



Estudo de viabilidade e análise de desempenho na compactação sísmica

Renan de Jesus Melo, Frank Cenci Bulhões, André Queiroz Fernandes, Bruno de Albuquerque da Graça e Costa, Tiago Amadeu Dall'Oglio, Ricardo de Campos Costa Nascimento, Renato Santiago Silva, Flávio Ferreira Carneiro, Leonardo Matriciano Couto, Petrobras
Gerardo González, AspenTech

Copyright 2022, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no IX Simpósio Brasileiro de Geofísica, Curitiba, 04 a 06 de outubro de 2022. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do IX SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Resumo

A compressão digital apresenta-se como um recurso capaz de reduzir o tamanho de arquivos sísmicos, otimizando o tráfego de rede e gerando economias em custos de armazenamento. Na plataforma EPOS19, realizou-se um ensaio que mediu o impacto da compactação a partir da caracterização dos resíduos entre a imagem original e sua versão compactada. Dentre as opções de compactação presentes na plataforma, constatou-se que 3,3x é um parâmetro seguro para atender às atividades de interpretação exploratória.

Introdução

Dados sísmicos são essenciais para a prospecção de reservas de hidrocarbonetos e para o estudo de estratégias de exploração/manutenção de campos de produção. A evolução das técnicas de aquisição e processamento têm propiciado imagens mais sofisticadas da subsuperfície, resultando em arquivos cada vez maiores. Nesse contexto, a compactação de dados apresenta-se como um recurso interessante, que reduz o tempo de transmissão dos arquivos via rede e ainda pode gerar economias com dispositivos de armazenamento (HDs, SSDs, fitas magnéticas etc.).

Tipos de compactação

Os algoritmos de compactação são separados, de modo geral, em dois tipos: “sem perdas” onde o arquivo descompactado é idêntico ao original; e o “com perdas” onde o arquivo descompactado é uma aproximação aceitável do original (BULCÃO, 2004; SILVA, 2014, grifo nosso).

A classificação “com perdas” se refere às diferenças entre os arquivos antes e após a compactação. O quão aceitável será essa diferença depende da finalidade à qual um dado se destina.

Desse modo, alguns *softwares* permitem parametrizar a compactação de modo a controlar a severidade dessas diferenças. A depender do contexto, pode-se otimizar o custo/benefício entre o tamanho do arquivo e a informação preservada após a compressão.

A plataforma de gerenciamento de dados sísmicos EPOS19 traz a compactação de dados como um recurso embarcado. Neste trabalho, buscou-se um parâmetro de compressão que minimizasse o tamanho dos arquivos sem prejudicar a interpretação sísmica exploratória voltada para hidrocarbonetos.

Metodologia/ Problema Investigado

Um processamento sísmico 3D pós-empilhamento da bacia de Santos de 397 GB foi escolhido para o ensaio de compressão. Utilizou-se um volume parcial de 15GB e um completo de 397 GB para se avaliar o desempenho do algoritmo de compressão em função do tamanho do arquivo de entrada.

A compressão foi realizada em máquinas virtuais com diferentes perfis de recurso computacional: Básico (12 CPUs, 126GB RAM); Médio (32 CPUs, 253GB RAM); Avançado (60 CPUs, 600GB RAM).

Avaliaram-se os seguintes aspectos computacionais:

- Tamanho do arquivo após a compressão;
- Tempo de compressão;
- Eficiência na utilização do recurso computacional (processador e memória RAM).

A compressão disponível no EPOS19 utiliza um algoritmo otimizado baseado em transformada *wavelet* que é da categoria “com perdas”. O algoritmo de compactação não envolve recorte nem truncamento significativo dos dados. A interface traz opções predefinidas em ordem crescente de compactação: 3,3x, 5x, 11x, 15x, 22x. Em tese, quanto maior a compactação, maior será a diferença entre o dado original e o dado compactado (EMERSON, 2021).

A qualidade da imagem após a compactação pode, em princípio, influenciar a interpretação sísmica. Para avaliar quantitativamente essa hipótese, as imagens foram comparadas através do cálculo do resíduo, isso é, da subtração entre o dado original e sua versão compactada (Figura 1).

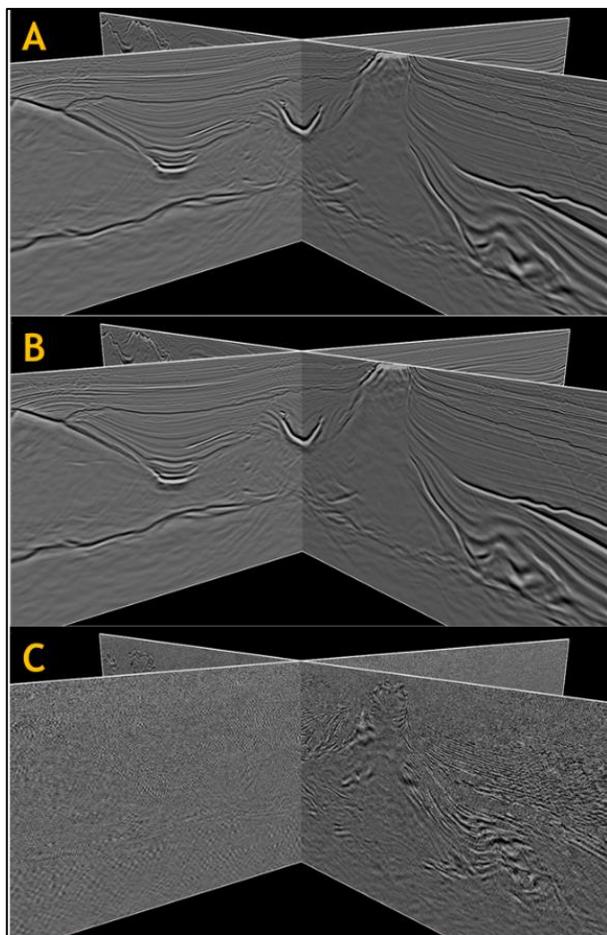


Figura 1 – Exemplo de cálculo de resíduo. A) Dado sísmico original; B) Dado sísmico compactado com fator 22x; C) Resíduo = Original – Compactado.

Em seguida, cada resíduo foi avaliado quanto a sua intensidade (média quadrática - RMS) e seu aspecto visual:

- Aleatório: quando o resíduo se assemelha a um ruído branco;
- Coerente: quando se identificam estruturas correlacionadas à geologia (acamamento, feições de sal, corpos de rochas vulcânicas etc.);
- Misto: pode ser aleatório ou coerente em diferentes regiões da imagem.

Por fim, com o intuito de avaliar o impacto da compressão ao longo do fluxo de interpretação, compararam-se os resíduos dos atributos gerados a partir dos dados compactados. Eles foram visualmente classificados com base na média quadrática em: Z para quase zero, P para pequeno, M para médio e G para grande.

Procedimentos de caráter geofísico quantitativo como análise de AVO, correlação com dados de poços e inversão sísmica **não** foram avaliados.

Resultados

A Figura 2 exibe o tamanho dos arquivos após a compressão para cada parâmetro (3,3x; 5x; 11x; 15x; 22x) predefinido na aplicação.

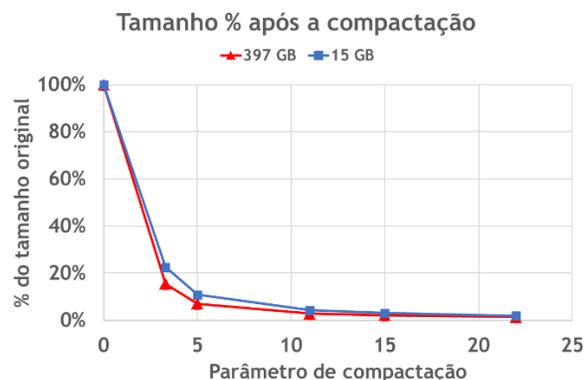


Figura 2 - Tamanho do arquivo (%) após a compactação para cada parâmetro predefinido. O parâmetro 3.3x já oferece redução substancial no tamanho do arquivo. Após 11x, o diferencial de redução é marginal.

As curvas de 15GB e 397GB apresentam um comportamento equivalente mesmo com um dos arquivos sendo aproximadamente 26 vezes maior que o outro. Portanto, o tamanho do arquivo de entrada não influencia substancialmente no resultado da compactação.

A redução no tamanho do arquivo não é linear: observou-se uma redução substancial (70% a 80%) já no primeiro parâmetro (3,3x). Nos parâmetros a partir de “11x” a taxa de redução tende a zero.

A velocidade média de compactação foi de 3,2GB/minuto. Apesar dos diferentes perfis de máquina virtual, não foi observada variação significativa nessa velocidade. Todos os perfis tinham a mesma GPU e talvez essa seja a razão para não haver variação na velocidade de compactação entre as diferentes máquinas.

Os dados após a compressão são visualmente indistinguíveis do original (Figura 3). Os resíduos evidenciam as diferenças sutis entre eles (Figura 4).

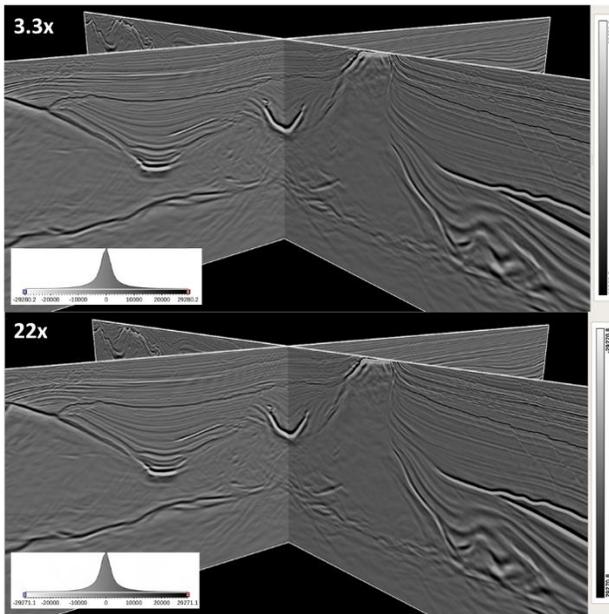


Figura 3 - Acima: compactação 3,3x (escala de cinza; módulo 29280,2); Abaixo: compactação 22x (escala de cinza; 29270,8). Ambas são visualmente indistinguíveis e seus histogramas (quadros à esquerda) são muito semelhantes.

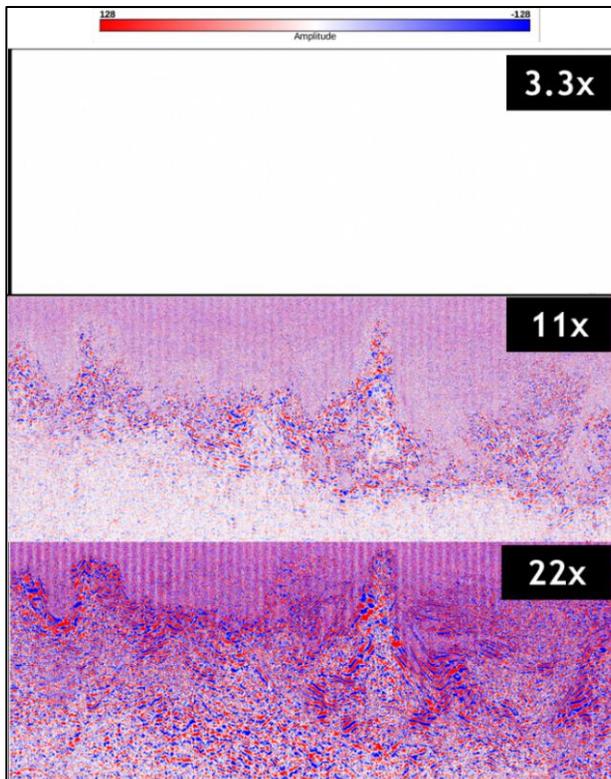


Figura 4 – Escala de vermelho (valores positivos) a azul (valores negativos). O resíduo 3.3x apresentou a menor média quadrática. Ela aumenta em função do parâmetro de compressão (11x e 22x) e estruturas correlacionadas à geologia passam a ser observadas.

O resíduo de 3,3x apresentou caráter aleatório de baixíssima intensidade (0,01% da RMS original). Após o parâmetro 11x, observam-se estruturas no resíduo que são correlacionadas à geologia retratada na imagem original. Além disso, a intensidade do resíduo aumenta (maior que 1% da RMS original) (Figura 4).

A plataforma de gerenciamento de dados EPOS19 traz um conjunto de atributos sísmicos predefinidos que podem auxiliar na atividade de interpretação. Aplicaram-se tais atributos tanto ao dado original quanto às versões comprimidas e, em seguida, computaram-se os resíduos. Os resultados das comparações foram sintetizados na Tabela 1 onde o caráter do resíduo e sua intensidade foram assinalados. A Figura 5 ilustra um dos atributos sísmicos presentes nessa tabela.

Discussão e Conclusões

A compactação com parâmetro de 3,3x reduziu substancialmente o tamanho dos arquivos (70% a 80%). O fabricante chama essa compressão de “Virtualmente sem perdas” (“*Virtually lossless*”) e tal denominação foi corroborada em nossos testes, pois seu respectivo resíduo apresentou aspecto aleatório (ruído branco) com baixíssima intensidade (aproximadamente 0,01% do RMS original). Além disso, os efeitos subsequentes na geração de diferentes tipos de atributos sísmicos foram desprezíveis.

Conclui-se que 3,3x é um parâmetro seguro para compactar os arquivos sísmicos pós-empilhamento com finalidade de atender à atividade de interpretação exploratória. As demais compressões são mais agressivas e poderiam ser utilizadas com ressalvas pois os resíduos evidenciaram a remoção/adição de valores intrinsecamente associados à geologia da imagem original (acamamento, corpos de sal, corpos ígneos etc.)

A velocidade média de compressão foi de 3,2 GB/min durante os ensaios. Essa velocidade pode variar dado que ela depende da infraestrutura disponível (rede, computador, dispositivo de armazenamento). Essa velocidade não melhorou em função do perfil de máquina e todos os perfis tinham a mesma GPU. Talvez, melhorando a GPU a velocidade de compressão aumente.

Para completar este estudo, seria necessária uma avaliação quantitativa dos impactos em estudos de AVO, 4D, inversão e amarração de poços. Porém, pelo caráter aleatório de baixa intensidade obtido em 3,3x, acredita-se haver baixa probabilidade desse nível de compressão prejudicar tais análises.

Agradecimentos

Agradecemos aos consultores da Petrobras pelo auxílio prestado na condução dos ensaios de compressão e pelo fornecimento de referências nesse tema.

Agradecemos aos consultores da AspenTech por compartilharem um estudo sobre o recurso de compactação incorporado na versão EPOS19.

Referências

BULCÃO, A. **Modelagem e Migração Reversa no Tempo Empregando Operadores Elásticos e Acústicos**. Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2004.

EMERSON, **Compression Roaming: guia de validação de qualidade de compactação de dados sísmicos**. [S.l.], 2021. Arquivo de texto, 6,34 MB.

SILVA, P. H. R. **Compressão de dados sísmicos com perda controlada**. 2014. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – UFRJ, Rio de Janeiro, 2014.

Tabela 1 - Avaliação dos resíduos por atributos. Aspecto visual: Aleatório, Coerente ou Misto. Intensidade: quase zero (Z), pequena (P), média (M) e grande (G). Parâmetro 3,3x (verde): apresentou o menor resíduo em todos os atributos.

Atributo \ compressão	3.3x	5x	11x	15x	22x
Refletividade	Aleatório Z	Aleatório P	Coerente P	Coerente M	Coerente G
Amp-Weighted Inst. Frequency	Aleatório Z	Aleatório P	Aleatório M	Aleatório G	Aleatório G
Amp-Weighted Inst. Phase	Coerente Z	Coerente P	Misto M	Misto G	Misto G
Average Frequency	Misto Z	Misto P	Misto M	Misto M	Misto M
Cosine of Inst. Phase	Aleatório Z	Aleatório Z	Aleatório P	Aleatório M	Misto P
Dominant Frequency	Aleatório Z	Aleatório Z	Coerente P	Coerente P	Coerente M
Inst. Frequency	Aleatório Z	Aleatório Z	Aleatório Z	Aleatório P	Coerente P
Inst. Phase	Misto Z	Misto Z	Misto P	Misto M	Misto G
RMS Frequency	Aleatório Z	Aleatório Z	Aleatório Z	Aleatório P	Coerente P
RMS Amplitude	Aleatório Z	Aleatório P	Misto P	Misto M	Misto G
Standard Deviation of Frequency	Aleatório Z	Aleatório Z	Aleatório P	Misto P	Misto P
Weighted Mean Frequency	Aleatório Z	Aleatório P	Aleatório P	Misto P	Misto M

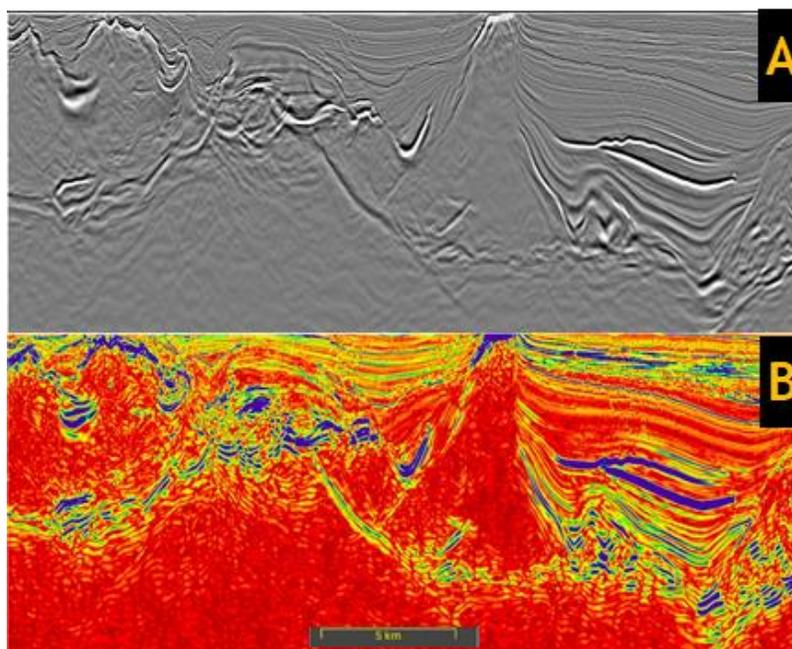


Figura 5 – Exemplo de atributo sísmico. A: imagem original; B: atributo “RMS Amplitude”.