

# **Construção de um trenó marítimo para o levantamento do perfil do fundo do mar em zona de surfe em Rio Grande - RS**

**João Carlos Strauch <sup>1</sup>, Lauro Calliari <sup>2</sup>, Sérgio Terra <sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Departamento de Física – FURG, Rio Grande, RS – [dfsjc@super.furg.br](mailto:dfsjc@super.furg.br)*

<sup>2</sup>*Departamento de Geociências – FURG, Rio Grande, RS – [tsclauro@furg.br](mailto:tsclauro@furg.br)*

<sup>3</sup>*Departamento de Física – FURG, RS*

**RESUMO:** O trabalho descreve a construção e testes de campo de um equipamento denominado trenó marítimo (sea sled), que permite realizar levantamentos batimétricos da ante-praia e da zona de surfe de praias arenosas. O conhecimento e acompanhamento das mudanças morfodinâmicas de uma praia são críticos para os pesquisadores que se dedicam ao estudo deste importante ecossistema. O equipamento foi construído em perfis de alumínio e testado na Praia do Cassino, Rio Grande, RS. Três testes de campo foram realizados e alcançada a batimétrica de 5,5 m a 830 m da linha de costa. A aquisição digital dos dados do perfil submarino através de uma Estação Topográfica Total e o fato do trenó sofrer pequenos deslocamentos laterais fizeram com que se tivesse uma ótima restituição do perfil do fundo do mar.

**PALAVRAS-CHAVE:** Trenó marítimo, Levantamento batimétrico

## **INTRODUÇÃO**

A obtenção de perfis batimétricos costeiros através da zona de arrebentação (surfe) necessita de técnicas e equipamentos especiais que reproduzam com precisão a morfologia desta região de grande dissipação de energia das ondas. Torna-se assim necessário a construção de um equipamento que possa ser montado e desmontado rapidamente, facilmente transportável, resistente e de fácil operação.

Os levantamentos na costa do Rio Grande do Sul até pouco tempo eram realizados pelo método convencional descrito por Birkmeier [1], o qual consiste de um nível e uma régua graduada, técnica esta limitada até uma profundidade máxima em torno de 1,80 m, restrita pela altura do operador da régua. Martins et al [2] construíram um trenó em alumínio, de pequenas dimensões que utilizava a energia das ondas tanto para levá-lo para o largo como para o retorno à linha de praia, utilizando para tal uma vela propulsora. A medição do perfil era realizada com o uso de dois teodolitos sobre o pós-praia, focalizando uma régua graduada localizada na parte central do equipamento. Através de uma simples triangulação determina-se a distância e a profundidade, passo a passo. Devido a limitações na leitura da régua e da

deriva litorânea chegaram a uma distância máxima em torno de 140 m da linha da praia, não identificando assim os múltiplos bancos que governam a hidrodinâmica do litoral local.

Finalmente, somente para citar trabalhos realizados em nosso país, Quadros et al [3], desenvolveram um mini trenó em alumínio, equipado com um conjunto de sensores de pressão, temperatura e salinidade. A operação consiste basicamente no rebocamento do equipamento até o largo e através de marcações no cabo de resgate, possibilitar a aquisição dos dados a cada 9 m. Levantamentos sistemáticos foram realizados mas o trenó apresentava limitações de baixa energia de ondas e fraca corrente lateral.

## DETALHES CONSTRUTIVOS DO EQUIPAMENTO

O projeto teve como base o trenó de Sallenger et al [4], no que diz respeito as suas dimensões, já que o objetivo básico era operar com um equipamento robusto, em condições adversas de praia, atingir grandes distâncias em relação a linha de praia, com pequena deriva litorânea e obter dados do perfil com o uso de uma Estação Total Topográfica.

O trenó foi construído nas Oficinas da Refinaria de Petróleo Ipiranga e é constituído basicamente de um par de esquis, um mastro com suporte, cabos de aço para o estaiamento e vigas de contraventamento como mostrado na figura 1. O material utilizado foi chapas de alumínio de 1/8" de espessura, formando tubos de seção quadrada de 3" de lado. O mastro de 12 m de altura foi adquirido de uma empresa especializada em construção de veleiros oceânicos e foi dividido em 3 peças de 4 m para facilitar o transporte. Para o estaiamento foi utilizado 4 cabos de aço inoxidável de 1/4" de diâmetro, com encaixes, manilhas, distorcedores para tensionar os cabos e travas de segurança. A estrutura de base foi vazada para permitir a inundação quando em operação no mar. Na extremidade superior do último lance do mastro foi colocada uma baioneta para fixação do prisma refletor da Estação Total Topográfica.

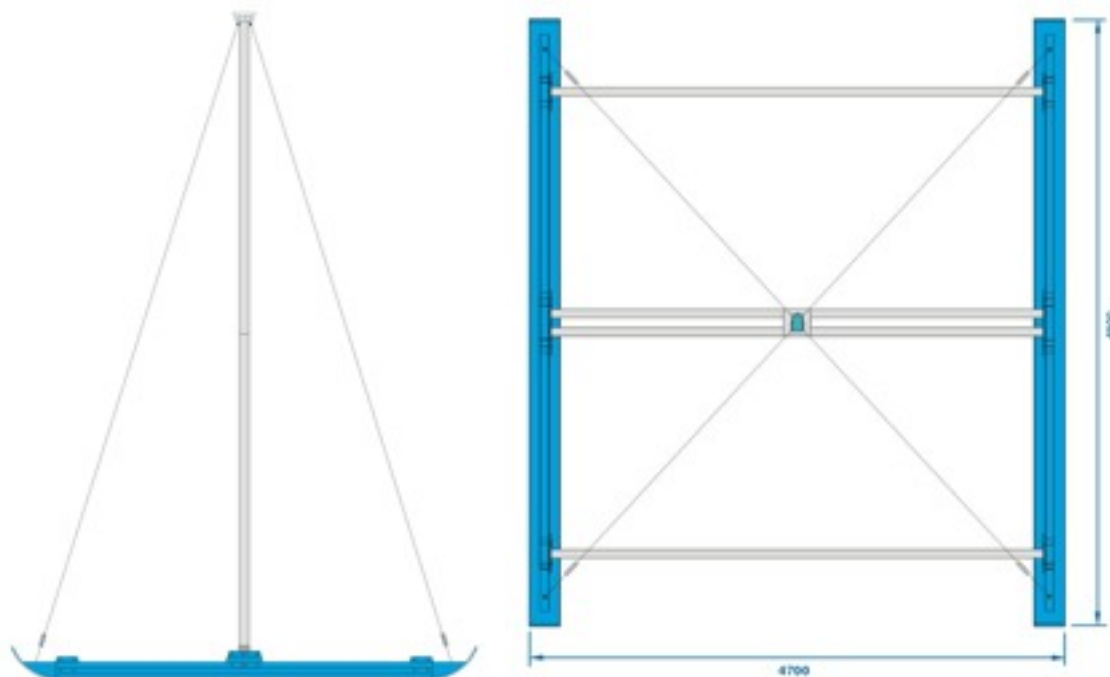


Figura 1 – Vistas do trenó de perfil e em planta

## TESTES DE CAMPO

Tomando como base a logística utilizada em estudos anteriores de levantamento topográfico de perfil de praia em zona de surfe e no projeto desenvolvido, foram relacionados os seguintes itens para uma campanha de testes junto a praia do Terminal (Figura 2), localizada entre o Balneário do Cassino e os molhes da barra do porto marítimo da cidade de Rio Grande, RS:

- Uma lancha para rebocar o trenó para além da zona de surfe,
- Um trator para rebocar o equipamento de volta para a terra,
- Operadores para a descarga, montagem e operação no mar,
- Um caminhão para o transporte do trenó desmontado até a praia,
- Uma Estação Total Topográfica,
- Material de apoio.

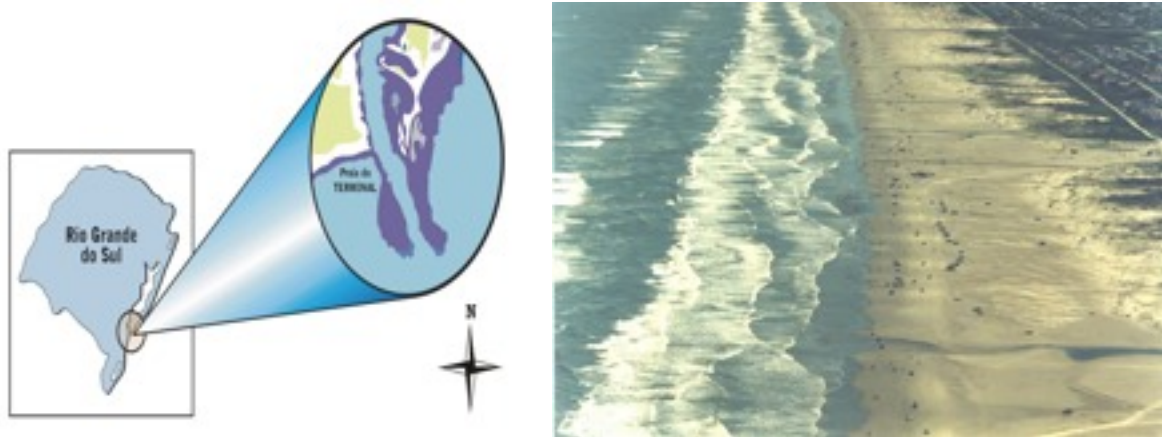


Figura 2 – Localização da Praia do Terminal, Cassino, RS e detalhes do regime de ondas típico.

Três testes de campo foram realizados. O primeiro tinha o objetivo único de verificar a funcionalidade do sistema. Pequenos problemas foram detectados e resolvidos. Na seqüência procurou-se armar uma instalação provisória junto a praia, constituída de uma barraca de campanha, o trenó e demais materiais. Para isto teve-se o apoio importante do 5º Distrito Naval da Marinha do Brasil, que cedeu pessoal e equipamentos na empreitada.

Na figura 3 tem-se uma visão da fase final da montagem do equipamento com a colocação do primeiro lance do mastro do trenó, para posterior estaiamento e colocação do sensor da Estação Topográfica, e na seqüência o início de operação, correspondente ao seu tracionamento por uma lancha até o largo, na posição inicial de monitoramento do perfil.



Figura 3 – Detalhes da montagem e início de operação do equipamento

Uma vez localizado o trenó na posição mais afastada da linha da costa, um pequeno trator traciona-o de volta à praia e até a linha de dunas frontais. Para as posições mais afastadas da zona de quebra de ondas foi adquirido um conjunto de informações digitais que correspondem basicamente a distância, profundidade e o afastamento lateral, a cada 9 m aproximadamente, e mais junto a costa, a cada 3 m. A operação foi descontínua visto que a estação topográfica não era remota, ou seja, sem a procura automática da posição do sensor no mar e aquisição das informações a uma dada frequência programada.

### Resultados do primeiro teste

A praia do Cassino tem características dissipativas, possuindo um perfil de baixa declividade e ampla zona de arrebentação, onde bancos paralelos a linha de costa se desenvolvem. As condições climáticas deste primeiro dia de simples teste da eficiência do equipamento eram de ondas de altura média de 0,50 m, ventos de leste de intensidade fraca e ausência de correntes laterais. No gráfico da figura 4 mostra-se o perfil adquirido.



Figura 4 –Perfil praial obtido no primeiro teste

O perfil da figura 4 mostra um banco principal robusto e de forma suavizado, com a crista a aproximadamente 130 m da linha de praia e uma cava bem acentuada, com 55 m de comprimento e na batimétrica de 2,2 m, a 100 m da mesma referência. A distância alcançada foi de 260 m a uma profundidade de 2,8 m. Segundo a classificação de Wright e Short [5], tem-se configurado um segundo estado morfodinâmico, correspondente a uma situação dissipativa com banco e cava longitudinal com a primeira seqüência acresciva, após o estado dissipativo.

### Resultados do segundo teste

Nesta etapa foi otimizado o equipamento e as condições de operação, inclusive com a instalação de uma base em terra, como já referido. As condições climáticas indicavam ventos fracos de sudeste, ondas de 1 m de altura, períodos de 12 s e fracas correntes laterais. O alcance máximo foi de 550 m da linha de praia a uma profundidade de 4 m. O perfil da figura 5 mostra três bancos bem delineados, sendo o principal robusto e bem suavizado. As distâncias das cavas são de 36, 75 e 205 m, respectivamente.

O comportamento estrutural do trenó foi bom, não sendo percebido deformações com os tracionamentos e o tempo total de operação foi de aproximadamente de 3 horas, limitada basicamente pela necessidade de se parar a operação de reboque do trenó para focalização manual do prisma refletor e aquisição dos dados, conforme o primeiro teste.



Figura 5 – Perfil praiado obtido no segundo teste

### Resultados do terceiro teste

O último teste tinha como objetivo de lançar o equipamento o mais largo possível, checando-se a eficiência da Estação Total a maiores distâncias. As condições climáticas ficaram alteradas para ventos fortes de sudeste, ondas de 1 m de altura e período de 9 s e fortes correntes laterais. O teste foi iniciado com aquisição de dados a cada 6 m, passando para 3 m, perto da zona de arrebentação, totalizando 366 pontos e um alcance de 830 m, na batimétrica de 5,5 m, mostrado na figura 6. A variação dos dois últimos perfis, obtidos dentro de um intervalo de 24 horas, mostra uma migração do terceiro banco na ordem de 15 m ou



uma taxa de migração de 0,65 m/h. Os perfis reproduzem o mesmo comportamento com a ressalva da pequena migração em direção a terra. Neste último teste nota-se a presença de 3 bancos bem delineados e um banco distal discreto com sua crista a 248 m da linha de praia.



Figura 6 – Perfil praiado obtido no terceiro teste

Para efeito de comparações mostra-se na figura 7, todos os testes sobrepostos. A referência de nível do primeiro teste não corresponde a dos subsequentes.



Figura 7 – Sobreposição dos perfis obtidos

## CONCLUSÕES

O êxito obtido nos trabalhos de campo, tanto em termos de operacionalidade, como na qualidade dos dados obtidos com a utilização de um trenó marítimo construído para o levantamento topográfico do fundo do mar em zona de surfe, permite afirmar que se dispõe atualmente de um equipamento fidedigno e funcional para tais tarefas.

O alcance de uma distância de 830 m da linha de praia constitui-se um marco, com a identificação precisa da posição e forma dos diversos bancos, característicos de praias dissipativas e arenosas. Cita-se também como ponto favorável do equipamento a pequena deriva lateral sofrida. No último teste, quando em condições climáticas adversas, o trenó afastou-se no máximo 24 m da orientação inicial (primeira visada), o que em 830 m de distância pode ser considerado pequeno.

Outro ponto positivo e que testou efetivamente o equipamento foi a boa reprodutibilidade dos dois últimos perfis, obtidos com um dia de intervalo.

Análises de evolução do perfil praiar não fazem parte deste trabalho já que o mesmo visava unicamente a construção de um eficiente equipamento para pesquisas sistemáticas a serem realizadas na continuidade.

É recomendável que a Estação Topográfica seja automática, com servo motor, que faz a procura remota do sensor no topo do mastro e aquisita o sinal digital dentro de uma frequência programada. Isto evitará a operação descontínua e esforços estruturais desnecessários. Outras providências, diz respeito ao caminhão utilizado, que deve ser provido de um guincho para o tracionamento do trenó, evitando o uso de outro veículo para tal. Este caminhão deve ser capaz de levar todos os equipamentos e pessoal, inclusive um pequeno barco a reboque, tornando o conjunto suficiente para toda a operação e deslocamentos em diferentes locais de medição. Três pessoas são suficientes para toda a operação.

Finalmente recomenda-se que o trenó seja utilizado em campanhas de campo, envolvendo equipes multidisciplinares que possam aportar suas necessidades e equipamentos de medição a bordo do trenó.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem o apoio decisivo da Refinaria de Petróleo Ipiranga e do 5º Distrito Naval da Marinha do Brasil.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BIRKEMEIER, W. A. (1981). Fast Accurate Two-Beach Surveys. Coastal Engineering Technical Aid 81-11. U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station. Vicksburg, Mississippi. 101 p.
2. MARTINS, R. R.; TOLDO JR, E.; ALMEIDA, L. E. S. (1998). Trenó para Medidas do Fundo na Zona de Surfê. RBRH, vol. 3, nº 1, p. 105-110.
3. QUADROS, C. J. L.; MARONE, E.; PRATA JR, V. P.; ARAÚJO, A. A. D. (2001). Equipamento para Perfilagem de Fundo na Zona de Arrebentação Utilizando Sensor de Pressão. ABEQUA, Boletim de Resumos. Mariluz, Imbé. RS.
4. SALLENGER, A. H.; HOWARD, P. C.; HOWD, P. A. (1983). A System for Measuring Bottom Profile, Waves and Currents in the High Energy Nearshore Environment. Marine Geology, 51. p. 63-76.

5. WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. (1983). Morphodynamics of Beach and Surf Zone in Australia. Handbook of Coastal Processes and Erosion. CRC Press. P. 35-64.