



## Influência do Vento Sob Encapsulamentos de Terra/Pântano

Douglas Iceri Lasmar, Georadar Levantamentos Geofísicos S. A.

Ricardo de Faria Barcelos, Georadar Levantamentos Geofísicos S. A.

Bruno Henrique de Moura Martins, Georadar Levantamentos Geofísicos S. A.

Franklim Roberto Lima Santos, Georadar Levantamentos Geofísicos S. A.

Copyright 2013, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 13<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 26-29, 2013.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 13<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

### Abstract

The influence of wind on seismic acquisition is a process known and several mitigation techniques are employed in search for better results. A change point repeatedly sought, are the sensors encapsulation with better aerodynamic shape and less susceptible to the influence of external noise, however, in certain situations the use of these encapsulations may not be suitable for the environment, in addition, in areas where the receivers are subject to multiple environments, such as transition zones or floodable areas the logistics management may become extremely complex, increasing operational costs, especially in 3D acquisitions with limited access. This article aims to evaluate how the noise levels generated by wind interact with the two sensor encapsulation commonly used in transition zones and/or areas subject to flooding.

### Resumo

A influência do vento em aquisições sísmicas é um processo conhecido e diversas técnicas de atenuação são empregadas em busca de melhores resultados. Um ponto de alteração recorrentemente procurado, são encapsulamentos de sensores com melhor formato aerodinâmico, menos susceptíveis a influência de ruídos externos, no entanto, em situações específicas a utilização destes encapsulamentos pode não ser adequada ao ambiente, adicionalmente, em áreas onde os receptores estão sujeitos a múltiplos ambientes, como zonas de transição ou áreas alagáveis o gerenciamento logístico da operação pode tornar-se extremamente complexo, especialmente em aquisições 3D com acessos limitados, aumentando as despesas operacionais. Este artigo visa, portanto, avaliar como os níveis de ruído gerados pelo vento interagem com dois tipos de encapsulamentos normalmente utilizados em zonas de transição e/ou sujeitas a alagamento.

### Introdução

Métodos de aquisição sísmica através de sensores 1C ou 3C objetivam mensurar reflexões das camadas do subsolo e seus arranjos e parâmetros atenuar ruídos externos ou inerentes à superfície de aquisição. A influência de ruídos na aquisição sísmica pode degradar o sinal sísmico inviabilizando a operação de registros temporariamente. Em áreas onde ventos fortes persistem, esforços adicionais podem ser necessários para superar o ruído gerado pelo deslocamento de ar. Independente da situação, o ruído pode aumentar significativamente o custo de aquisição de dados sísmicos.

Diferentes trabalhos trataram o problema de ruídos gerados por vento avaliando sensores na superfície, enterrados em diferentes profundidades, tipos de superfícies e técnicas de plantio na tentativa de mensurar e reduzir os efeitos de ruídos gerados por ventos na aquisição sísmica.

Experimentos conduzidos em campo por Bland & Gallant (2001) demonstram uma correlação entre profundidade dos sensores e atenuação do ruído, observando uma maior relação para componentes horizontais. Resultados apontam para um decaimento linear da relação sinal ruído com o aumento da velocidade do vento. Mucciarelli (2005) apresenta experimentos e simulações numéricas para um ambiente controlado, correlacionando diferentes velocidades do vento e ruídos gerados na superfície. Barajas-Olalde (2011) conduziu experimentos para sensores 3C em superfície e enterrados, utilizando como fonte um túnel de vento adaptado. Resultados apresentam uma relação de velocidade versus ruído para todo o espectro de frequência.

O objetivo deste trabalho é uma tentativa de avaliar efeitos do vento sob encapsulamentos de terra e de pântano em sensores sísmicos. Os dois modelos foram selecionados, pois, são amplamente utilizados em diversas áreas e diferenças nas dimensões e disposição dos cabos no solo podem levar a diferentes respostas aerodinâmicas no comportamento dos sensores na presença de ruídos externos, como ventos incidentes no ambiente de operação.

Dois experimentos foram realizados, primeiramente com uma fonte controlada onde a velocidade do vento era conhecida e posteriormente em campo onde grupos de sensores foram distribuídos ao longo da linha sísmica.

## Metodologia Experimental

Para a avaliação experimental da influência de ruídos ambientais causados por vento nos encapsulamentos de pântano e terra foram realizados dois experimentos

### 1) Experimento com fonte controlada

O primeiro experimento consiste na análise de dados de duas redes de geofones com encapsulamento distintos, sob efeito de uma fonte controlada. Os itens utilizados no primeiro experimento foram:

- 1x Anemômetro Icel NA-3050
- 1x Sistema de aquisição Sercel Unite
- 1x Rede de Geofone 3x2 SG10 encapsulamento de terra
- 1x Rede de Geofone 3x2 SG10 encapsulamento de pântano
- 1x Fonte controlada de deslocamento de ar (100W)
- 1x Desacoplador de ar/poliuretano

Inicialmente as redes foram espalhadas ao longo de 60 cm com seus elementos intercalados, conforme Figura 1, e medido o nível de ruído ambiental da área.



Figura 1: Arranjo de Geofones

No momento em que os valores de ruído ambiental estabilizaram-se abaixo de 10 microvolts, a fonte foi posicionada diretamente sobre o solo a 230 cm de distância dos arranjos, conforme Figura 2. Visto que o objetivo deste ensaio era medir a influência mecânica da fonte sobre os sensores, o deslocamento de ar não foi direcionado aos geofones, de modo a não influenciar nas medições.

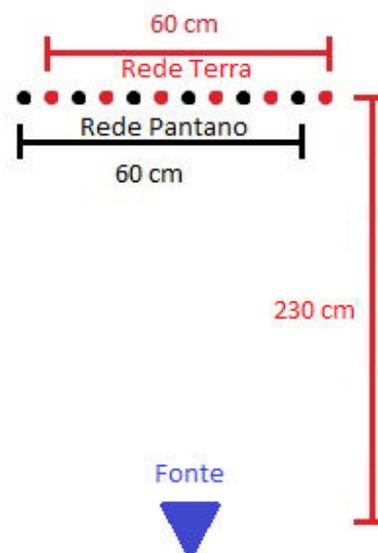


Figura 2: Influência Mecânica da Fonte

Depois de determinada a influência do mecanismo da fonte sobre os sensores, o mesmo ensaio foi repetido, utilizando atenuadores de Ar/Poliuretano entre o solo e a fonte. Os atenuadores foram incrementados até que a influência da fonte não fosse mais perceptível (ou seja, que os níveis de ruído ambiental sem a fonte fossem retomados).

Após a fonte ser desacoplada do solo, o deslocamento de ar gerado foi direcionado as redes de geofones. O ajuste de saída da fonte foi de 7.2m/s medido imediatamente a frente dos sensores. O valor escolhido, por possuir características limites em uma aquisição sísmica regular, foi de brisa moderada, que indica movimento de galhos de arvores na escala Beaufort.

Após os testes com as redes de geofones de terra e pântano intercaladas, novos ensaios foram realizados separando as redes, conforme Figura 3. Enquanto uma rede permanecia sob efeito da fonte, a outra foi deslocada para uma posição afastada que não sofresse efeito do deslocamento de ar.



Figura 3: Análise dos Sensores sob Efeito da Fonte de Deslocamento de Ar

De maneira a complementar os resultados do primeiro experimento, dois ensaios adicionais foram realizados para verificar a individualidade dos sensores. O teste

consiste em retirar os atenuadores fonte/solo e posicionando a fonte próxima a uma das redes, medir a influência da movimentação mecânica da fonte sobre os sensores a diferentes distâncias. A Figura 4 apresenta esquematicamente o ensaio complementar e a Figura 5 o plantio dos geofones de pântano em teste.

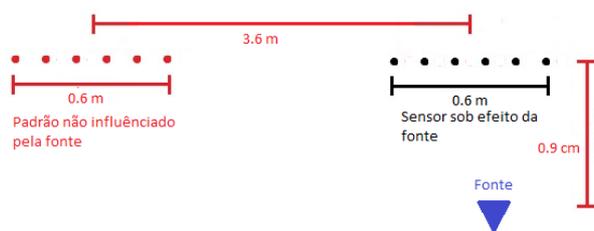


Figura 4: Teste de Individualidade de Sensores

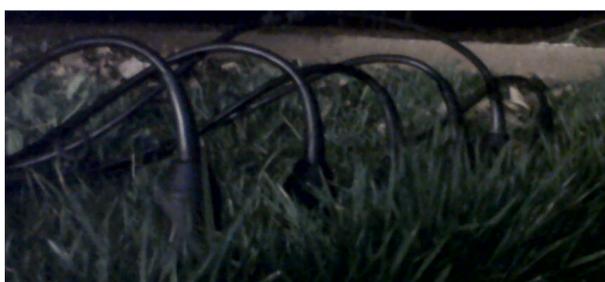


Figura 5: Geofones de Pântano em Teste

## 2) Experimento em Campo

O segundo experimento consiste coletar dados em campo em áreas notadamente ruidosas e com maior número de receptores.

Para este segundo experimento, realizado ao longo de três diferentes dias, foram utilizados:

- 1x Sismografo Sercel 428XL
- 100x Geofones de terra SG10 de 6 elementos
- 100x Geofones de pântano SG10 de 6 elementos
- 100x Geofones de pântano CT32 de 6 elementos

Visto que os ensaios foram realizados em um projeto real e, que o objetivo visa principalmente a comparação entre diferentes encapsulamentos, as redes 3x2 foram modificadas para arranjos 6x2, permanecendo os parâmetros de arranjo de geofones adotados no projeto.

Após a modificação das redes, três linhas paralelas de receptores foram montadas. A primeira utilizando sensores CT32 com encapsulamento de pântano, a segunda utilizando sensores SG10 com encapsulamento de terra e a terceira utilizando sensores SG10 com encapsulamento de pântano.

A Figura 6 apresenta as três linhas de receptores com diferentes encapsulamentos sendo monitoradas. Já a Figura 7, Figura 8 e Figura 9 apresentam os sensores em áreas com diferentes recobrimentos de vegetação.



Figura 6: Monitoramento de Linhas de Receptores



Figura 7: Sensores em Área de Pasto



Figura 8: Sensores em Áreas de Cerrado



Figura 9: Sensores em Áreas de Transição

Após o plantio dos diferentes sensores ao longo das linhas de aquisição sísmica, os níveis de sinal dos registros realizados e os níveis de ruído ambiental foram monitorados em diferentes dias e horários.

## Resultados

O primeiro experimento com fonte controlada indica que o nível de ruído ambiental, na área onde os sensores foram avaliados e sem influência aparente de deslocamento de ar, possuíam valor médio de 7,45 microvolts, variando entre 5 e 9 microvolts. A rede de geofones de terra apresentou nível de ruído médio (0,46 microvolts) levemente superior.

A Figura 10 apresenta uma das medições do nível de ruído ambiental na área.

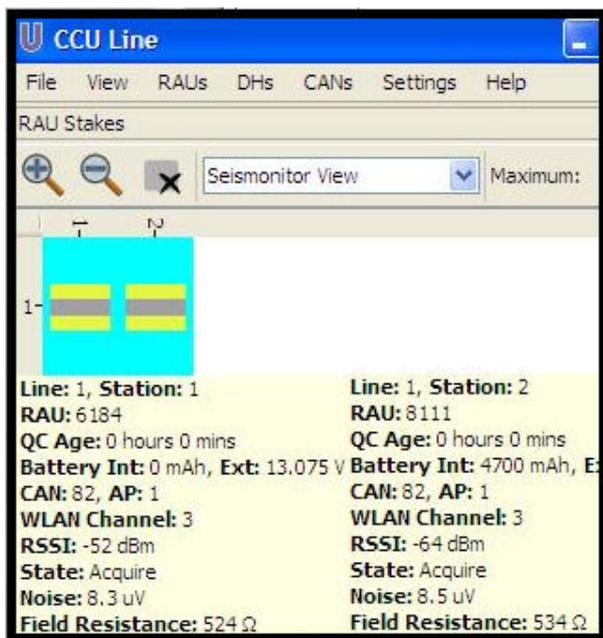


Figura 10: Medida de Nível de Ruído Ambiental

O acionamento da fonte apoiada diretamente sobre o solo, causou um incremento médio de 9 microvolts às leituras dos sensores, com medições variando entre 13,7 e 21,5 microvolts. A diferença média entre os valores adquiridos pela rede de terra e pântano continuou consistente e proporcional aos novos níveis de ruído ambiental medido.

Após o desacoplamento da fonte ao solo, através da introdução de sistema atenuador ar/poliuretano, os níveis de ruído ambiental iniciais foram retomados, com valor médio de 7,41 microvolts.

Com a fonte já desacoplada do solo e após ajuste de velocidade do vento para 7,2m/s foram realizadas as medidas de influência sobre os dois tipos de encapsulamento.

- Quando os dois encapsulamentos estavam intercalados os valores médios de ruído ambiental foram de 6,28 microvolts tanto para encapsulamento de terra quanto de pântano;

- Quando os sensores foram separados, ficando somente o encapsulamento de terra sob efeito da fonte, o valor médio do ruído ambiental foi de 5,54 microvolts para encapsulamento de terra e 5,9 microvolts para encapsulamento de pântano;
- Por fim, ficando somente o encapsulamento de pântano sob efeito da fonte, o valor médio de ruído ambiental medido pelos geofones com encapsulamento de pântano foi de 5,82 microvolts, enquanto que para o encapsulamento de terra o valor médio foi de 5,9 microvolts.

Para o teste adicional realizado no primeiro experimento, visando certificar a individualidade das redes, o resultado foi como esperado, quando a fonte apoiada diretamente sobre o solo estava posicionada próximo à rede de geofones de terra, o nível de ruído ambiental era notadamente maior na rede de geofones de terra, já quando a fonte apoiada diretamente sobre o solo estava próximo a rede de geofones de pântano, o nível de ruído ambiental era notadamente maior na rede de geofones de pântano.

A Figura 11 apresenta a medição do ensaio de individualidade dos sensores, onde na Figura 11A, a fonte esta próxima (90cm) ao sensor com encapsulamento de pântano (receptor 1 da linha 1), e na Figura 11B, a fonte esta próxima ao sensor com encapsulamento de terra (receptor 2 linha 1)

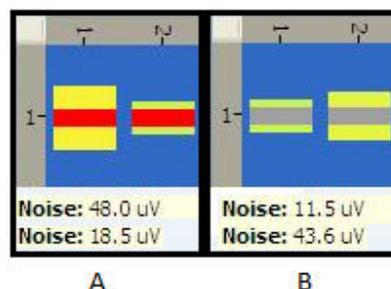


Figura 11: Teste de Individualidade dos Sensores

Para o segundo experimento, visualmente não foi possível detectar diferenças nos níveis de ruído ambiental entre os sensores de SG10 de Pântano e de Terra. Para os Sensores CT32, o nível de ruído ambiental medido em microvolts, foi menor, como esperado, já que a sensibilidade do sensor CT32 é de 19,7V/m/s enquanto a sensibilidade dos sensores SG10 é de 22,8V/m/s.

As Figura 12 e 13 apresentam os níveis de ruído ambiental em dois momentos distintos, onde a LR05 (ponto) representa as redes de geofones de pântano CT32, a LR06 (quadrado) representa as redes de geofones de terra SG10 e a LR07 (triângulo) representa as redes de geofones de pântano SG10. Ressalta-se que este par de gráficos foi escolhido por apresentar trechos com diferentes níveis de ruído.

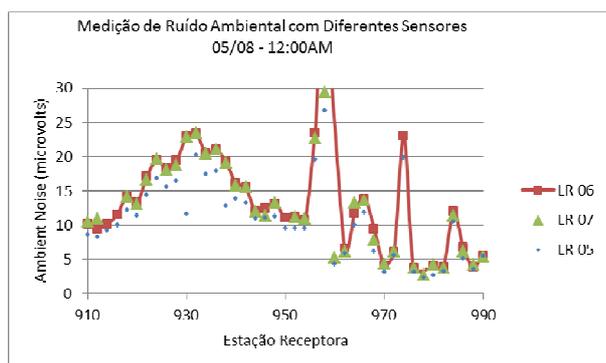


Figura 12: Ruído Ambiental 05/08/ 2012 - 12:00AM

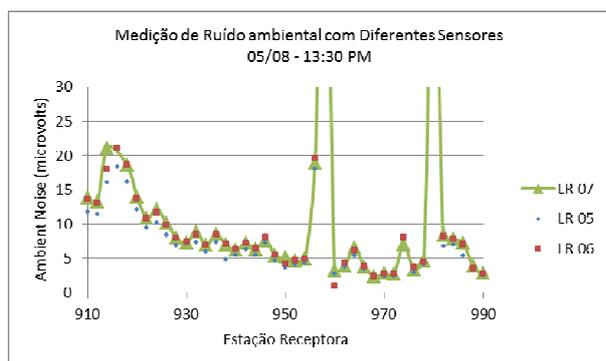


Figura 13: Ruído Ambiental 05/08/ 2012 - 13:30AM

## Conclusões

Os dados adquiridos em ambiente controlado, apresentaram baixa variação nos níveis de ruído ambiental (0,5 microvolts) mesmo sob efeito direto de massas de ar deslocando-se horizontalmente a superfície, inviabilizando concluir, por exemplo, que encapsulamentos de pântano são mais susceptíveis a ruídos causados por vento.

Para níveis de ruído ambiental variando entre 5 e 9 microvolts, a influência do vento (de 7,2m/s) sobre os diferentes encapsulamentos não se sobressaiu de maneira significativa. Para os testes experimentais em campo, tão pouco se pode observar, na área onde o experimento foi realizado, características que indiquem maior susceptibilidade de ruído ambiental devido ao tipo de encapsulamento.

Conclui-se que os níveis de ruído provenientes do ambiente são originados de diversas fontes, e que o deslocamento de ar horizontal sobre os encapsulamentos teve importância secundária nos experimentos realizados. Ressalta-se, no entanto, que isto não significa que o deslocamento de ar tenha importância secundária no nível total de ruído ambiental. Análises complementares sobre movimento de estruturas e do próprio solo devem ser avaliados em aquisições reais.

Por fim, para correta caracterização da influência do vento sobre diferentes encapsulamentos, sugere-se que

experimentos adicionais em áreas controladas com menor nível de ruído ambiental sejam realizados. Para aquisições em campo, sugerem-se testes experimentais antes da definição de sensores, pois a troca dos mesmos pode não ser suficiente para atenuação significativa dos níveis de ruído do ambiente.

## Agradecimentos

A Georadar Levantamentos Geofísicos S. A. por disponibilizar os equipamentos necessários à execução do experimento.

## Referências

- Mucciarelli M., Gallipoli M.R., Di Giacomo D., Nota F. and Nino E. [2005] The influence of wind on measurements of seismic noise, *Geophysical Journal International*, 161, 303-308.
- Bland H.C. and Gallant, E.V. [2001] Wind noise abatement for 3-C geophones, *CREWES Research Report*, Vol. 13, 1-15.
- H. C. Bland and E. V. Gallant, CREWES, University of Calgary, Avoiding wind noise: How helpful is geophone-burying? *CSEG Geophysics* 2002