

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA INTERPRETAÇÃO EM IMAGENS SÍSMICAS: UM ESTUDO PRELIMINAR DA APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO E SEGMENTAÇÃO PARA IDENTIFICAÇÃO DE REGIÕES DE INTERESSE

Lucas Batista Santos¹; Clícia dos Santos Pinto² Clícia dos Santos Pinto²

¹ Bolsista; DIT 3A - FAPESB; lucas.bs@fbter.org.br

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; clícia.pinto@fieb.org.br

RESUMO

Na geofísica de exploração, dados sísmicos são utilizados como entrada para geração de imagens de alta qualidade da subsuperfície. Tais imagens são de substancial importância para auxiliar a indústria de óleo e gás sobre decisões de investimentos em perfurações, por exemplo. A análise das imagens envolve um operacional significativo de profissionais que manualmente identificam regiões com acúmulo de hidrocarbonetos, corpos de sal, entre outros. Este trabalho propõe um estudo preliminar sobre a utilização de métodos de aprendizado, como as redes neurais convolucionais para favorecer uma identificação automática de regiões de interesse em imagens sísmicas, auxiliando os geofísicos nas tomadas de decisão e reduzindo a demanda operacional humana e erros decorrentes deste processo.

PALAVRAS-CHAVE: redes neurais convolucionais, inteligência artificial, imageamento sísmico, óleo e gás;

1. INTRODUÇÃO

Dados sísmicos bidimensionais e tridimensionais, os quais são considerados um dos recursos mais importantes para auxiliar na avaliação de qualidade de reservatórios e na tomada de decisão sobre investimentos, têm sido grandemente utilizados e analisados por geofísicos e geólogos nos últimos anos. Dado o fato de que dezenas de atributos complexos e de larga escala podem ser extraídos do dado sísmico bruto, humanos não possuem a habilidade para visualizar e inspecionar uma quantidade tão grande de informação simultaneamente. A análise humana em imagens sísmicas requer uma quantidade de tempo significativa além de exigir um grande esforço operacional especializado. Por se tratar de processo humano, é comum que ocorram ocasionais erros de interpretação e divergências de análises. Esta pesquisa propõe uma revisão da literatura e um estudo preliminar sobre a aplicação de métodos de inteligência artificial para auxiliar os profissionais nestas análises de imagens sísmicas. Para isto, foram consideradas abordagens de classificação e segmentação que tomam como entrada dados sísmicos ou imagens geradas por métodos de sísmica de reflexão. O objetivo do estudo está na elaboração de uma aplicação que utiliza métodos de aprendizado como as redes neurais convolucionais para favorecer uma identificação automática de regiões de interesse em imagens sísmicas, auxiliando os geofísicos nas tomadas de decisão e reduzindo a demanda operacional humana e erros decorrentes deste processo.

Recentemente houve grandes avanços no campo de análise de imagens utilizando aprendizagem profunda. Aprendizagem profunda em imagens é geralmente feita usando um conjunto de redes neurais chamado de rede neural convolucional (CNN do inglês convolutional neural network). Uma CNN consiste de uma cascata de convoluções e pode ser utilizada tanto para extrair atributos como para realizar a classificação da imagem. Durante a etapa de treinamento, a rede aprende a como construir atributos que sejam adequados para resolver o problema da classificação, eliminando a necessidade de realizar engenharia de atributos como é necessário ao se trabalhar com técnicas de aprendizado de máquina mais básicas. Portanto, torna-se importante explorar a utilização de aprendizagem profunda para realizar a classificação e interpretação de imagens sísmicas complexas e de larga escala que, se realizadas manualmente, podem se tornar processos demorados, tediosos ou até mesmo extremamente difíceis em razão da enorme quantidade de informação a ser levada em conta.

A construção de um grande dataset de treinamento composto por imagens sísmicas suficientemente representativas representa um grande desafio operacional. Por isso, a utilização de abordagens de segmentação se torna uma opção viável para propiciar a interpretação das imagens de interesse. Para isso, nas etapas subsequentes de desenvolvimento desta pesquisa referentes ao pré-processamento serão consideradas a criação de máscaras em regiões de interesse (regiões favoráveis ao acúmulo de hidrocarbonetos e/ou corpos de sal). Como resultado desta aplicação, a rede treinada deverá ser capaz de obter a identificação das regiões similares às usadas no treinamento para cada imagem de entrada.

2. METODOLOGIA

O objetivo desta pesquisa preliminar é analisar quais métodos podem ser aplicados para garantir uma segmentação semântica eficiente, identificando regiões específicas referentes às diferentes camadas geológicas de uma imagem sísmica obtida através de métodos de migração, bem como identificar quais as principais particularidades de aplicação de cada método. A investigação é focada na capacidade de capturar detalhes finos das imagens e no treinamento com quantidade limitada de dados. Com os fundamentos apresentados, será possível treinar um modelo capaz de receber como entrada imagens sísmicas 2D e obter como saída imagens anotadas e identificadas nas estruturas compatíveis com representações de diferentes camadas, corpos de sal e acúmulo de hidrocarbonetos, por exemplo.

Este resumo expandido apresenta um estudo desenvolvido conforme as etapas descritas nesta seção: i) revisão do estado da arte dos métodos de inteligência artificial que se propõem à classificação e segmentação de imagens; ii) estudo da aplicação de aprendizagem profunda em imagens utilizando redes neurais convolucionais; iii) estudo da aplicação das redes neurais convolucionais em imagens sísmicas para interpretação de estruturas geológicas; iv) iteração com geofísicos e estudo de imagens sísmicas 2D para composição dos datasets; v) análise de viabilidade e considerações preliminares e vi) escrita do artigo.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Redes Neurais convencionais (NN do inglês neural network) geralmente são utilizadas para resolver problemas de classificação e regressão. A rede é um conjunto de camadas constituídas por neurônios. A primeira camada é alimentada por um vetor de características, e as camadas seguintes são alimentadas pela saída das camadas anteriores. Uma das aplicações das CNN no campo do imageamento sísmico é a classificação de corpos de sal. Delimitar corpos de sal em dados sísmicos é um importante passo no processo de migração devido às altas velocidades de propagação associadas ao sal.¹ A demarcação manual de corpos de sal consome bastante tempo e os resultados variam em qualidade a depender da experiência do intérprete. Nesse sentido, Waldeland e Solberg (2017) propuseram treinar uma CNN para classificar cada pixel em um dado como sal ou não-sal, testando o método em dois conjuntos de dados. A rede foi treinada usando uma fatia demarcada do dado e usada para classificar uma fatia diferente do mesmo dado. Em razão da limitação de memória associada a dados completos, a entrada foi definida como sub-cubos do conjunto de dados. O objetivo então foi a classificação do pixel central nesse sub-cubo, o que possibilitou utilizar uma rede menor e menos dados para treino em comparação a um dado 3D inteiro.

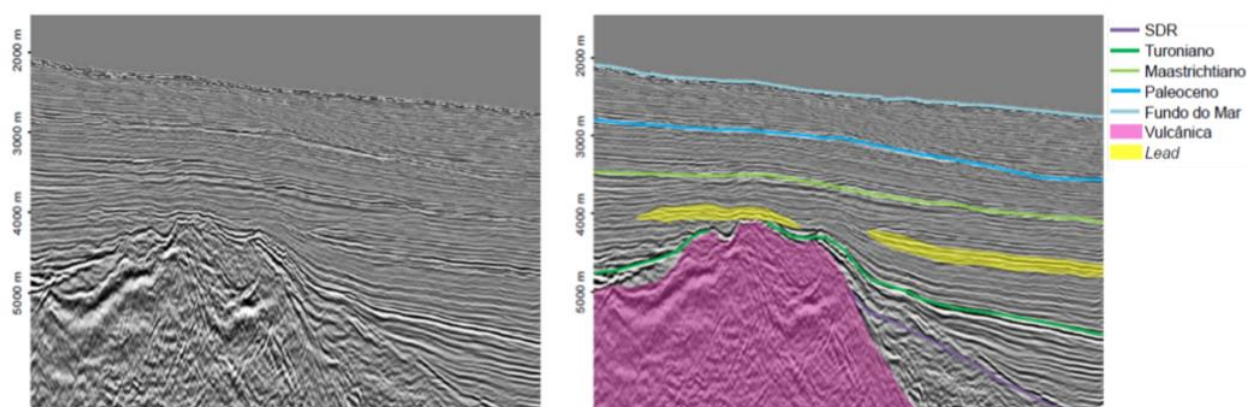
Outra forma de utilizar CNNs é no reconhecimento de falhas geológicas. Falha é uma ruptura ou zona de rupturas entre dois blocos de rocha, a sua identificação é de grande importância na exploração e gerenciamento de reservas, produtividade de construções e na potencial extração em reservatórios de petróleo. Contudo, o reconhecimento de falhas é considerado um processo bastante lento e tedioso com grande esforço manual para dados sísmicos de larga escala,² além de ser difícil de identificar pequenas falhas devido a resolução dos dados sísmicos.³ A identificação de falhas também é explorada por Lu (2019). Antes de iniciar o treinamento, o autor emprega redes adversárias generativas (GAN do inglês generative adversarial network) para aumentar a qualidade dos dados. Essa estratégia consistiu de duas redes neurais. Uma rede foi utilizada para extrair tanto as características locais como as globais de um dado sísmico de alta qualidade não relacionado. Em seguida, o dado de interesse é submetido à uma rede de reconstrução que gera imagens críveis a uma taxa de amostragem mais densa com alta qualidade perceptiva. Esses dados são então utilizados para treinar a rede neural responsável por detectar as falhas a fim de melhorar sua performance. O autor mostra resultados onde falhas profundas, rasas e sutis foram detectadas com grande fidelidade apesar das complicações do cenário utilizado. Ao utilizar o passo de pré-processamento para aprimoramento dos dados, as faltas previstas pela rede neural também são menos borradas e mais compactas.

Seguindo ainda a proposta de se classificar automaticamente regiões de interesse em imagens sísmicas, o autor SOUZA (2019)⁴, propõe uma avaliação de abordagens alternativas para classificação automática de regiões com maior probabilidade de acúmulo de hidrocarbonetos utilizando CNN e segmentação semântica com arquiteturas do tipo U-Net⁵. Tais arquiteturas foram inicialmente desenvolvidas para análise de imagens biomédicas, e também podem ser aplicadas quando se faz necessário particionar imagens sísmicas em diferentes regiões típicas das estruturas geológicas, como mudanças entre camadas, corpos de sal e falhas propensas ao acúmulo de hidrocarbonetos, por exemplo. A metodologia apresentada pelo autor apresenta um pré-processamento que seleciona regiões de interesse das imagens utilizando uma abordagem de janela deslizante. A anotação manual, nas imagens de treinamento é uma alternativa viável para a obtenção de imagens sísmicas pré-interpretadas. Além disso, o autor também sinaliza que sua aplicação possui resultados eficientes garantindo generalização em domínios de baixa frequência (quando as imagens possuem muitas características em comum) justificando os bons resultados desta aplicação em imagens sísmicas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado por esta pesquisa demonstra que a aplicação de métodos de aprendizado profundo em análises sísmicas cresceu significativamente nos últimos anos. As principais referências avaliadas sinalizam que as duas principais abordagens utilizadas neste processo são a classificação e segmentação semântica. Em relação à classificação de imagens, a aplicação de CNN é recomendada por apresentar maior qualidade na extração das características das imagens quando comparada às técnicas de deep learning convencionais. Em relação à segmentação semântica utilizando redes U-net, sua aplicação é encorajada pela capacidade de generalização em domínios de baixa frequência e pela capacidade de executar tarefas com um pequeno dataset de treinamento. Esta vantagem é extremamente relevante para a aplicação desta pesquisa, pois a aquisição de um dataset significativo de treinamento é uma das etapas mais desafiadoras de todo o processo.

Figura 1: Imagem sísmica extraída do bloco offshore da Bacia Sergipe-Alagoas original (esquerda) e segmentada por um especialista (direita).⁴



A Figura 1 apresenta um exemplo de imagem, previamente segmentada por um especialista, e que pode ser utilizada como ponto de partida para alimentação do modelo proposto por essa pesquisa. O pré-processamento realiza as anotações nas regiões de interesse nas imagens sísmicas selecionadas que irão, por sua vez, compor o dataset de treinamento. O objetivo do desenvolvimento desta aplicação, por sua vez, considera que para cada imagem de entrada seja possível obter máscaras referentes à identificação das regiões de interesse que são similares às usadas no treinamento.

5. REFERÊNCIAS

- ¹ WALDELAND, A. U., SOLBERG, A. H. S. S. **Salt classification using deep learning**. Oslo: EAGE 2017 Annual Meeting, 2017.
- ² LU, Ping. **Deep Learning Realm for Geophysics: Seismic Acquisition, Processing, Interpretation, and Inversion**. Houston: Anadarko Petroleum Corporation, 2019.
- ³ LIANG, Cao, **Application of deep learning in seismic data fault recognition**. 2018.
- ⁴ SOUZA, José Fabrício Lima de. **Classificação de padrões em imagens sísmicas utilizando inteligência artificial**. João Pessoa, 2019.
- ⁵ RONNEBERGER, Olaf; FISCHER, Philipp; BROX, Thomas. **U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation**. In: International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention. Springer, Cham, 2015. p. 234-241.