

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

APLICAÇÃO DE VISÃO COMPUTACIONAL PARA A SEGMENTAÇÃO DE IMAGENS DE AMOSTRAS DE CALHA

AUTORES:

Guilherme da Silva Frota
Luiz Henrique Lira de Oliveira
Gilvandro César Santos de Medeiros
Lucas Silva Pereira Sátiro
Leonardo Carvalho de Montalvão
Estefane Oliveira do Nascimento
Lícia Vieira Fernandes
Joab Gonçalves dos Santos
Rosiney Araujo Martins

INSTITUIÇÃO:

Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN)
Geowellx do Brasil Serviços Petrolíferos

APLICAÇÃO DE VISÃO COMPUTACIONAL PARA A SEGMENTAÇÃO DE
IMAGENS DE AMOSTRAS DE CALHA

Resumo

A descrição e interpretação de amostras de calha durante a perfuração de poços de petróleo é um processo fundamental realizado por equipes de geólogos e oferece informações essenciais sobre as características geológicas que trazem consigo informações relevantes acerca dos reservatórios de hidrocarbonetos. Essas amostras revelam dados preciosos que influenciam as decisões operacionais e estratégicas ao longo de todo o ciclo de exploração e produção. No entanto, existem uma série de dificuldades com relação a este procedimento realizado em campo, como a rapidez necessária para descrição e interpretação das amostras, frente a taxa de perfuração dos poços, o que, em algumas situações pode levar a algumas inconformidades e incertezas inerentes às interpretações geológicas das amostras de calha. Neste contexto, a aplicação de tecnologias inteligentes, como inteligência artificial (IA) e visão computacional apresentam um elevado potencial como ferramentas de suporte e automação em processos que majoritariamente dependem de interpretações manuais feitas por profissionais em campo, como é o caso da descrição e interpretação de amostras de calha. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo testar uma tecnologia de visão computacional moderna, o modelo YOLOv8, para segmentação de imagens de amostras de calha, avaliando a capacidade que este modelo possui de segmentar fragmentos de cascalhos em imagens reais capturadas por uma lupa binocular. O trabalho iniciou com uma pesquisa exploratória para entender o processo de descrição de amostras de calha feitas por geólogos e sobre a aplicação e funcionamento do modelo YOLOv8, estudando a possibilidade da aplicação de técnicas de visão computacional nesse processo. Em seguida, foi realizado um estudo de caso e testes práticos foram efetuados utilizando amostras de calha preparadas por uma equipe de geólogos experientes, simulando assim operações reais e comparando os resultados obtidos por esta tecnologia com as interpretações visuais feitas por esses geólogos. Os resultados preliminares deste trabalho mostram uma otimização do tempo de análise e resultados promissores quanto a identificação e quantificação das litologias presentes nas amostras de calha, tendo em vista a elevada capacidade de segmentação que este tipo de tecnologia apresenta. Dessa forma, a utilização desse tipo de modelo de visão computacional demonstra o alto potencial de integração da IA como ferramenta de suporte para profissionais atuantes nas campanhas de perfuração de poços de petróleo e gás.

Palavras-chave: automação, calha, visão computacional.

Abstract

The description and interpretation of ditch samples during oil well drilling is a fundamental process performed by geological teams, providing essential information about the geological characteristics and relevant data concerning hydrocarbon reservoirs. These samples reveal valuable insights that influence operational and strategic decisions throughout the exploration and production cycle. However, there are several challenges related to this field procedure, such as the speed required for describing and interpreting the samples given the drilling rate, which in some situations can lead to discrepancies and uncertainties inherent in the geological interpretations of ditch samples. In this context, the application of intelligent technologies such as artificial intelligence (AI) and computer vision presents significant potential as support and automation tools in processes that predominantly depend on manual interpretations made by field professionals, such as the description and interpretation of ditch samples. This study aims to test a modern computer vision technology, the YOLOv8 model, for image segmentation of ditch samples, evaluating its ability to segment gravel fragments in real images captured by a binocular loupe. The study began with exploratory research to understand the ditch sample description process performed by geologists and the application and functioning of the YOLOv8 model,

exploring the possibility of applying computer vision techniques to this process. Next, a case study was conducted, and practical tests were carried out using ditch samples prepared by a team of experienced geologists, thus simulating real operations and comparing the results obtained by this technology with the visual interpretations made by these geologists. Preliminary results of this study show an optimization of analysis time and promising results regarding the identification and quantification of lithologies present in the ditch samples, given the high segmentation capability that this type of technology presents. Thus, the use of this type of computer vision model demonstrates the high potential for AI integration as a support tool for professionals involved in oil and gas well drilling campaigns.

Keywords: automation, ditch, computer vision.

Introdução

De acordo com Oliveira, Júnior, Martins e Souza (2018, p.2):

“A amostra de calha é um importante agregado na identificação da litologia do poço, visto que ela carrega uma importante identificação rochosa do poço em perfuração [...]”.

Nesse sentido, a tarefa de coleta e análise das amostras de calha é de fundamental relevância para garantir a segurança no processo de perfuração e garantir uma tomada de decisões mais assertiva acerca dos dados obtidos. Diante disso, este trabalho teve como objetivo principal testar e implementar, em situação de perfuração de poços de petróleo e gás natural, um modelo de visão computacional como ferramenta de suporte ao geólogo em campo. A realização, portanto, desse trabalho, foi possível pelo suporte prestado pela empresa Geowellex do Brasil Serviços Petrolíferos, empresa localizada no município de Macaíba/RN. Diferentes técnicas e modelos de visão computacional estão progressivamente sendo desenvolvidas e utilizadas por empresas voltadas para a indústria do petróleo e gás. Isso se deve, principalmente, aos incontáveis benefícios advindos do uso dessas tecnologias, como IA (Inteligência Artificial), Machine Learning etc. Segundo Tolstaya, Shakirov, Mezghani e Safonov (2023, p. 2):

"A descrição manual de amostras de rochas frequentemente apresenta os seguintes problemas: (1) descrições tendenciosas devido à natureza subjetiva dos resultados, (2) um processo demorado, (3) erros humanos devido à contaminação das amostras com lama. Além disso, alguns tipos de rochas podem ser muito semelhantes em termos de aparência visual, o que complica o processo de descrição visual. Uma das possíveis soluções para esses

problemas é a implementação de um fluxo de trabalho automatizado para detectar a litologia das rochas a partir das amostras".

A aplicação de tecnologias inteligentes, como inteligência artificial (IA) e visão computacional apresentam um elevado potencial como ferramentas de suporte e automação em processos que majoritariamente dependem de interpretações manuais feitas por profissionais em campo, como é o caso da descrição e interpretação de amostras de calha. Nesse sentido, segundo, consta no Manual de Subsuperfície da PETROBRAS, (SAMPAIO, p.15) “[...] O geólogo deve estar preparado para reconhecer e analisar amostras de qualidade variável, distinguindo, com rapidez e segurança, amostras representativas daquelas contaminadas, desabadas ou coletadas inadequadamente”.

Segundo Milano e Honorato (2010, p. 1):

“Visão computacional é a ciência responsável pela visão de uma máquina, pela forma como um computador enxerga o meio à sua volta, extraindo informações significativas a partir de imagens capturadas por câmeras de vídeo, sensores, scanners, entre outros dispositivos [...]”.

Metodologia

O trabalho iniciou com uma pesquisa bibliográfica para entender o processo de descrição de amostras de calha feitas por geólogos durante as campanhas de perfuração, em campo. Objetivou-se também realizar a implementação do modelo SAM (Segment Anything) como suporte para as ferramentas de identificação e caracterização de amostras de calha estudando a possibilidade da aplicação de técnicas de visão computacional nesse processo. Em seguida, foi realizado um estudo de caso e testes práticos foram efetuados, considerando amostras preparadas por equipes de geólogos de campo capacitados, simulando assim operações reais e comparando os resultados obtidos por esta tecnologia com as interpretações visuais feitas por esse geólogo. O trabalho foi dividido em cinco principais etapas, sendo elas:

1. **Pesquisa bibliográfica sobre caracterização de fragmentos de rocha (amostras de calha):** durante essa etapa foram realizadas pesquisas na literatura a fim de compreender como são realizadas a identificação e caracterização das amostras de calha. Juntamente a essa atividade, efetuou-se uma visita à base da empresa Geowellex (localizada no município de Macaíba/RN), onde foi preparada uma amostra de calha a partir do acervo litológico da empresa.
2. **Descrição de amostra de calha:** a partir de critérios como: porcentagem de cada rocha, cor, tonalidade, coesão, estrutura, composição principal e acessória etc. A caracterização das litologias presentes nas amostras foi realizada na base da empresa. Para tal utilizou-se uma lupa binocular da marca Zeiss modelo Stemi 305, com auxílio de um geólogo da empresa na descrição das amostras de calha. Neste experimento, a fim de identificar e analisar as amostras de calha, foi utilizada uma lupa

binocular com lente objetiva de 10x. Foi durante esta etapa que se averiguou que na amostra coletada estavam presentes 50% de calcário, 30% de marga e 20% de folhelho. Seguem abaixo as descrições de cada tipo:

- **Folhelho:** Possui colorações mais escuras como preto, cinza escuro a marrom escuro, com fragmentos blocosos a placosos, de físseis a subfísseis, coesão variando de duro a semiduro, podendo conter pirita e ser um pouco carbonático e ter estrutura maciça.
- **Marga:** predomina mais fragmentos de marrom claro a cinza amarronzado, blocosos, de semiduro a duro, finamente cristalinos, com alguns fragmentos finamente laminados.
- **Calcário:** em relação à sua coloração, observou-se a predominância de tons mais claros, claros como ocre claro, creme, branco e o cinza esbranquiçado. Além disso, possui coesão de duro a semiduro possui aspecto finamente cristalino e estrutura maciça.

3. **Classificação qualitativa dos litotipos pelo teste de efervescência:** teste foi realizado gotejando-se HCl (ácido clorídrico) sobre os grãos selecionados de cada um dos litotipos e em uma placa de porcelana. Ao aplicar o ácido na amostra foi observada a “intensidade de borbulhamento” dos fragmentos, o que permitiu diferenciar qualitativamente cada tipo. Primeiramente, após realizar o teste com amostras de folhelho, constatou-se que sua efervescência era baixa, o que indica a baixa presença de carbonato. Em seguida, foi realizado testes com a marga, que apresentou um percentual de efervescência intermediário, o que indica presença moderada de carbonato. Finalmente, após a aplicação o mesmo teste, agora com a rocha calcário, também presente nas amostras de calha, notou-se grande nível de efervescência, o que indicou que o calcário se tratava de uma rocha que apresenta alta presença de carbonato em sua composição.

Imagem 1: Amostra de calha analisada. Folhelho: grãos pretos; marga: fragmentos amarronzados; e calcário: fragmentos de coloração esbranquiçada a creme. O tamanho médio dos fragmentos dessa amostra de calha é de 0,5cm.

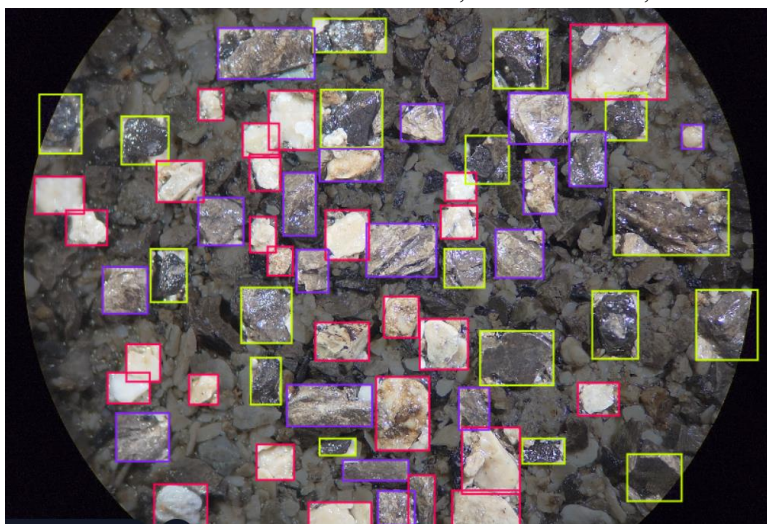


Fonte: Lícia Fernandes.

4. **Gravação das amostras de calha:** após feitas as identificações e descrições dos litotipos da amostra de calha, foi gravado um vídeo de 1 min utilizando a câmera de um smartphone sobre a objetiva da lupa binocular. Durante todo o vídeo, foi utilizada a iluminação da própria lupa, sob zoom de 10x.

5. **Labeling utilizando o Roboflow:** após a gravação ser gerada, o próximo passo foi o *labeling* (identificação de cada litotipo) da amostra de calha na aplicação web Roboflow. Essa aplicação tem como objetivo principal gerar as classes de cada tipo de rocha sob a gravação, de maneira a auxiliar no fornecimento das classes para o treinamento do modelo de visão computacional a ser utilizado. Ao total, foram classificados fragmentos de rochas de 38 frames do vídeo (vide imagem 2 de exemplo). Além disso, com a finalidade de aumentar o dataset de imagens, foram aplicadas algumas etapas de processamento nos frames já com os labels de cada tipo de rocha, tais como rotação (180° no eixo horizontal), modificação da saturação (entre -25% e +25%) e modificação da exposição (entre -10% e +10%). Após esses processamentos, foi possível expandir a quantidade de imagens para 92. Cabe salientar que esses processamentos foram feitos na própria plataforma do Roboflow.
6. **Aplicação do modelo de visão computacional YOLOv8:** a partir do *dataset* gerado, aplicou-se o modelo YOLOv8 (Solawetz & Francesco, 2023) para detecção e *tracking* dos fragmentos de rochas presentes nas amostras de calha. Para tal, foi utilizado o Google Colab com a linguagem de programação Python para treinamento do modelo usando a classificação usando o Roboflow dos fragmentos de rocha (folhelho, marga e calcário).

Imagem 2: exemplo de frame do vídeo com a classificação (*labeling*) dos diversos tipos de fragmentos de rochas encontrados na amostra de calha. Em vermelho: calcário; em roxo: folhelho; em amarelo: folhelho.



Fonte: Roboflow.

7. **Aplicação do modelo YOLOv8 customizado em um novo vídeo da amostra de calha:** após treinar o modelo com as classes folhelho, marga e calcário (geradas no Roboflow), o próximo passo foi a aplicação do YOLOv8 em um vídeo com 15 segundos de duração de uma amostra de calha contendo os mesmos litotipos para simular se o modelo era capaz de identificar corretamente os fragmentos de rocha.

Resultados e Discussão

Os resultados preliminares da aplicação do YOLOv8 no vídeo de 15 segundos da amostra de calha contendo folhelho, marga e calcário são bastante promissores, tendo em vista que o modelo foi capaz de identificar corretamente a maioria dos fragmentos de cada um desses litotipos à medida que eles

aparecem no campo de visão da objetiva da lupa (Imagem 3). Sendo assim, a implementação desse tipo de modelo mostra-se viável de ser aplicada durante as operações de perfuração de poços, de maneira a servir como ferramenta para auxiliar na identificação dos diferentes litotipos perfurados, promovendo a celeridade das descrições geológicas e, consequentemente, do processo de tomada de decisões das operações de campo.

Imagem 3: Frame do vídeo de teste das amostras de calha após aplicação no modelo de visão computacional YOLOv8 utilizado neste trabalho. Em vermelho: calcário; verde: folhelho, amarelo: margas. Detalhe: os números em cada *label* representam o nível de confiança (de 0 a 1) que o modelo possui na caracterização de cada fragmento de rocha.

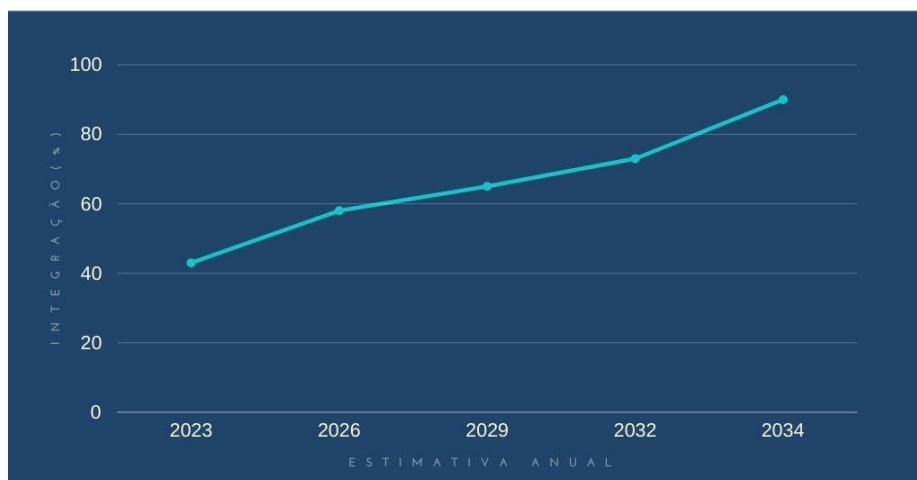


Fonte: Imagem gerada pelo modelo de segmentação YOLOv8.

Com isso, estudos e testes referentes a integração dessa tecnologia de visão computacional durante as operações de perfuração de poços de petróleo e gás, estão em constante progresso, o que propõem um novo e mais eficiente cenário na indústria de petróleo e gás.

Imagem 4: Integração de visão computacional durante as operações de perfuração de poços de petróleo e gás.

INTEGRAÇÃO DE VISÃO COMPUTACIONAL DURANTE AS OPERAÇÕES DE PERFURAÇÃO DE POÇOS



Fonte: Autoria própria.

Conclusões

A utilização desse tipo de modelo de visão computacional demonstra o alto potencial de integração da IA como ferramenta de suporte para profissionais atuantes nos campos de perfuração de poços de petróleo e gás. Esse trabalho demonstra ser possível e funcional a integração dessa tecnologia como suporte ao geólogo em campo.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFRN) pelo apoio às atividades. À Professora Doutora Rosiney Martins, pela orientação, apoio e confiança durante este projeto. À Geowellex por ceder as amostras de calha e materiais de estudo para que fosse possível a realização desse trabalho.

Referências Bibliográficas

RIBEIRO DE OLIVEIRA¹, M. et al. **DESCRIÇÃO DE AMOSTRAS DE CALHA DO POÇO 7-CLB-2-RN PERFURADO PELA EMPRESA PARTEX BRASIL NO CAMPO COLIBRI, BACIA POTIGUAR/RN.** [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conepetro/2018/TRABALHO_EV104_MD1_SA98_ID185_06072018091034.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2024.

HAN, Runqi. **Automated computer vision system for real-time drilling cuttings monitoring.** 2016. Tese de Doutorado.

HAN, Runqi et al. Real-time 3D computer vision shape analysis of cuttings and cavings. In: **SPE Annual Technical Conference and Exhibition?**. SPE, 2018. p. D022S048R001.

NIKITIN, Anton et al. Automated Mud Logging System as a Cost-Efficient Way of Acquiring Subsurface Data: Results of the Field Trial. In: **SPE Annual Technical Conference and Exhibition?**. SPE, 2017. p. D021S018R002.

PREZ, Sebastian. **An automated cuttings and cavings sensor for monitoring wellbore during well construction**. 2022. Tese de Doutorado. **stability and hole cleaning**

TOLSTAYA, Ekaterina et al. Fast Reservoir Characterization with AI-Based Lithology Prediction Using Drill Cuttings Images and Noisy Labels. **Journal of Imaging**, v. 9, n. 7, p. 126, 2023.

SAMPAIO, Tales M. L. Manual de Subsuperfície: Roteiro Básico Para o Acompanhamento Geológico de Poços

SOLAWETZ, Jacob; FRANCESCO. What is yolov8? the ultimate guide., 2023. Disponível em: <<https://blog.roboflow.com/whats-new-in-yolov8/>>.

DE MILANO, Danilo; HONORATO, Luciano Barrozo. Visão computacional. **Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas**, 2010.