closely related to a frontal system which occurred between may 24 to 26 of 2003. As a consequence, mud banks deposited along 14 Km of coastline. Observations during the depositional phase and aerial photo mosaics obtained two days after the event allowed a better understanding of the depositional processes and evolution.

Palavras-Chave: sistemas frontais, bancos de lama e riscos costeiros.

INTRODUÇÃO

Nos últimos 31 anos, um número mínimo de 25 deposições de lama fluída ocorreram ao longo da praia do Cassino. Os depósitos foram primeiramente registrados por Delaney (1965) o qual atribuiu como fonte original a carga em suspensão da Lagoa dos Patos. O mapeamento detalhado da cobertura sedimentar da ante-praia e plataforma interna indica uma fácies lamosa com extensão e largura respectivamente de 40 e 14 Km (Calliari e Fachin, 1993). Estes sedimentos constituem a "Fácies Patos" descritas por Martins et al. (1972). Os processos de deposição foram registrados por vários autores e estão associados a ondas de tempestade com alta energia e período longos capazes de ressuspender e transportar para a praia os depósitos localizados entre as isóbatas de 6 e 15 m (Villwock e Martins, 1972; Martins et al. 1979; Calliari et al. 2000; Pereira et al. 2001).

A presença constante de gradientes laterais bruscos na altura da arrebentação, e a existência de longos trechos com máxima atenuação da energia das ondas ao longo da praia do Cassino durante o verão de 2003, davam indícios da existência de depósitos de lama fluída na ante-praia.

Os depósitos acumularam-se durante os últimos 3 anos, após tempestades extremas ocorridas em abril e maio de 1999, tendo sido entretanto parcialmente remobilizados em fevereiro de 2001.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EVENTO

A área marítima adjacente à costa Sul do país esteve sujeita a vento forte e mar grosso, entre os dias 24 e 26 de maio de 2003, devido a um sistema frontal intenso conforme acompanhamento das cartas sinóticas dos dias 22 a 26 de maio com intervalo de 12 horas. No dia 22, 0000Z a frente fria estava entre o Rio da Prata e Punta del Este, com deslocamento rápido, 15 a 20 nós, para E/NE.

No dia 23, às 0000Z a frente fria, associada a um centro de baixa pressão de 998 hPa, posicionado em 40S055W, estava sobre Mostardas, com deslocamento mais lento (10 nós) para E. No dia 23, às 1200Z, o sistema frontal se encontrava sobre o Cabo de Santa Marta, com pressão do ciclone caindo para 992 hPa, em 35S048W. O sistema frontal voltou a apresentar uma tendência a se deslocar mais rapidamente (15 a 20 nós) para E/NE, enquanto um centro secundário de baixa pressão,

de 996 hPa, formou-se na posição 42S057W. A intensidade e a direção constante dos ventos associadas à grande pista favorecia o desenvolvimento de ondas, conforme previsto pelo modelo de ondas WAM (Fig.1) operado pelo Centro de Hidrografia da Marinha (CHM). Esse modelo de ondas é forçado pelo vento gerado pelo modelo atmosférico HRM, também operado pelo CHM. Portanto, nesse mesmo dia 23, às 1500Z, o Serviço Meteorológico Marinho (SMM) emitiu aviso de ressaca com ondas de SE 3.0/4.0 metros, para a área ALFA, ao sul de 30S, prevista para 250600Z à 260600Z, complementando os avisos de vento forte e mar grosso, já em vigor. A ressaca prevista foi confirmada pelos dados registrados pela bóia da Marinha (Tabela 1), fundeada a 70 metros de profundidade na posição aproximada de 33S051W, cerca de 75 milhas náuticas a SE de Rio Grande.

A partir do dia 24, 0000Z, a pressão continuou a cair nos dois centros de baixa pressão posicionados sobre o Oceano Atlântico, ao largo da área ALFA e litoral do Uruguai e Argentina. O sistema frontal, em processo de oclusão, com o centro de baixa pressão em 35S045W, com 988 hPa, estendia-se em direção ao continente como frente fria entre Santos e Rio de Janeiro. O centro de baixa pressão secundário, com 992 hPa, em 43S051W, estava associado a uma frente oclusa ao largo da Argentina. No dia 24, 1200Z, as pressões continuaram a cair nos centros de baixa que se tornaram um único centro de 980 hPa, posicionado em 38S047W, com um prognóstico de 972 hPa para o dia 25, às 1200Z, na posição 39S038W.

Às 1400Z do dia 24, o SMM voltou a emitir outro aviso de ressaca em substituição ao primeiro, desta feita cobrindo toda a costa da área ALFA com ondas de S/SE 3.0/4.0 metros com validade entre 251800Z e 261800Z. A carta sinótica do dia 25, às 0000Z (Fig. 2), apresenta um centro de baixa pressão, com 974 hPa, na posição 38S043W, confirmando o prognóstico do dia anterior. Esse sistema de baixa pressão deslocou-se para SE, posição 42S025W, no dia 25, às 1200Z, desintensificando para 988 hPa. Uma baixa secundária, de 974 hPa, formou-se, nesse dia, na posição 38S039W, com uma frente fria se formando novamente sobre a área ALFA, com ventos fortes e mar grosso.

No dia 25, às 1330Z, foi emitido mais um aviso para a área ALFA, com previsão de ressaca, ondas de S/SE 2.5/3.5 metros, válido até 270600Z. A partir de 0000Z do dia 26, as pressões começaram a subir no centro dos sistemas de baixa pressão, sobre o Atlântico, que no seu deslocamento para E deixaram lentamente de influenciar as condições de vento e mar sobre a área ALFA.

Tabela 1. Dados da bóia da Marinha nas proximidades de Rio Grande. Destacados em negrito o período mais intenso da ressaca

DATA-HORA	ALTURA SIGNIFICATIVA (m)	PERÍODO (s)
05/23/2003 20:00:00	4.0	8.3
05/23/2003 22:00:00	4.4	8.5
05/24/2003 01:00:00	5.6	12.8
05/24/2003 06:00:00	6.1	10.2
05/24/2003 12:00:00	5.5	9.8
05/24/2003 21:00:00	6.5	10.2
05/24/2003 23:00:00	6.7	12.2
05/25/2003 00:00:00	6.9	11.6
05/25/2003 02:00:00	6.7	10.7
05/25/2003 07:00:00	6.9	11.6
05/25/2003 13:00:00	5.6	11.1
05/25/2003 17:00:00	5.6	14.2
05/25/2003 20:00:00	6.9	16.0
05/26/2003 01:00:00	6.1	14.2
05/26/2003 12:00:00	4.0	14.2

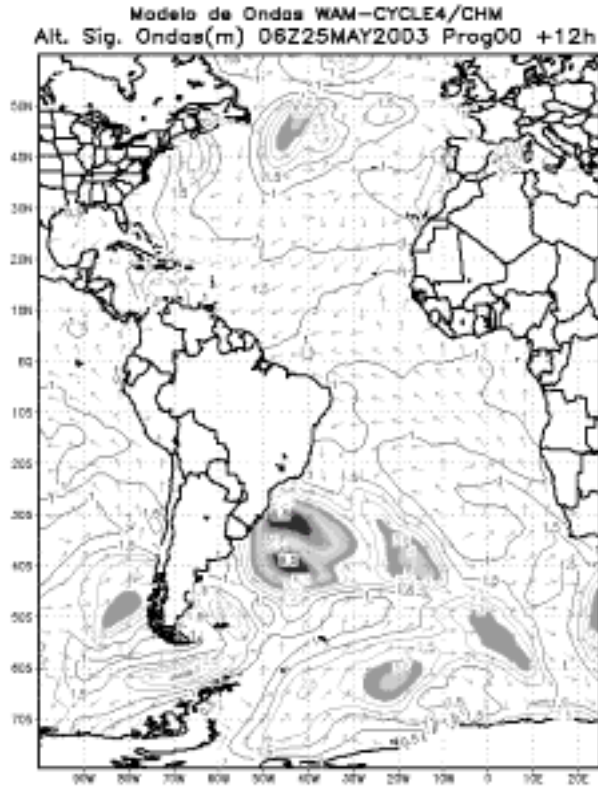


Figura 1. Prognóstico de altura das ondas para o dia 25/5/2003. Modelo WAM. (CHM)

PROCESSOS, CARACTERÍSTICAS DOS DEPÓSITOS E IMPACTOS

Os bancos inicialmente adquirem a forma de depósitos arqueados com a face convexa voltada para o mar, entretanto as baixas densidades (média de 1.23 g/cm^3) e o elevado teor de água facilitam a erosão constituindo assim uma linha de praia efêmera. No momento da deposição, e a medida que esta progride sobre o estirâncio a zona de arrebatção volta as condições normais de alta energia porém afastada da linha de praia pelo banco de lama fluída onde as ondas dissipam toda a sua energia instantaneamente. Tais situações representam um risco costeiro a surfistas e banhistas os quais podem ficar aprisionados na zona de arrebatção isolados da praia pela lama fluída cuja largura e espessura podem exceder respectivamente 70 e 1.5 m. No dia 25 de maio esta situação ocorreu e um surfista depois de permanecer três horas na interface entre a arrebatção e o banco de lama fluída foi finalmente resgatado ao final da tarde já apresentando sintomas de hipotermia. Observações mais detalhadas indicam que a morfologia inicial da base arenosa, com alternância de elevações e depressões devido a presença de cúspides incipientes provoca um adensamento diferencial do pacote lamoso. Gradientes de pressão laterais drenam a água perdida no processo de adensamento das partes mais elevadas para as mais baixas, tornando-as mais fluídas e conseqüentemente de fácil erosão. A linha de costa adquire assim uma forma crenulada com bancos lamosos alternados com zonas arenosas (inter-bancos). (Figura 3)

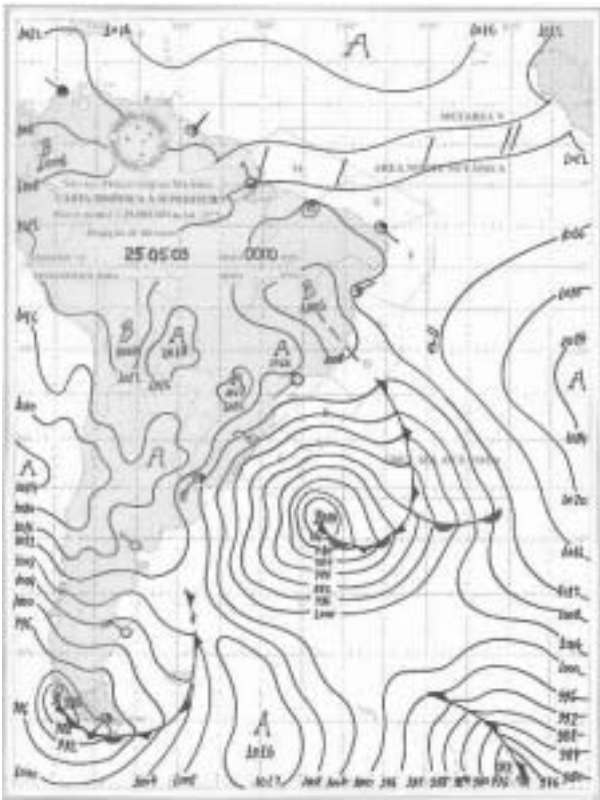


Figura 2. Carta sinótica 0000Z do dia 25/5/2003

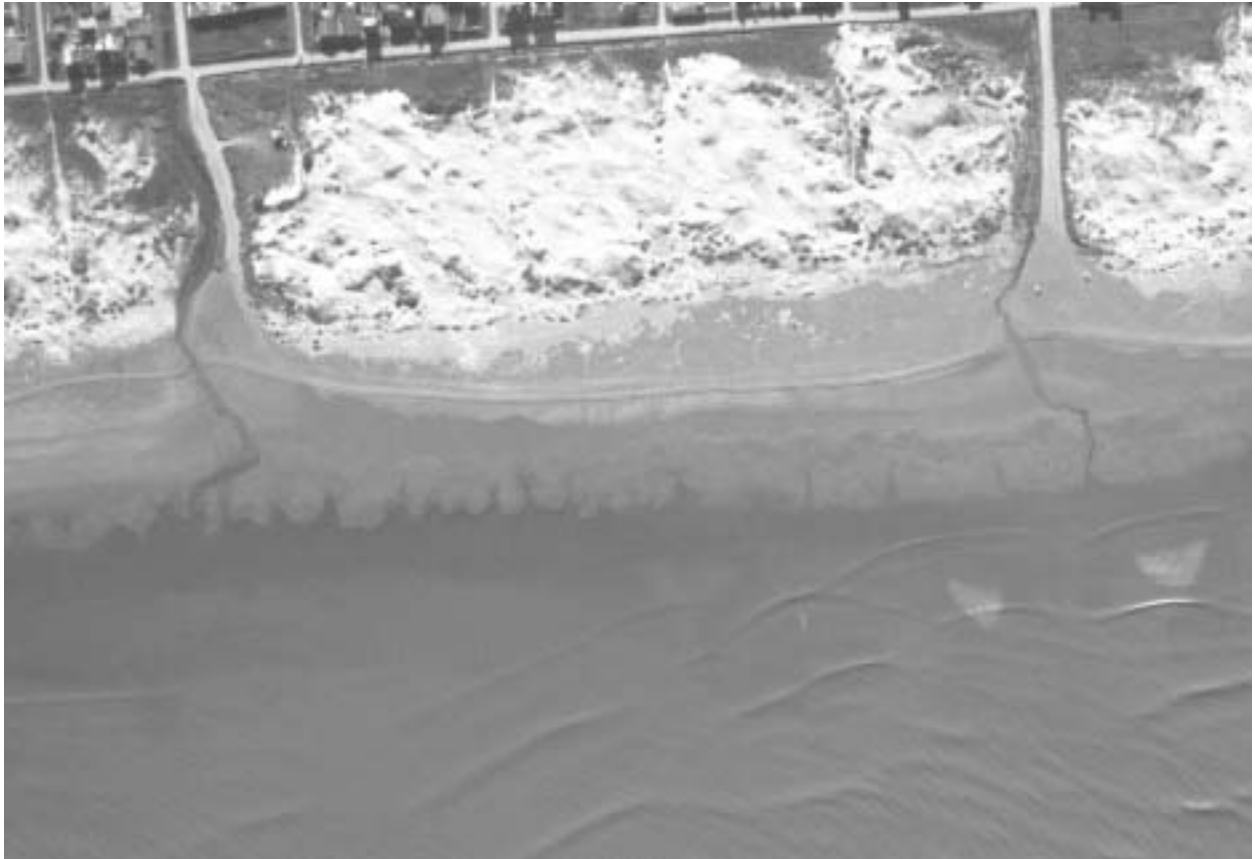


Figura 3. Características dos depósitos de lama fluída na porção subárea (parte mais escura) em frente a praia do Cassino. Notar a atenuação das ondas em direção ao sul (esquerda) e a irregularidade das frentes em função dos depósitos subaquosos.. A feição continua no início do pós-praia é um cordão artificial de areia feito para impedir o tráfego de veículos sobre os depósitos de lama.

Observações *in situ*, também evidenciam no topo dos depósitos mais adensados feições semelhantes a gretas em coroa “crown cracks” semelhantes as que ocorrem no topo de deslizamentos periféricos rotacionais em superfícies de declividade reduzida. Nas locais de convergência da “perda de água” por adensamento, pode-se sentir o fluxo lento da lama deslizando sob a ação da gravidade em direção a zona de surf. Após a passagem das tempestades, com a redução significativa da energia de ondas e do vento, o nível do mar recua, os depósitos perdem água se adensam rapidamente, tornam-se mais resistentes a erosão sendo então rapidamente recobertos por areia muito fina abundante no local.

O recobrimento de areia também ocorre na região subaquosa onde depósitos capeados por areia formam “bancos transversais” resistentes a erosão os quais funcionam como “lentes batimétricas” onde a energia de ondas converge por refração. Tal processo ficou evidenciado pela mudança nas condições de surfabilidade na praia do Cassino. Atualmente a área com maior energia de ondas corresponde aquela onde a energia de ondas era praticamente inexistente no verão de 2003).

A análise recente da variabilidade da linha de costa adjacente a Lagoa dos Patos (Lélis, 2003), sugere que o efeito acumulativo dos processos de deposição, associados as tempestades do quadrante sul, influencie substanci-

almente na progradação da linha de costa ao sul da desembocadura lagunar. Lélis (op. Cit) identificou nesta área, um setor acrescivo de 10,2 Km de extensão iniciando a 1,8 Km ao sul do molhe oeste. A taxa média de acreção é de 239,8 m atingindo um valor máximo de 469 m a 12 Km da desembocadura. Este setor coincide com as maiores espessuras de lama total e lama fluída superficial (depocentro) já mapeados por Calliari e Fachin (op.cit).

Observações de campo evidenciam atualmente a presença de uma berma mais elevada na área de ocorrência dos depósitos. Tal fato associado ao período de baixa dinâmica precedente a deposição favorece a estabilidade praial, já demonstrado em monitoramentos de perfis praias fora e dentro da área de influência dos depósitos.

Normalmente os depósitos causam grande mortalidade de moluscos e crustáceos, neste episódio entretanto notouse a presença de peixes agonizando imóveis dentro da lama fluída.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CALLIARI, L.J.; FACHIN, S. (1993). Laguna dos Patos: Influencia nos depósitos lamíticos costeiros. *Pesquisas* 20: 57-69.
- CALLIARI, L.J. , SPERANSKI, N.S., TORRONTE-GUY, M., OLIVEIRA, M.B. (2000). The mud banks of Cassino beach, southern Brazil: Characteristics, Proc-

- esses and Effects . Journal of Coastal Research, SI (24) p.318-325
- DELANEY, P. (1965). Fisiografia e Geologia da superfície da Planície costeira do Rio Grande do Sul. Publicação Especial da Escola de Geologia da UFRGS. N.6.
- LÉLIS, R.J.F. 2003. Variabilidade da linha de costa oceânica adjacente às principais desembocaduras do Rio Grande do Sul. Monografia de conclusão do curso de Oceanologia. FURG, Rio Grande, RS. 117 p.
- MARTINS, L.R. S. , (1972). Distribuição faciológica dos sedimentos da Margem Continental Sul-Riograndense, trecho Rio Grande-Torres. Resumos dos Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Geológica (SBG),pp.310-211.
- MARTINS, L.R.S., MARTINS, I.R., VILLWOCK, J.A. , CALLIARI L.J. 1979. Ocorrência de lama na praia do Cassino. Anais Hidrográficos. Rio de Janeiro, pp. 3-20.
- PEREIRA, P. S., AREJANO, T.B., FERRARELLI, L. R. & CALLIARI, L. J., 2002 A tempestade de Iemanjá, 01 de fevereiro de 2002, e a deposição de lama na Praia do Cassino. Simpósio Brasileiro de Oceanografia. Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de São Paulo. Resumo em CD, arquivo ocgeo 03.
- VILLWOCK, J.A. ; MARTINS, L.R.S. (1972). Depósitos lamíticos de pós-praia, Cassino, RS. Pesquisas, 1: 69-85.