



3D. Vermeer, 2002 fez aprimoramentos nesses dois métodos de otimização e conseguiu minimizar variáveis e incertezas que eram inerentes aos métodos *LUG* e *MKB*.

### Metodologia

Como um desenho de aquisição deve levar em consideração os riscos inerentes à operação sísmica, a qualidade geofísica dos dados, o esforço operacional, o custo e o tempo, estamos propondo uma função aquisição que contemple as peculiaridades do modelo geológico, os parâmetros do desenho de aquisição com todos esses aspectos inseridos e posteriormente invertemos os resultados para verificar qual o conjunto de parâmetros com os aspectos menor tempo e menor custo resultam no melhor conjunto de dados para o modelo geológico de uma determinada bacia sedimentar (Figura 02).

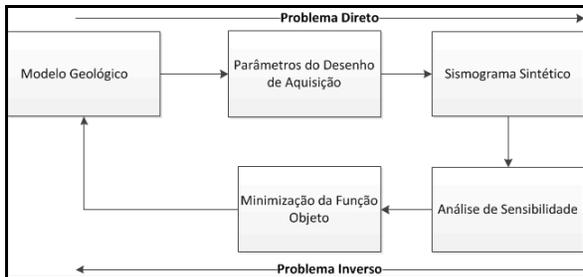


Figura 02- Fluxo para construção dos modelos diretos e inversos.

Para a construção dos modelos diretos consideramos:

- Diferentes Cenários Geológicos - alvos rasos e profundos;
- Diferentes *layouts* de aquisição;
- Diferentes Tipos de Fontes;
- Diferentes Arranjos - fonte e receptores (multicomponente);
- Modelagem dos Sismogramas Sintéticos - para meios acústico e ou elástico;
- Processamento dos Sismogramas Sintéticos - dado processado com migração para avaliar qual a melhor resposta dos parâmetros de entrada que foram modelados;
- Análise dos Custos Operacionais envolvendo: Abertura das Linhas de Tiro (LT), Abertura das Linhas Receptoras (LR); Quantidade de Estações Receptoras (ER) e Pontos de Tiro (PT); Arranjo de Geofones; Arranjo de Cargas e Tempo de Execução.

A princípio desenha-se uma Função Aquisição que é um funcional integrado que tem dependência direta com: Intervalo entre Linhas de Tiro (ILT), Intervalo entre Linhas Receptoras (ILR), Intervalo entre Estações Receptoras (IER), Intervalo entre Pontos de Tiro (IPT), Arranjo de Tiros e Receptores, Tamanho do *Spread*, Custo e Tempo.

Pretende-se desta forma, obter parâmetros que resultem em melhores levantamentos sísmicos 3D, tanto para reconhecimento regional, global ou de exploração para uma determinada bacia sedimentar. Os modelos diretos

têm como parâmetros de entrada as seguintes informações (Figura 03):

- Qual é a menor dimensão lateral (do alvo) da feição geológica que será imageada?
- Qual é a profundidade do alvo mais raso?
- Qual é a profundidade do alvo mais profundo?
- Qual é o empilhamento necessário para criar uma imagem aceitável em profundidade do alvo principal?

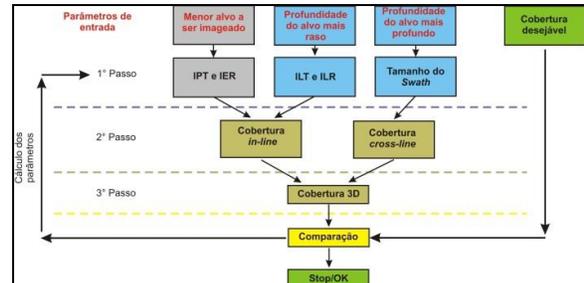


Figura 03- Arquitetura básica de desenho de aquisição sísmica 3D (adaptado de Hardage, 2010).

Para subsidiar as questões levantadas anteriormente, quantificou-se baseado nas informações geológicas e ou geofísicas já existentes da área, o tamanho do *bin*, o espaçamento entre ILT, ILR, quantidade e comprimento das linhas receptoras no *template*, e rolagem do *template*. Estimou-se a cobertura nominal e o melhor *layout* de aquisição. Essas questões constituíram o problema direto do ponto de vista geológico/geofísico (Figura 02). Seus resultados são apresentados na sessão seguinte.

### Resultados

Foram construídos desenhos de aquisição para as bacias sedimentares (Acre; Solimões; Amazonas; Parnaíba, Sergipe Alagoas, Recôncavo e Potiguar) brasileiras partindo da premissa da profundidade dos alvos mais rasos e mais profundos (Tabela 01).

Tabela 01 - Parâmetros de entrada para construção dos modelos diretos.

PARÂMETROS	BACIAS						
	Acre	Solimões	Amazonas	Parnaíba	Sergipe-Alagoas	Recôncavo	Potiguar
Tamanho do bin (m)	12,5 X 12,5	20,0 X 20,0	20,0 X 20,0	25,0 X 50,0	12,5 X 12,5	12,5 X 12,5	25,0 X 50,0
IPT (m)	25	40	40	100	25	25	100
IER (m)	25	40	40	50	25	25	50
ILT (m)	200	200	200	300	200	250	50
ILR (m)	200	280	200	200	100	325	50
Xmin	283	344	283	361	224	410	71
Offset mínimo (m)	17,68	28,28	28,28	55,90	17,68	17,68	25,00
Offset máximo (m)	5368,92	6378,78	6185,22	3354,57	1324,88	4157,11	1985,10
Nº de canais ativos	400	300	300	120	96	280	80
Número de linhas no <i>template</i>	20	16	16	16	12	14	8
Salva	8	7	5	2	4	13	1
Densidade de informações (traços/km²)	1600000	600000	600000	64000	230400	627200	128000
Cobertura	250	240	240	80	36	98	160
Layout	Ortogonal	Ortogonal	Ortogonal	Ortogonal	Ortogonal	Ortogonal	Swath

Esses modelos foram construídos baseado em alguns levantamentos realizados anteriormente. Nas Figuras 04 - 10 apresentamos os resultados dos modelos diretos,

nessas figuras tem-se a distribuição de traços por *offsets* e azimutes para dois diferentes *offsets* máximos.

Considerações: Bacia Sergipe Alagoas (Figura 04) - objetivos: óleo, gás e evaporitos

- rica distribuição de *offsets* na faixa de interesse, o que implica numa análise de velocidade eficiente, assim como precisas correções normais de sobretempo e migração;
- ampla distribuição de azimutes o que possibilita uma melhor iluminação do objetivo;
- baixa cobertura, sendo necessário recorrer ao agrupamento de *bins* (*superbins*) que deve ter tamanho tal que minimize as perdas de resolução (recorre-se à primeira Zona de *Fresnel* antes da migração); e
- levantamento relativamente barato.

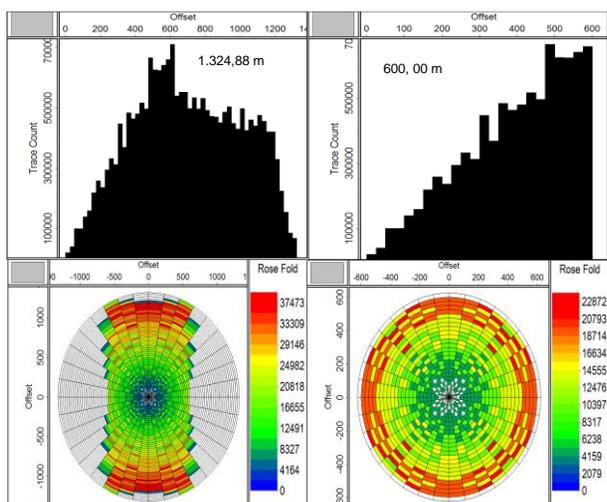


Figura 04 - Distribuição dos traços por *offset* (1.324,88 m e 600,00 m) e azimute - Bacia Sergipe Alagoas.

Bacias Acre (Figura 05), Solimões (Figura 06) e Amazonas (Figura 07) - objetivos: óleo leve e gás

- rica distribuição de *offsets* na faixa de interesse, o que implica numa análise de velocidade eficiente, assim como precisas correções normais de sobretempo e migração;
- ampla distribuição de azimutes o que possibilita uma melhor iluminação do objetivo;
- alta cobertura; e
- levantamento relativamente caro.

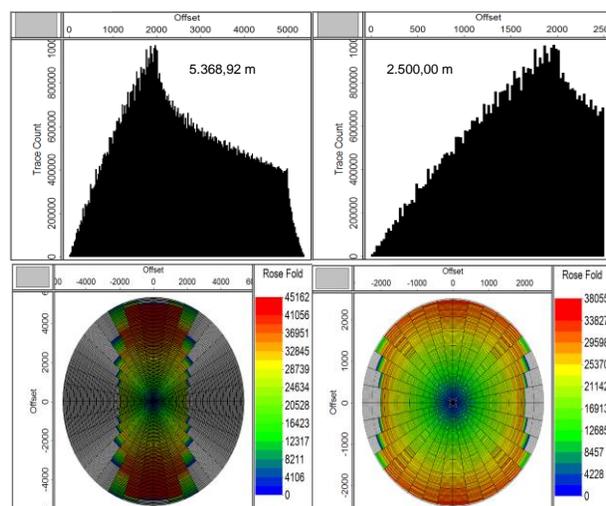


Figura 05 - Distribuição dos traços por *offset* (5.368,92 m e 2.500,00 m) e azimute - Bacia Acre.

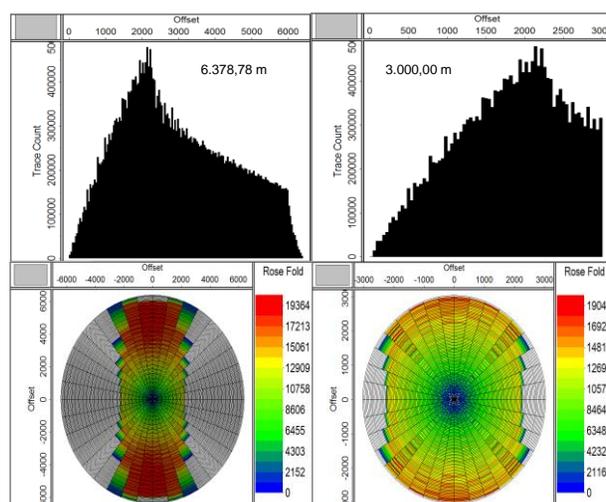


Figura 06 - Distribuição dos traços por *offset* (6.378,78 m e 3.000,00 m) e azimute - Bacia Solimões.

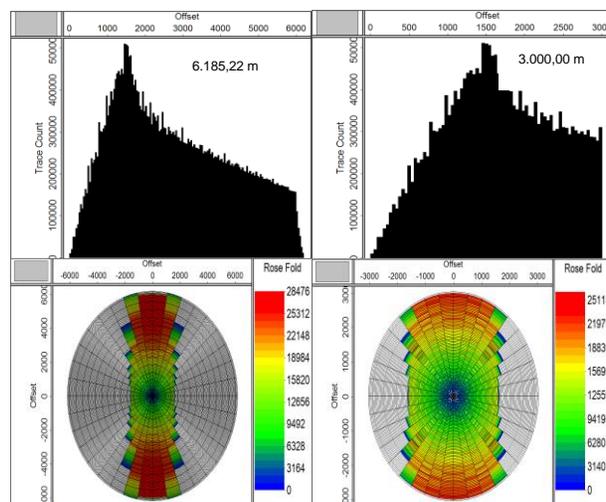


Figura 07 - Distribuição dos traços por *offset* (6.185,22 m e 3.000,00 m) e azimute - Bacia Amazonas.

Bacia Parnaíba (Figura 08) - objetivo: gás

- descontínua distribuição de *offsets* na faixa de interesse;
- ampla distribuição de azimutes o que possibilita uma melhor iluminação do objetivo;
- média cobertura; e
- levantamento relativamente barato.

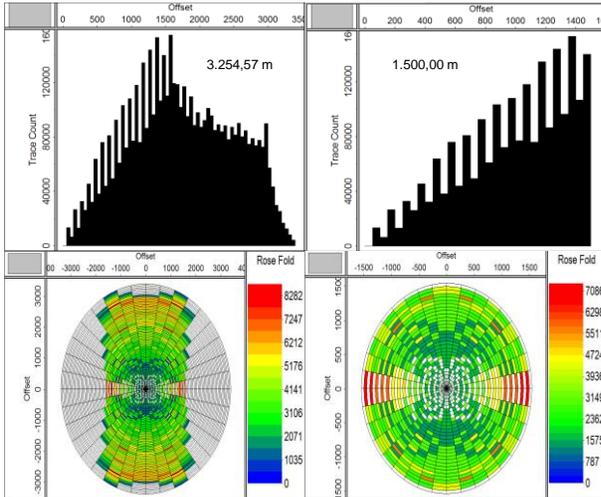


Figura 08 - Distribuição dos traços por *offset* (3.354,57 m e 1.500,00 m) e azimute - Bacia Parnaíba.

Bacia Recôncavo (Figura 09) - objetivos: óleo leve e gás

- rica distribuição de *offsets* na faixa de interesse;
- ampla distribuição de azimutes o que possibilita uma melhor iluminação do objetivo;
- média cobertura; e
- levantamento relativamente caro.

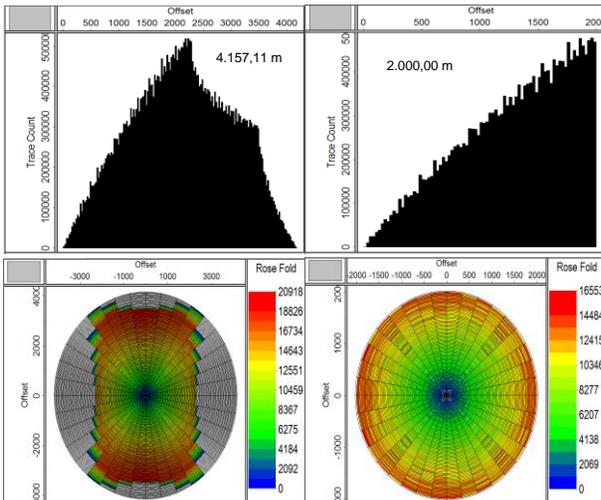


Figura 09 - Distribuição dos traços por *offset* (4.157,11 m e 2.000,00 m) e azimute - Bacia Recôncavo.

Bacia Potiguar (Figura 10) - objetivo: óleo

- contínua distribuição de *offsets*;
- baixa distribuição de azimutes; e

- levantamento relativamente barato.

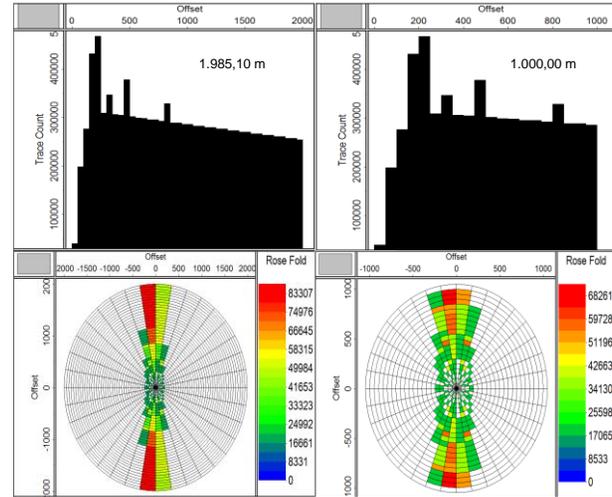


Figura 10 - Distribuição dos traços por *offset* (1985,10 m e 1.000,00 m) e azimute - Bacia Potiguar.

No resumo dos parâmetros apresentados na Tabela 01 observa-se que o levantamento da Bacia do Acre tem um *bin* relativamente pequeno com um *template* que favorece uma cobertura máxima e uma rica distribuição de azimutes para os *offsets* mais longos e mais curtos. A distribuição de traços por *offset* é mais contínua quando comparado com os outros levantamentos. Esse levantamento foi modelado com o intuito de se fazer um comparativo com os levantamentos já realizados. Ressalta-se que a densidade de informações é 2,6 vezes maior quando comparado com os levantamentos da Bacia do Amazonas e Solimões que representam campanhas sísmicas já realizadas.

Os *layouts* de aquisição foram ortogonais em sua maioria e um com LT e LR coincidentes (denominado *swath*). Essas variações na geometria de aquisição teve relação direta com a resposta técnica do programa e seu custo agregado devido ao fato do levantamento com LR e LT coincidentes envolver uma mobilização de materiais e equipamentos menor quando comparado aos levantamentos ortogonais.

### Considerações

Este trabalho apresenta resultados preliminares da formulação do problema direto para otimização dos parâmetros de aquisição sísmica terrestre 3D. É parte de uma proposta metodológica de abordagem ao problema de desenhos de aquisição ótimos do ponto de vista técnico e operacional em desenvolvimento como parte do estágio pós-doutorado na Universidade Federal da Bahia. Os resultados apresentados constituem uma primeira etapa do problema direto que é a análise dos levantamentos já realizados analisando apenas os parâmetros IPT, IER, ILT, ILR e geometria. Aspectos relacionados aos arranjos de fonte e receptor, modelagem dos sísmogramas, análises de custo e tempo constituirão a etapa final dos modelos diretos que terá uma tratativa de análise de sensibilidade para verificar a correlação entre os parâmetros e os resultados dos modelos.

**Agradecimentos**

Os autores agradecem a empresa Georadar Levantamentos Geofísicos S.A. pela oportunidade de participar dos trabalhos de aquisição sísmica. A Universidade Federal da Bahia pela possibilidade de realização do estágio de pós-doutorado no Centro de Pesquisa em Geofísica e Geologia (CPGG/UFBA). Ao CNPq/MCT pelo apoio ao projeto INCT-GP e ao PhD Frank Falkenhein pela consultoria nos assuntos referentes à geologia das bacias sedimentares brasileiras.

**Referência**

Banco de Dados de Exploração e Produção - BDEP, Disponível em <http://www.bdep.gov.br>. Acesso em: 24/03/2013.

Cordson, A., Galbraith, M., e Peirce, J., 2008, Planning Land 3-D Seismic Surveys (Geophysical Development Series, V. 9.), SEG.

Hardage, B., 2010, 3-D Design Philosophy – Part 1: Target Size, AAPG.

Liner, C. L., Underwood, W. D., e Gobeli, R., 1999, 3-D seismic survey design as an optimization problem, The Leading Edge 18, 1054.

Morrice, D. J., Kenyon, A.S., e Beckett, C. J., 2001, Optimizing operations in 3-D land seismic surveys, Geophysics 66, 1818.

Organização Nacional da Indústria do Petróleo - ONIP, 2003, Situação da Sísmica Terrestre no Brasil - Projeto ONIPGEO, editora Omip, 116p.

Vermeer, Gijs J.O., 2003, 3D seismic survey design optimization: The Leading Edge, October, 934-941.