



CARREGAMENTO, EDIÇÃO E VISUALIZAÇÃO DE PERFIS GEOFÍSICOS DE POÇO

Luis Vinicius Araujo Silva¹(IC)*, Luis Antonio Castillo Lopez¹(PG), Emílio Alberto Amaral Soares¹(PG).

*luisviniciussl407@gmail.com.

Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Geociências, Universidade Federal do Amazonas¹

Palavras Chave: Geofísica, Perfis, Poço.

Introdução

Perfis geofísicos de poço são dados de suma importância para o estudo geológico e, apesar dos elevados custos para execução e obtenção de programas relativamente complexos para a execução, enriquecem as informações geológicas de subsuperfície. Existem poucos métodos efetivos para a aquisição de dados de subsuperfície, mas com a sondagem é possível obter dados estratigráficos, exploratórios ou de produção. Os dados permitem caracterizar aspectos geológicos a diferentes profundidades, obtendo medidas indiretas das rochas para estudos mais próximos a superfície (hidrologia¹, mineração ou engenharia²), como em maiores profundidades, de dezenas de quilômetros, voltados para atividades exploratórias da indústria petrolífera³. Esses poços requerem módulos computacionais (*softwares*) voltados para a aquisição, análise e edição, que com o avanço da tecnologia estas ferramentas vem aumentando. Assim, é indispensável o auxílio das ferramentas computacionais para manuseio desses dados, já que possibilitam o conhecimento profundo a cerca das propriedades das rochas, aquíferos, ou para a exploração e exploração de hidrocarbonetos. Assim os dados geofísicos (perfis de poço) podem ser manuseados com módulos computacionais, desde simples planilhas, módulos de sinais^{4, 5} ou até ferramentas mais avançadas como scripts de Python ou *softwares* comerciais robustos⁶, os quais são mais completos e ajudam nos processos, de interpretação e modelamento de subsuperfície.

Material e Métodos

Durante ou após a perfuração do poço, além da amostragem litológica, são adquiridos perfis de poço⁷, os quais compreendem as propriedades medida na rocha⁸. O perfil é um arquivo digital da propriedade (litológica, elétrica, radioativa, magnética ou acústica), obtido através de uma memória acoplada na ferramenta que percorre o poço durante ou depois da perfuração. Na memória, os dados de poço são organizados em formato LAS, DLIS ou LIS. Regularmente, tem-se o LAS, formato mais utilizado, que consiste em duas partes: um cabeçalho que compreende informações da localização, coordenadas, curvas, etc (Figura 1); a outra parte são as colunas dos dados (raio gama, potencial espontâneo, resistividade). Para a análise e manipulação dos perfis, existem pacotes ou ferramentas (scripts, algoritmos, módulos) computacionais voltadas para a visualização. Neste trabalho serão apontadas as qualidades, limitações e principais características das diferentes ferramentas: planilhas de Excel, códigos de programação em Python ou o uso de *softwares* comerciais, como OpendTect⁶.

Figura 1. Formato .LAS de um perfil de poço.

```
#-----#
~Well
STRT .m 25.00000000 :
STOP .m 1000.00000000 :
STEP .m 0.20000000 :
NULL . -999.250000 :
COMP. : COMPANY
WELL. POÇO_01 : WELL
FLD. : FIELD
LOC. : LOCATION
SRVC. : SERVICE COMPANY
DATE. 200-00-10 11:02:55 : Log Export Date {yyyy-MM-dd HH:mm:ss}
PROV. : PROVINCE
UWI. : UNIQUE WELL ID
API. : API NUMBER
#-----#
~Curve
DEPT .m : DEPTH
SP .mV : SP
RLAT . : RLAT
RLN . : RLN
RSN . : RSN
```

Resultados e Discussão

Os perfis geofísicos de poço, podem ser visualizados com planilhas de Excel, possibilitando a visualização e análises básicas quando tem-se poucos dados contidos no perfil. Porém, no caso de poços com varios quilômetros de profundidade, estas planilhas não são recomendadas, dado a perda do formato 'las' para xlsx ou txt. Um melhor recurso para a visualização e manipulação dos arquivos LAS é o Python, que não apresenta erros relacionados ao tamanho do arquivo e possui uma vasta gama de recursos (bibliotecas) que permitem o livre manuseio do perfil, de maneira que se tornem mais fáceis as edições⁹. Através da combinação dessas bibliotecas podem ser encontradas funcionalidades para visualização e edição de curvas¹⁰. Nessa etapa é necessário ajustar os arquivos LAS para poder carregá-los no *script*, em seguida faz-se uma inspeção dos *logs* e assim escolhe-se quais serão trabalhados¹¹. Posteriormente, são inseridos os dados faltantes no arquivo para formatar as colunas e para obtenção de análises estatísticas, filtros e indexação para a geração dos gráficos¹² (Figura 2). O controle de qualidade e edição requer o manejo de múltiplas curvas, remoção de picos, cortes, correlação¹³, preenchimento por cores e interpolação, onde tem-se representações das litologias e também a geração de gráficos e cálculos da petrofísica. Ferramentas ou *softwares* como OpendTect⁶, apresentam recursos para visualização 3D, correlação 2D e modelagem, além de uma serie de módulos integrados voltados para estudos sísmicos e de poços com funcionalidades multidisciplinares da geologia, geofísica, engenharia e computação, de maneira simplificada e completa (Figura 3).

Figura 2. Perfis representados em Python.

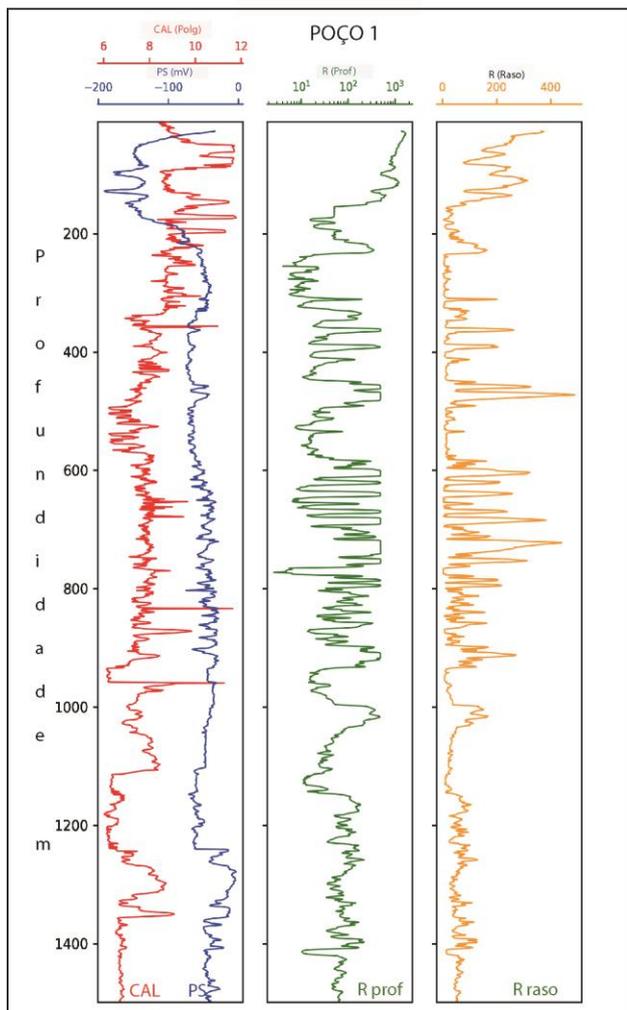
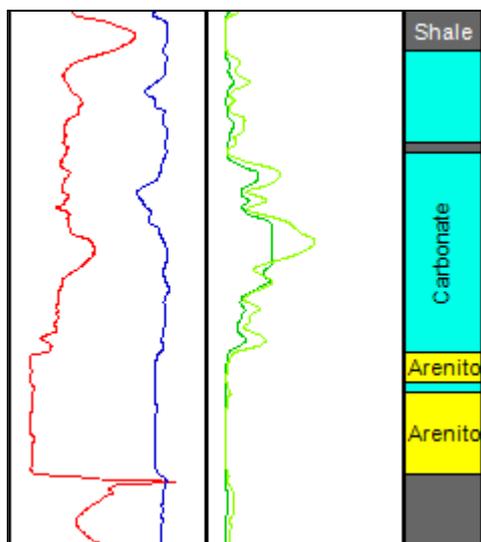


Figura 3. Visualização litológica em software de interpretação.



Posteriormente ao processo de edição e visualização dos perfis, estes passam pela avaliação e análise petrofísica, onde, é feita a síntese das propriedades da rocha e de fluidos, sendo possível avaliar, quantificar e qualificar os dados da subsuperfície. As análises permitem obter informações estratigráficas, do conteúdo de óleo e gás, do aquífero, bem como auxiliar estudos voltados a mineração e engenharia. Dessa forma, é imprescindível o uso das ferramentas computacionais, tendo em vista a precisão e qualidade dos resultados obtidos a partir do manuseio, e

das devidas edições no perfil de poço, sejam elas feitas por métodos indiretos, como planilhas, códigos de programação ou pelo uso de softwares mais complexos, como o OpendTect.

Conclusões

Com o avanço da tecnologia computacional, as manipulações dos perfis geofísicos se tornaram relativamente mais fáceis, não limitando-se a softwares complexos e caros, possibilitando, assim, o acesso ao entendimento por parte de estudantes e pesquisadores, o que pode agregar em estudos voltados para a área de geociências, engenharia ou até mesmo áreas computacionais e de programação. Com maior acesso aos dados, a quantidade de informações que podem ser colhidas a respeito de características de rochas, potencial de hidrocarbonetos, minerais, aquíferos e subsuperfícies (principalmente de lugares onde o acesso a tomada de dados de afloramentos é escassa, como a Amazônia), é extremamente maior, o que permite o enriquecimento potencial do conhecimento científico da subsuperfície.

Agradecimentos

A todos aqueles que contribuíram, para a realização deste trabalho, especialmente a dGB, pela licença de uso do software.

- 1 TAVARES, Fabíola; BEZERRA Jaime & CASTRO, Rutenio. Influência dos fluidos de perfuração nos resultados de perfuração geofísica em poços tubulares na cidade de Manaus (AM). Scientia Amazonia, v.3, n.1, 127-137. 10p, 2014.
- 2 SOUZA, Luiz & GANDOLFO, Otávio. Geofísica Aplicada à Geologia de Engenharia e Meio Ambiente. Manual de boas práticas. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia Ambiental. Sao Paulo. 628P, 2021
- 3 SERRA, Oberto. Fundamentals of well-log interpretation. Developments in petroleum Science 15, Part A. 435p., 1984.
- 4 CHEN, Qi. Well log interpreter. MATLAB Central File Exchange. (<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/e/51181-well-log-interpreter>) em Setembro 24 de 2021.
- 5 LIE, Knut-Andreas. An Introduction to reservoir simulation using Matlab. SINTEF, ICT, Department of Applied Mathematics, Oslo, Norway, 303p. 2015.
- 6 dGB. Opendtect Pro License agreement. dGB Earth Science License. 2021
- 7 ASQUITH, George & KRYGOWSKY Daniel. Basic well log Analysis for geologist. American Association of Petroleum Geologist-AAPG. 234 p. 1982
- 8 NERY Geraldo Girão. Perfilagem Geofísica em Poço Aberto, Fundamentos Básicos com Ênfase em Petróleo. Sociedade Brasileira de Geofísica-SBGf. 221p. 2013.
- 9 SCOTT, James. Computer Analysis of Digital Well Logs. Geological Survey, Circular, n.879, USA, 20p. 1984.
- 10 MARDANI, Ryan. 10 steps in Pandas to process LAS file and plot. <https://towardsdatascience.com/10-steps-in-pandas-to-process-las-file-and-plot-610732093338>. 2019.
- 11 MCDONALD, Andy. Loading and Exploring Well Log LAS Files Using LAISO in Python. https://twww.linkedin.com/posts/andymcdonaldgeo_how-to-load-well-log-las-files-using-python-activity-6821179234959065089. Setembro 18 de 2021.
- 12 SYAPUTRA, Ilham. Ranger Hitam LAS Viwer CODE Project. https://www.linkedin.com/posts/m-ilham-syaputra_python-welllog-well-activity-6803233105688838144-4tYb. 2021.
- 13 SOUZA, Cristiano Oliveira. Análise de correlação litológica a partir de dados de perfis de poços convencionais do Campo Namorado usando Software comercial. Monografia de Graduação em Engenharia de Petróleo. 70p. 2014.