

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

LUIZ DE ABREU HENRIQUES NETO

MATRÍCULA 2312737

ORIENTADOR: PROF. PAULO IVSON NETTO SANTOS

VISUALIZAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS DE PERFIS DE POÇOS DE PETRÓLEO

INF2102 – PROJETO FINAL DE PROGRAMAÇÃO

RIO DE JANEIRO

2024

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Tela inicial	11
Figura 2 – Caixa de seleção do arquivo LAS	11
Figura 3 – Caixa para processamento do arquivo LAS	12
Figura 4 – Tabela de Métricas dos Dados de Perfil.....	12
Figura 5 – Visualizador e Analisador de Perfis de Poços	13

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	3
2	FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA.....	4
2.1	IMPORTÂNCIA DA PERFILAGEM DE RESERVATÓRIOS DE PETRÓLEO	4
2.2	SIGNIFICADO E OBJETIVOS DA PERFILAGEM DE POÇOS	4
2.3	TÉCNICAS DE PERFILAGEM E FERRAMENTAS UTILIZADAS	5
2.4	PROCESSO DE AVALIAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS	5
2.5	TIPOS DE PERFIS DE POÇOS	6
3	DESCRIÇÃO DO SOFTWARE.....	7
3.1	FINALIDADE	7
3.2	PÚBLICO-ALVO	7
4	REQUISITOS E ESPECIFICAÇÕES	8
4.1	REQUISITOS FUNCIONAIS E NÃO FUNCIONAIS.....	8
4.1.1	Requisitos Funcionais.....	8
4.1.2	Requisitos Não Funcionais	8
4.2	CASOS DE USO.....	9
5	ACESSO A DADOS PÚBLICOS DE PERFIS DE POÇOS	10
6	MANUAL DO USUÁRIO.....	11
6.1	CARREGAR UM ARQUIVO LAS.....	11
6.2	VISUALIZAR OS PERFIS E GERAR AS MÉTRICAS MATEMÁTICAS DOS PARÂMETROS DOS PERFIS	12
6.3	INTERAGIR COM OS GRÁFICOS PARA ANÁLISE DETALHADA DO PERFIL	13
7	REQUISITOS PRÉVIOS / DEPENDÊNCIAS DO PROJETO	14
	APÊNDICE A – Exemplo de Arquivo LAS Corretamente Formatado .	15
	APÊNDICE B – Tabela de Correlação de Parâmetros de Perfis	17

1 INTRODUÇÃO

O petróleo é um líquido natural inflamável composto principalmente por uma complexa mistura de hidrocarbonetos. Ele se forma a partir da decomposição de matéria orgânica, como plantas e animais marinhos, que se acumulou no fundo dos oceanos e lagos ao longo de milhões de anos. Sob condições de alta pressão e temperatura, essa matéria orgânica se transforma em petróleo.

Após a extração, o petróleo bruto é refinado em diversas frações para produzir combustíveis como gasolina, diesel e querosene, além de matérias-primas para produtos petroquímicos, incluindo plásticos, fertilizantes, solventes e muitos outros. Devido à sua alta densidade energética e versatilidade, o petróleo é uma fonte de energia fundamental para a economia global, alimentando indústrias, transportes e aquecimento, entre outras aplicações.

A cada ano, aproximadamente 70.000 poços de petróleo são perfurados globalmente, refletindo a demanda contínua por novas fontes de hidrocarbonetos e a necessidade de manutenção e expansão dos campos existentes. Esse número inclui poços de exploração, que buscam descobrir novas reservas, e poços de desenvolvimento, destinados a otimizar a extração de campos já conhecidos. A perfuração de poços é um indicador importante da atividade na indústria do petróleo, representando investimentos significativos em tecnologia e infraestrutura.

De cada poço perfurado, são extraídas informações através do que chamamos de perfil de poço, ou *well log*, o qual é um registro detalhado das propriedades geológicas e petrofísicas de uma formação subterrânea ao longo da profundidade. Esses perfis são obtidos por meio de ferramentas especializadas que são descidas no poço e que medem várias características das rochas e dos fluidos presentes.

O software criado nesse projeto, denominado *WellLog Viewer and Analyzer*, tem como objetivo facilitar a leitura, visualização e análise de dados de perfis poços de petróleo. De forma geral, softwares com esse objetivo não são gratuitos ou abertos ao público, o que acaba dificultando o acesso e estudo de pessoas do ramo acadêmico ou simpatizantes com a área que não sejam patrocinadas por grandes empresas, detentoras de licenças para uso de softwares comerciais dedicados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA

2.1 IMPORTÂNCIA DA PERFILAGEM DE RESERVATÓRIOS DE PETRÓLEO

A avaliação dos resultados dos perfis dos poços é fundamental para uma boa exploração do reservatório, pois esses dados fornecem informações críticas sobre a estrutura geológica, a porosidade, a permeabilidade e a saturação de fluidos das formações rochosas.

Essa análise detalhada permite a identificação precisa das zonas produtivas e a determinação das melhores estratégias de produção, otimizando a recuperação de hidrocarbonetos e minimizando custos e riscos operacionais. Além disso, a interpretação correta dos perfis de poços ajuda a prever o comportamento do reservatório ao longo do tempo, possibilitando ajustes nas técnicas de extração e garantindo uma exploração mais eficiente e sustentável dos recursos disponíveis.

2.2 SIGNIFICADO E OBJETIVOS DA PERFILAGEM DE POÇOS

A perfilagem de poços, também conhecida como *logging*, é o processo de adquirir registros detalhados das formações geológicas atravessadas por um poço de petróleo ou gás. Esses registros são obtidos por meio de diversas ferramentas e técnicas que medem as propriedades físicas e químicas das formações.

Os principais objetivos da perfilagem de poços incluem:

- Identificação de Zonas Produtivas: Determinação das camadas que contêm hidrocarbonetos e de sua qualidade.
- Caracterização das Formações: Análise das propriedades petrofísicas das rochas, como porosidade, permeabilidade e conteúdo mineral.
- Avaliação da Saturação de Fluidos: Medição da quantidade de água, óleo e gás presentes nos poros das rochas.
- Monitoramento da Produção: Acompanhamento das mudanças no reservatório ao longo do tempo para otimizar a produção.

2.3 TÉCNICAS DE PERFILAGEM E FERRAMENTAS UTILIZADAS

A perfilagem de poços pode ser realizada utilizando várias técnicas e ferramentas, cada uma proporcionando dados específicos e complementares sobre o reservatório.

As técnicas mais comuns incluem:

- **Perfilagem Elétrica:** Medição da resistividade das formações para identificar a presença de hidrocarbonetos. Ferramentas como o Log de Resistividade e o Log de Indução são amplamente utilizadas.
- **Perfilagem Radioativa:** Utilização de ferramentas que emitem e detectam radiação gama para avaliar a composição mineralógica das formações. Exemplos incluem o Log de Raio Gama e o Log de Densidade.
- **Perfilagem Acústica:** Ferramentas que medem a velocidade de propagação das ondas sonoras através das formações, fornecendo informações sobre a porosidade e a litologia das rochas.
- **Perfilagem de Nêutrons:** Utilização de nêutrons para estimar a porosidade das formações ao medir a resposta dos hidrogênios presentes nos poros.

2.4 PROCESSO DE AVALIAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS

A avaliação dos reservatórios com o uso da perfilagem envolve várias etapas integradas:

1. **Aquisição de Dados:** Implementação das ferramentas de perfilagem no poço para coletar dados contínuos ao longo da profundidade do poço.
2. **Processamento e Correção dos Dados:** Aplicação de correções nos dados brutos para eliminar efeitos ambientais e de operação, assegurando a precisão das medições.
3. **Interpretação dos Dados:** Análise detalhada dos logs para identificar as propriedades petrofísicas das formações, estimar a saturação de fluidos e definir as zonas produtivas.
4. **Modelagem do Reservatório:** Integração dos dados de perfilagem com outras informações geológicas e geofísicas para construir modelos 3D do reservatório, auxiliando no planejamento de desenvolvimento e estratégias de produção.

5. Monitoramento Contínuo: Uso de técnicas de perfilagem durante a produção para monitorar mudanças nas condições do reservatório e otimizar a recuperação de hidrocarbonetos.

2.5 TIPOS DE PERFIS DE POÇOS

Os principais tipos de perfis de poços incluem:

1. Perfil de Resistividade: Mede a resistência elétrica das formações rochosas, ajudando a identificar a presença de hidrocarbonetos, que possuem resistividade diferente da água salgada.
2. Perfil de Raio Gama: Detecta a radiação gama natural emitida pelas formações, fornecendo informações sobre a litologia e a presença de minerais como argilas.
3. Perfil de Densidade: Utiliza a radiação gama para medir a densidade das formações, o que ajuda a determinar a porosidade e a identificar a composição das rochas.
4. Perfil Neutrônico: Mede a resposta dos átomos de hidrogênio nas formações, fornecendo estimativas de porosidade e informações sobre a saturação de fluidos.
5. Perfil Sônico ou Acústico: Avalia a velocidade de propagação das ondas sonoras nas formações, o que ajuda a determinar a porosidade e a elasticidade das rochas.

3 DESCRIÇÃO DO SOFTWARE

O software desenvolvido é uma ferramenta avançada projetada para a visualização e análise detalhada de dados de perfis de poços, especialmente aqueles armazenados no formato padrão LAS. Este formato é amplamente utilizado na indústria de exploração de petróleo e gás, sendo fundamental para registrar informações cruciais sobre formações geológicas, propriedades dos fluidos e características do poço.

3.1 FINALIDADE

O principal propósito deste software é capacitar os profissionais e especialistas envolvidos na análise de dados geofísicos e geológicos a explorar de maneira eficaz e detalhada as informações contidas nos arquivos LAS. Ao integrar funcionalidades de conversão de dados, visualização gráfica e cálculo de métricas matemáticas dos parâmetros dos perfis, o software facilita a interpretação precisa e a tomada de decisões fundamentadas em exploração e produção de recursos naturais.

3.2 PÚBLICO-ALVO

Destina-se a geocientistas, engenheiros de petróleo, geólogos e outros profissionais do setor energético que estão envolvidos na análise e interpretação de dados de perfis de poços. Além disso, acadêmicos e pesquisadores que investigam as características geológicas e geofísicas de formações subsuperficiais encontrarão no software uma ferramenta valiosa para suas investigações.

O software combina robustez computacional com uma interface amigável, promovendo uma experiência de usuário intuitiva e eficiente. Sua capacidade de manipular grandes volumes de dados e apresentá-los de forma visualmente compreensível e interativa posiciona-o como uma ferramenta importante no arsenal de análise de dados para profissionais e pesquisadores do setor.

4 REQUISITOS E ESPECIFICAÇÕES

4.1 REQUISITOS FUNCIONAIS E NÃO FUNCIONAIS

4.1.1 Requisitos Funcionais

- Carregar Arquivos LAS: O sistema deve permitir ao usuário selecionar e carregar arquivos no formato LAS.
- Converter LAS para CSV: O sistema deve converter arquivos LAS para CSV com formatação apropriada.
- Gerar Métricas Matemáticas: O sistema deve calcular e exibir métricas matemáticas (média, desvio padrão, etc.) dos dados dos perfis.
- Visualizar Perfis: O sistema deve permitir a visualização gráfica dos perfis carregados a partir do arquivo LAS.
- Operações de Zoom: O sistema deve permitir zoom in e zoom out nas visualizações dos perfis para uma análise detalhada.

4.1.2 Requisitos Não Funcionais

- Eficiência: O sistema deve processar e visualizar os dados de maneira eficiente, minimizando o tempo de espera do usuário.
- Robustez: O sistema deve tratar entradas inválidas de maneira graciosa, exibindo mensagens de erro apropriadas.
- Usabilidade: A interface deve ser intuitiva e fácil de usar, permitindo que os usuários naveguem e utilizem as funcionalidades sem dificuldades.
- Compatibilidade: O sistema deve ser compatível com as versões mais recentes do Python (≥ 3.7).

4.2 CASOS DE USO

1. Carregar um arquivo LAS:

Ator	Usuário
Descrição	O usuário seleciona um arquivo LAS para carregar no sistema.
Pré-condição	O arquivo LAS deve estar no formato correto.
Pós-condição	O arquivo é carregado e os dados são convertidos para o formato CSV.

2. Gerar e visualizar as métricas matemáticas:

Ator	Usuário
Descrição	O usuário solicita a geração de métricas matemáticas dos parâmetros dos perfis.
Pré-condição	Um arquivo LAS deve estar carregado e convertido.
Pós-condição	As métricas são calculadas e exibidas em uma interface gráfica.

3. Visualizar os perfis:

Ator	Usuário
Descrição	O usuário solicita a visualização dos perfis contidos no arquivo LAS.
Pré-condição	Um arquivo .las deve estar carregado e convertido.
Pós-condição	Os perfis são exibidos em gráficos.

4. Interagir com os gráficos de perfis:

Ator	Usuário
Descrição	O usuário utiliza as ferramentas de zoom para analisar detalhadamente os perfis exibidos.
Pré-condição	Perfis devem estar sendo visualizados.
Pós-condição	A visualização é ajustada conforme o zoom solicitado pelo usuário.

5 ACESSO A DADOS PÚBLICOS DE PERFIS DE POÇOS

A obtenção de dados públicos de perfis de poços é um desafio significativo para pesquisadores, engenheiros e profissionais da indústria de petróleo e gás. Existem várias razões para essa dificuldade:

- **Privacidade e Confidencialidade:** Muitos dados de perfis de poços são considerados proprietários e confidenciais pelas empresas que realizam a exploração e produção. Como resultado, esses dados não são compartilhados publicamente para proteger interesses comerciais e estratégicos.
- **Regulamentações e Políticas:** As regulamentações governamentais e políticas de muitas regiões podem restringir a divulgação de dados geológicos e geofísicos. Isso pode incluir restrições de segurança nacional ou políticas de propriedade de recursos naturais.
- **Custos Associados:** A coleta e processamento de dados de perfis de poços são atividades caras. Frequentemente, as empresas investem significativamente em tecnologia e mão de obra para adquirir esses dados, e podem não ter incentivo para compartilhar essas informações gratuitamente.

O site da *Kansas Geological Survey* (KGS), disponível em <https://www.kgs.ku.edu/Magellan/Logs/index.html>, disponibiliza uma base de dados pública onde os usuários podem encontrar uma variedade de informações geológicas e geofísicas, incluindo dados de perfis de poços em arquivos LAS, os quais podem ser utilizados como *inputs* do software apresentado.

Com o intuito de facilitar o uso do software, na página do projeto no Git, há alguns exemplos na pasta *WellLog_Samples* que podem ser utilizados diretamente.

De forma geral, os arquivos LAS de dados de perfis de poços, independentemente de sua origem, possuem a mesma formatação para que possam ser utilizados diretamente nos softwares dedicados sem uma necessidade de correção.

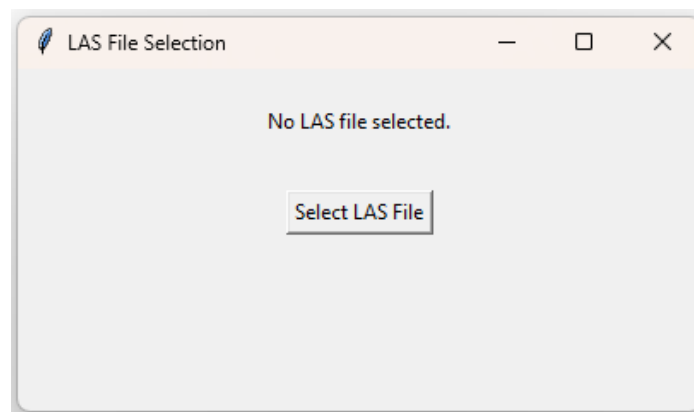
O **Apêndice A - Exemplo de Arquivo LAS Corretamente Formatado** serve como guia para verificação de correção de formatação para uso no software.

6 MANUAL DO USUÁRIO

6.1 CARREGAR UM ARQUIVO LAS

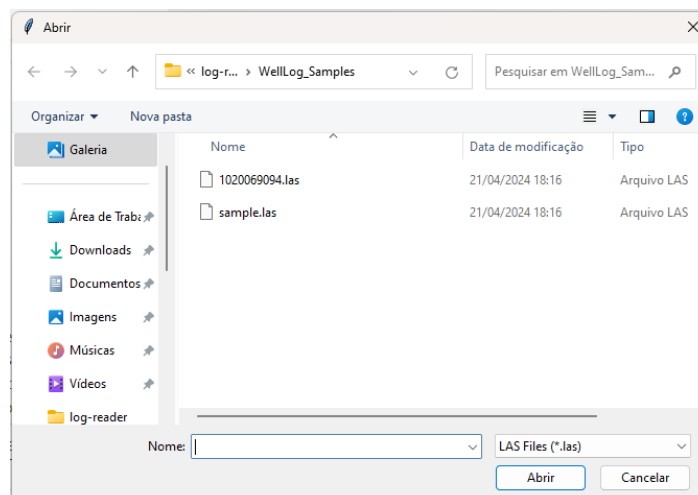
- Abrir o Programa:
 - Execute o programa principal main.py.
- Selecionar Arquivo:
 - Uma janela de diálogo será aberta automaticamente para a seleção do arquivo.

Figura 1 – Tela inicial



- Clique em *Select LAS File*.
- Navegue até o local onde o arquivo LAS está armazenado e selecione.

Figura 2 – Caixa de seleção do arquivo LAS

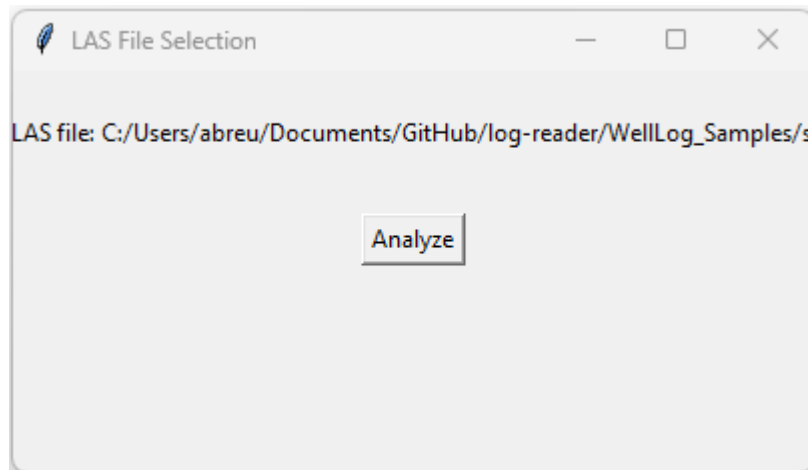


- Carregar Arquivo:
 - Após a seleção, o arquivo será carregado e convertido para um formato interno de processamento (CSV).

6.2 VISUALIZAR OS PERFIS E GERAR AS MÉTRICAS MATEMÁTICAS DOS PARÂMETROS DOS PERFIS

- Processar o arquivo:
 - Após a seleção e o carregamento do arquivo, clicar em *Analyze*.

Figura 3 – Caixa para processamento do arquivo LAS



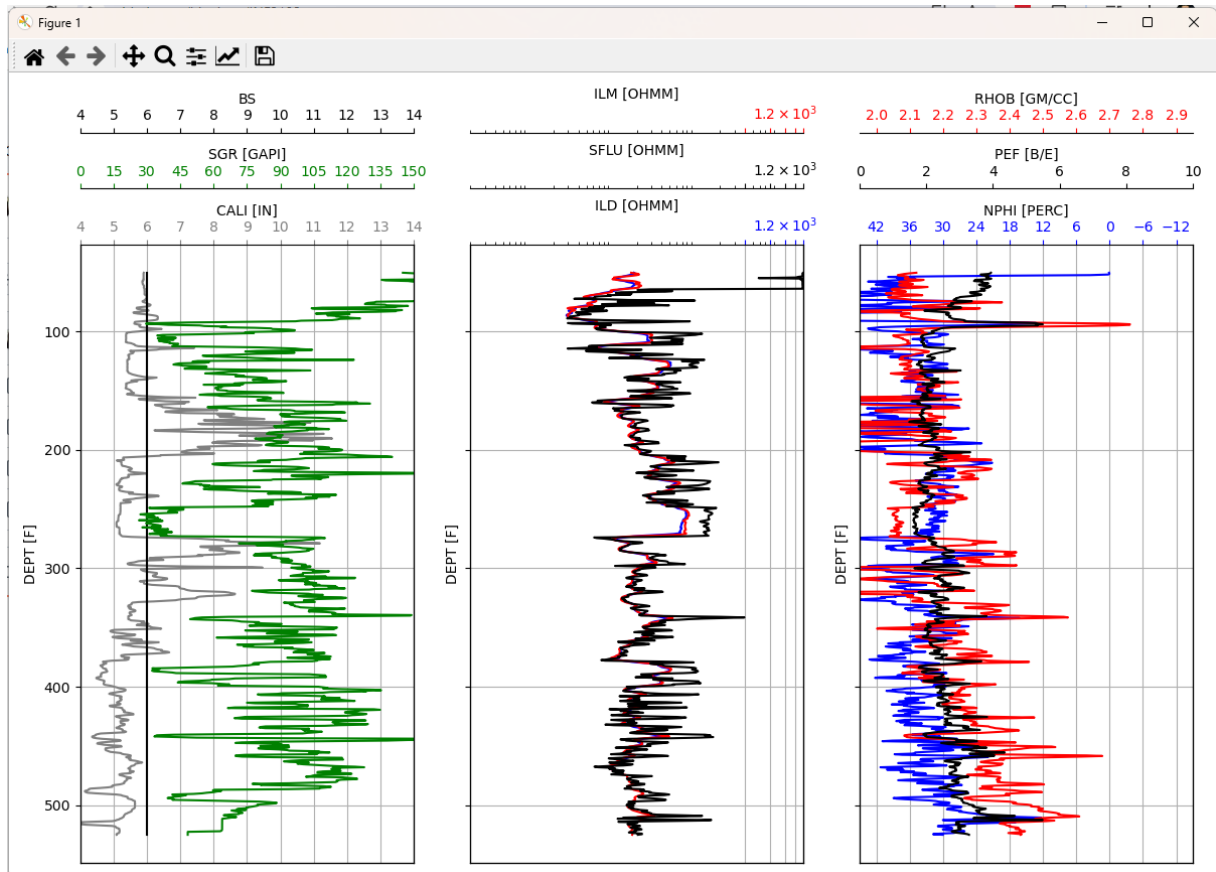
- O sistema processará os dados e calculará as métricas matemáticas (média, desvio padrão, mínimo, máximo, etc.).
- As métricas calculadas serão exibidas em uma nova janela da interface.

Figura 4 – Tabela de Métricas dos Dados de Perfil

index	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
DEPT [F]	950.0	287.8	137.2	50.5	169.1	287.8	406.4	525.0
CALI [IN]	950.0	5.9	1.2	3.9	5.2	5.5	6.0	11.6
SGR [GAPI]	950.0	90.5	33.4	26.3	68.3	91.0	108.3	230.1
CGR [GAPI]	950.0	57.2	21.3	3.8	41.6	60.0	73.2	109.8
THOR [PPM]	950.0	7.9	3.6	-1.4	5.5	8.2	10.6	18.5
URAN [PPM]	950.0	3.8	3.1	0.0	2.3	3.1	4.1	19.1
POTA [PERC]	950.0	1.2	0.6	-0.3	0.7	1.0	1.4	3.1
ILD [OHMM]	840.0	24.8	16.0	2.9	14.8	19.5	30.7	79.2
ILM [OHMM]	950.0	24.6	16.6	2.9	15.3	19.4	29.3	85.4
SFLU [OHMM]	950.0	94.7	320.6	2.9	16.0	24.5	51.5	2000.0

- Uma interface gráfica será aberta mostrando os perfis carregados.
 - A tabela de correlação das siglas apresentadas na interface com o nome completo do perfil e com sua descrição pode ser encontrada no APÊNDICE B – Tabela de Correlação de Parâmetros de Perfis.

Figura 5 – Visualizador e Analisador de Perfis de Poços



6.3 INTERAGIR COM OS GRÁFICOS PARA ANÁLISE DETALHADA DO PERFIL

- Explorar os gráficos:
 - Utilize as ferramentas de navegação na barra superior para explorar os gráficos gerados.

7 REQUISITOS PRÉVIOS / DEPENDÊNCIAS DO PROJETO

- Python 3.x instalado
- Bibliotecas necessárias:

```
lasio==0.31  
matplotlib==3.7.0  
numpy==1.24.3  
numpy==1.23.5  
pandas==1.5.3  
seaborn==0.13.2
```

As bibliotecas acima podem ser instaladas diretamente através do arquivo requirements.txt, incluso na página do Git do projeto, e do comando:

pip install -r requirements.txt

APÊNDICE A – Exemplo de Arquivo LAS Corretamente Formatado

```
# 10/30/2000 11:16:43 Updated by the Kansas Geological Survey
# #KGS#ID: 01S02E/1020069094
# #KGS#INPUT_FILE: /home/crude2_3/WellLogs/Doveton-Dakota_2000_10_30/gaydusek.las.las
~VERSION INFORMATION
VERS      .          2.0: CWLS log ASCII Standard -VERSION 2.0
WRAP      .          NO: One line per depth step
~WELL INFORMATION
#MNEM.UNIT  DATA  DESCRIPTION OF MNEMONIC
#-----  -
STRT  .F          50.5000: Start Depth
STOP  .F          525.0000: Stop Depth
STEP  .F          0.5000: Step Length
NULL  .          -999.0000: Null Value
COMP  .  KANSAS GEOLOGICAL SURVEY: Company
WELL  .          GAYDUSEK W II: Well
FLD   .          WILDCAT: Field
LOC   .          10-1S-2E: Location
LOC1  .          NW SW NW: Location Line 1
COUN  .          WASHINGTON: County
STAT  .          KANSAS: State
CTRY  .          USA: Country
SRVC  .          SCHLUMBERGER: Service Company
DATE  .          29-NOVEMBER-1989: Log date
~CURVE INFORMATION
#MNEM.UNIT  CURVE DESCRIPTION
#-----  -
DEPT  .F          : Depth
CALI  .IN          : Caliper
SGR   .GAPI        : Total Gamma-Ray
CGR   .GAPI        : Computed Gamma Ray (Th plus K)
THOR  .PPM         : Thorium
URAN  .PPM         : Uranium
POTA  .PERC        : Potassium
ILD   .OHMM        : Deep Induction Resistivity
ILM   .OHMM        : Medium Induction Resistivity
SFLU  .OHMM        : Spherically-focussed Resistivity
PEF   .B/E         : Photo-Electric Factor
NPHI  .PERC        : Neutron Porosity (ls equiv.)
RHOB  .GM/CC       : Bulk Density
~PARAMETER INFORMATION
#MNEM.UNIT  VALUE  DESCRIPTION
#-----  -
EGL  .F          1599.0: Elevation Of Ground Level
LMF  .          GL: Log Measured From
```


TD .F 534.0: Total Depth
 BHT .DEGF 60.0: Bottom Hole Temperature
 BS .IN 6.25: Bit Size
 MUD . FRESH: Mud Type
 RM .OHMM 30.00: Mud Resistivity
 EMT .DEGF 35.0: Mud meas. temperature
 RMF .OHMM NM: Mud Filtrate Resistivity
 MFT .DEGF NM: Mud Filtr. meas. temp.

CURVE DATA.

:

~A DEPT CALI SGR CGR THOR URAN POTA ILD ILM SFLU PEF NPHI RHOB

50.500	5.902	145.146	24.131	2.477	13.727	.701	18.533	17.162	2000.000	3.938	.098	2.120
51.000	5.895	150.785	28.006	2.884	13.927	.811	19.029	19.305	1955.824	3.924	.049	2.100
51.500	5.895	155.732	31.508	3.259	14.091	.909	18.660	20.851	1955.826	3.861	.049	2.084
52.000	5.895	154.033	30.359	3.149	14.028	.874	17.425	21.394	1955.826	3.629	.244	2.074
52.500	5.895	169.844	40.371	4.755	14.686	1.022	16.477	20.181	2000.001	3.658	3.467	2.064
53.000	5.895	169.541	40.079	4.702	14.685	1.019	15.248	17.972	2000.000	3.770	19.336	2.072
53.500	5.898	169.768	40.038	4.666	14.715	1.026	13.974	15.160	1955.824	3.875	30.713	2.089
54.000	5.898	168.309	38.872	4.567	14.682	.987	13.224	12.332	1730.914	3.791	39.893	2.095
54.500	5.898	160.731	33.333	3.888	14.451	.853	12.696	10.682	1636.808	3.805	38.086	2.096
55.000	5.895	165.682	36.634	4.263	14.638	.940	11.633	10.824	582.271	3.844	38.281	2.087
55.500	5.891	166.195	36.876	4.335	14.669	.935	11.243	10.629	2000.043	3.951	35.107	2.085
56.000	5.902	157.681	31.251	3.636	14.341	.802	11.467	10.239	1836.508	3.869	34.912	2.102
56.500	5.891	135.590	16.971	2.167	13.455	.388	11.848	11.381	2000.005	3.465	36.377	2.142
57.000	5.891	137.413	18.026	2.352	13.542	.400	12.789	14.560	1955.824	3.461	39.258	2.133
57.500	5.859	147.492	24.680	3.385	13.931	.506	14.364	18.033	2000.001	3.430	40.820	2.099
58.000	5.867	149.641	26.062	3.578	14.018	.534	14.961	19.697	1955.824	3.684	43.506	2.069
58.500	5.859	158.219	30.183	4.284	14.523	.584	16.050	20.851	1955.826	3.664	41.455	2.068
59.000	5.863	164.683	33.897	4.657	14.835	.694	17.476	21.832	1955.826	3.738	38.428	2.080
59.500	5.871	184.546	30.118	4.123	17.517	.620	18.511	19.807	1955.826	3.861	36.230	2.101
60.000	5.867	186.331	31.247	4.209	17.591	.660	18.924	19.375	1955.826	3.707	38.574	2.110
60.500	5.883	190.721	34.024	4.510	17.774	.737	19.138	20.650	1955.826	3.580	42.139	2.099
61.000	5.895	191.975	34.570	4.585	17.854	.748	18.719	22.149	1955.826	3.613	41.211	2.068
61.500	5.910	182.661	27.854	3.957	17.560	.538	18.142	22.714	2000.001	3.697	40.625	2.078
62.000	5.910	156.055	4.390	2.340	17.203	-.340	17.775	21.876	2000.000	3.926	36.084	2.106
62.500	5.902	157.206	4.954	2.417	17.270	-.328	17.691	21.099	1955.824	3.857	36.377	2.154
63.000	5.902	175.246	15.961	3.432	18.068	.020	17.189	21.182	2000.001	3.865	37.207	2.135
63.500	5.918	212.148	49.607	5.197	18.437	1.415	16.003	18.470	2000.000	3.793	40.283	2.102
64.000	5.930	218.102	53.858	5.687	18.630	1.525	14.378	15.627	2000.000	3.633	42.920	2.052
64.500	5.922	222.955	56.744	6.016	18.853	1.601	12.621	12.807	28.702	3.682	41.650	2.045
65.000	5.930	230.055	61.889	6.559	19.075	1.747	11.779	10.523	20.456	3.699	41.797	2.048
65.500	5.922	200.865	44.503	5.187	17.736	1.140	11.198	9.749	22.522	3.758	39.111	2.066
66.000	5.926	189.674	38.519	4.602	17.145	.959	10.409	9.960	53.597	3.604	40.137	2.084
66.500	5.934	191.698	39.993	4.856	17.208	.976	9.753	10.131	43.523	3.549	43.408	2.089
67.000	5.926	194.598	42.144	5.168	17.293	1.016	8.913	9.661	12.966	3.312	47.656	2.074
67.500	5.926	192.149	40.896	5.064	17.157	.974	8.045	8.935	11.226	3.328	48.779	2.039

APÊNDICE B – Tabela de Correlação de Parâmetros de Perfis

Parâmetro	Nome Completo	Principais Utilizações
DEPT	Depth	Profundidade do poço em relação a uma profundidade de referência
CALI	Caliper	Diâmetro interno do poço, importante para avaliação de integridade do poço e dimensionamento de ferramentas
SGR	Spectral Gamma Ray	Medição de radiação natural, útil na identificação de litologias e correlação estratigráfica
CGR	Spectral Gamma Ray (Uranium Corrected)	Medição de radiação de urânio corrigida, usada para estimar a concentração de urânio nas formações geológicas
THOR	Thorium	Medição de radiação de tório, importante para análises geoquímicas e de correlação estratigráfica
URAN	Uranium	Medição de radiação de urânio, útil para identificação de litologias e análises geológicas
POTA	Potassium	Medição de radiação de potássio, auxilia na identificação de litologias e análises geoquímicas
ILD	Deep Induction Resistivity	Resistividade de indução profunda, utilizada para estimar a resistividade do fluido no poço
ILM	Medium Induction Resistivity	Resistividade de indução média, auxilia na caracterização das formações geológicas e avaliação de fluidos
SFLU	Shallow Resistivity	Resistividade superficial, importante para identificação de fluidos e determinação de porosidade
PEF	Photoelectric Factor	Fator fotoelétrico, utilizado para estimar a mineralogia e a porosidade das formações
NPHI	Neutron Porosity	Porosidade de nêutrons, usada para quantificar a quantidade de fluido nas formações geológicas
RHOB	Bulk Density	Densidade bulk, importante para estimar a densidade das rochas e avaliar a composição das formações
BS	Bit Size	Tamanho da broca, utilizado para monitorar a largura do poço durante a perfuração e para avaliar a integridade do poço