

# REDEFININDO A MODELAGEM

Bruno de Ribet, da Paradigm, EUA, descreve como as soluções de software integradas estão gerando valor agregado às operações de E&P no Brasil.

**A** complexidade estrutural e estratigráfica dos reservatórios brasileiros e os riscos associados ao seu desenvolvimento, em especial nas áreas do pré-sal, exigem tecnologias avançadas que possam ser usadas diariamente durante todo o ciclo de exploração e produção.

Para enfrentar esses desafios, as empresas de petróleo e gás em todo o setor energético estão implantando aplicações corporativas como substitutas para múltiplas soluções não integradas. Essas aplicações visam melhorar a visibilidade e padronizar o controle do processo em todas as disciplinas, para todos os tipos

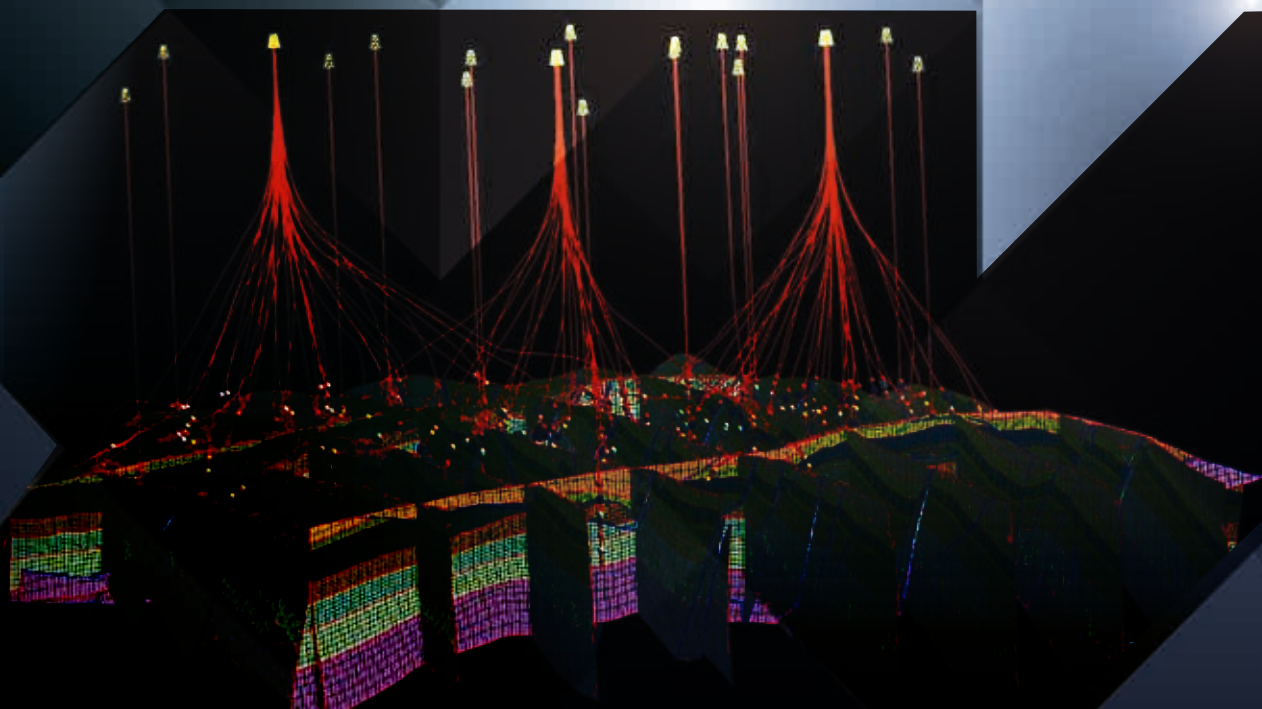


Figura 1. Modelagem da interpretação estrutural real com a exclusiva tecnologia de Transformada UVT 3D.

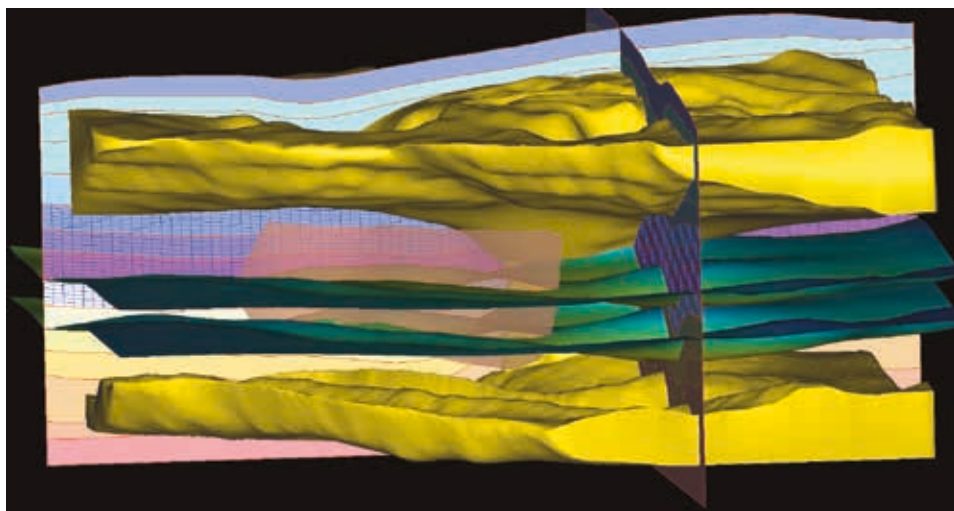


Figura 2. Corpo de sal co-visualizado com interpretação estrutural e grade geológica. Dados cortesia da Devon Energy Corporation.

de ativos de exploração, incluindo águas profundas, pré-sal, pré-basalto, campos de desenvolvimento e reservatórios não convencionais.

### Aumentando a qualidade e o desempenho

Como reconhecida provedora de tecnologia de ponta, a Paradigm está continuamente desenvolvendo tecnologias inovadoras, que são oferecidas como parte de uma solução petrotécnica integrada. A crescente adoção de sistemas de G&G da Paradigm na América Latina em geral, e no Brasil em particular, mostra o apreço de uma comunidade profissional que está à procura de uma solução equilibrada, além de demonstrar o compromisso irrestrito da empresa com a qualidade e o desempenho.

Um dos principais aspectos dessa tecnologia é sua capacidade de oferecer um fluxo de trabalho contínuo de interpretação e modelagem. A solução também oferece vários recursos, incluindo acesso interativo e condicionamento prévio de dados, geração e interpretação simultâneas multiatributo, conversão de tempo em profundidade e operações no domínio da profundidade semelhantes às aquelas oferecidas para tempo. Juntos, ajudam os geocientistas a melhor entender a estrutura e estratigrafia em uma única tela de interpretação.

### Uma equipe local

A Paradigm investe continuamente em levar a melhor tecnologia disponível para seus clientes. Isso não pode ser alcançado sem uma forte equipe local e a Paradigm tem o orgulho de oferecer essa sinergia nesse mercado competitivo. Com presença ativa no Brasil desde 2000, a Paradigm já demonstrou sua capacidade de enfrentar os desafios impostos pelo ambiente local. Sua presença crescente, juntamente com suas tecnologias inovadoras, faz com que seja a provedora de software ideal para as operadoras no Brasil. Com funcionários técnicos qualificados e dedicados às operações locais, a empresa devota a maior parte da sua atividade ao apoio técnico de clientes nas áreas de interpretação de G&G, modelagem e petrofísica, geralmente nas instalações do cliente.

O pessoal de apoio trabalha em tempo integral com os geocientistas do cliente e participa de projetos e da apresentação de resultados em tempo real. A equipe local tira proveito de uma constante troca de conhecimentos com outros recursos técnicos na região da América Latina, além de especialistas técnicos no setor. A vantagem dessa ampla gama de especialidades técnicas é que os recursos locais da empresa podem oferecer aos clientes uma solução sob medida para seus esforços individuais. Essa constante interação permite que as equipes da empresa compartilhem experiências e criem uma sinergia

positiva para seus usuários. As principais empresas de petróleo e gás, incluindo Repsol-Sinopec e Petrogal, estão entre as principais clientes da Paradigm na região.

### Inovação em interpretação

A ampla aceitação do software de modelagem estrutural e de reservatório com abordagem unificada de conhecimento subsuperfície (SKUA) da Paradigm é um exemplo perfeito de como os esforços de pesquisa e desenvolvimento da empresa são movidos pelos esforços de seus clientes. A partir de uma interpretação sísmica existente em uma estrutura complexa (centenas de falhas com qualquer geometria possível) e/ou ambiente geológico estratigráfico, os modeladores fazem o máximo para construir modelos geológicos 3D precisos usando as ferramentas à sua disposição. Quando as operações em um ativo são integradas para permitir o compartilhamento entre disciplinas, os intérpretes muitas vezes observam uma simplificação de sua interpretação no modelo final construído. Por outro lado, um geólogo pode observar uma falta de coerência na interpretação, principalmente em torno de falhas ou próximo de uma área estratigráfica complexa. Converter uma interpretação em uma imagem 3D precisa e coerente de subsuperfície (Modelo Terra) pode ser demorado e complexo. No entanto, os geocientistas reconhecem os benefícios de um modelo estrutural e estratigráfico 3D que inclua uma grade de reservatório que suporte a distribuição propagada de propriedades do reservatório para simulação.

É óbvio que a interpretação sísmica original seria amplamente beneficiada pela construção de um quadro estrutural e estratigráfico coerente. Esse processo deve assegurar que: as falhas formem uma rede de falhas coerente, condizente com a geometria; horizontes conformes não se cruzem; e contatos no horizonte de falhas sejam geologicamente válidos.

Tecnologias que reúnem interpretação e modelagem em um fluxo de trabalho contínuo não são um problema. A questão é mais a capacidade da tecnologia de considerar todos os detalhes de uma interpretação sísmica.

Algumas tecnologias disponíveis propõem uma abordagem 2D (através de superfícies triangulares) para um problema 3D

ou grades de pilar. Estas apresentam muitas limitações no que tange à inclusão de estruturas complexas e exigem uma simplificação dos dados de entrada, resultando num modelo de subsuperfície que não representa o reservatório.

O SKUA da Paradigm oferece uma nova estrutura matemática que revoluciona o processo de construção de modelos 3D diretamente a partir da interpretação sísmica, reduzindo o custo e o impacto da geomodelagem. Essa nova estrutura traz um valor agregado substancial para os fluxos de trabalho de interpretação e de modelagem.

### Uma estrutura matemática

Como mencionado, é necessária uma abordagem 3D verdadeira para modelar a geologia 3D, que consiste em um conjunto de camadas cronoestratigráficas deformadas por eventos estruturais. Usando esse conceito cronoestratigráfico, pode ser postulado que qualquer partícula de subsuperfície tem coordenadas ( $x$ ,  $y$  e  $z$ ) e paleocoordenadas ( $u$ ,  $v$  e  $t$ ) onde ( $t$ ) é o tempo geológico de depósito da partícula e ( $u$ ,  $v$ ) são suas coordenadas paleogeográficas no tempo geológico ( $t$ ). Conforme definido, as coordenadas ( $x$ ,  $y$  e  $z$ ) e as paleocoordenadas ( $u$ ,  $v$  e  $t$ ) estão intimamente relacionadas.

Se considerarmos qualquer local definido por ( $x$ ,  $y$  e  $z$ ) no domínio geológico, corresponde a uma posição ( $u$ ,  $v$  e  $t$ ) no domínio do depósito. Essa transformação é chamada de Transformada UVT. É construída com uma observação muito simples: um horizonte localizado no espaço  $x$ ,  $y$  e  $z$  é normalmente uma superfície cronoestratigráfica. Todas as partículas de sedimento do mesmo 'horizonte' têm um mesmo  $t$ , mas cada horizonte tem um  $t$  diferente. Uma vez que falhas criam horizontes descontínuos, as falhas são descontinuidades para as funções  $u$ ,  $v$  e  $t$ . Dadas essas limitações, interpretações de horizonte e falha oferecem todas as informações necessárias para a construção da Transformada UVT. A construção da Transformada UVT é automática, usando-se as únicas interpretações de horizonte e falha como entrada. Uma vez que a Transformada UVT seja calculada, as superfícies de falha e superfícies de horizonte podem ser extraídas.

Essas superfícies são lacradas por construção e os horizontes modelados não cruzarão por definição.

Quando o modelo estiver construído, cada ponto no modelo 3D conhece sua posição no domínio paleogeográfico. O intérprete pode optar por investigar diretamente as características estratigráficas no espaço UVT, onde fatias sísmicas cronoestratigráficas podem ser geradas automaticamente.

Um modelo UVT é essencialmente um modelo 3D criado no âmbito do espaço/tempo, independente de qualquer "grade". As técnicas de modelagem tradicionais usam redes especializadas para diferentes aplicações, como grades 2D para mapeamento, grades 2D de meio pilar para modelos de reservatórios e superfícies trianguladas para modelos estruturais. Cada grade deve ser modelada de forma independente, levando a um trabalho repetido e a incoerências entre os "modelos" diferentes. No caso de um modelo UVT, as grades geradas são originadas da mesma fonte. Elas não são o modelo, mas os objetos especializados para aplicações especializadas.

### Conclusão

Essa estrutura espaço/tempo redefiniu a modelagem, eliminando a necessidade de transigências e simplificação de dados, além de tornar a construção de modelos geologicamente consistentes acessível ao intérprete, otimizando o fluxo de trabalho da interpretação à simulação. O modelo UVT considera todos os dados de interpretação, as interpretações são geologicamente coerentes e muitas análises adicionais podem ser feitas com o modelo para validar ainda mais as prospecções ou melhorar a previsibilidade.

Um benefício direto dessa metodologia é permitir que o intérprete sísmico valide sua própria interpretação, gerando automaticamente a rede de falhas e, dessa forma, expandindo as fronteiras tradicionais de interpretação sísmica para modelagem em um fluxo de trabalho contínuo. Ela oferece um caminho correto e lógico para estreitar as pontes entre outros domínios, como processamento e interpretação. **B**

Bruno de Ribet, Paradigm, USA, describes how integrated software solutions are delivering added value to E&P operations in Brazil.

The structural and stratigraphic complexity of Brazilian reservoirs and the risks associated with their development, particularly in subsalt fields, require advanced technologies that can be used daily throughout the exploration and production cycle.

In order to face these challenges, oil and gas companies across the energy industry are deploying enterprise applications as replacements for multiple non-integrated solutions. These applications aim to improve visibility and to standardise process control across disciplines, for all types of exploration assets, including deepwater, subsalt, sub-basalt, development fields and unconventional reservoirs.

As a recognised high-end technology provider, Paradigm is continuously developing innovative technologies that are offered as part of an integrated

petro-technical solution. The growing adoption of the Paradigm's G&G systems in Latin America in general, and in Brazil in particular, shows the appreciation of a professional community that is searching for an unbiased solution, and demonstrates the company's commitment to quality and performance without compromise. One of the major aspects of this technology is its ability to provide a seamless interpretation/modelling workflow.

Paradigm SKUA delivers a new mathematical framework which revolutionises the process of constructing 3D models directly from the seismic interpretation, greatly reducing the cost and impact of geomodelling. This new framework brings substantial added value to both interpretation and modeling workflows.

With an active presence in Brazil since 2000, Paradigm has demonstrated its ability to meet the challenges posed by the local environment. Its growing footprint, together with its innovative technologies, makes it an ideal software provider for operators in Brazil. **B**