



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E  
PESQUISA COORDENAÇÃO DE PESQUISA

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO  
CIENTÍFICA – PIBIC

**CARACTERIZAÇÃO DE ELETROFÁCEIS POR MEIO  
DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COM ABORDAGEM  
SUPERVISIONADA**

Relatório Final  
Período da bolsa: de 09/23 a 08/24

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica

PIBIC/COPES

## Sumário

1.	Introdução.....	3
2.	Objetivos.....	3
2.1	Objetivo geral.....	3
2.2	Objetivos específicos .....	3
3.	Metodologia (Incluir fluxograma e explicações).....	3
3.1	Conjunto de dados (falar sobre o AGP).....	4
3.2	Curvas de perfis petrofísicos escolhidas .....	4
3.3	Tratamento dos dados .....	5
3.3.1	Conversão da unidade de medida de profundidade .....	5
3.3.2	Remoção de valores de profundidade que não possuem todas as curvas escolhidas.....	5
3.3.3	Remoção de curvas de resistividade profunda .....	6
3.3.4	Aplicação dos mnemônicos das curvas.....	6
3.3.5	Adição da curva DCAL .....	6
3.3.6	Reclassificação da litologia metamórfica .....	6
3.4	Algoritmo.....	7
4.	Resultados e discussões.....	7
5.	Conclusões .....	7
6.	Perspectivas de futuros trabalhos .....	7
7.	Referências bibliográficas .....	7
8.	Outras atividades .....	7
9.	Justificativa .....	7

## **1. Introdução**

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste plano de trabalho é, por meio dos perfis petrofísicos, identificar as eletrofáceis de poços de petróleo da bacia Sergipe/Alagoas com o método de inteligência artificial conhecido como Floresta Aleatória.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar o estado da arte sobre a identificação de eletrofáceis utilizando ferramentas com métodos de inteligência artificial (Florestas Aleatórias) com abordagem supervisionada;
- Levantar dados rotulados de perfis e definir as curvas que serão utilizadas para treinamento e teste da inteligência artificial com suporte de especialistas;
- Escolher o algoritmo de inteligência artificial para o treinamento com os dados levantado dos poços;
- Realizar o teste e treinamento do algoritmo de identificação das eletrofáceis a partir dos dados rotulados;
- Obter uma inteligência artificial treinada em uma base de dados referente a algum campo de petróleo da bacia Sergipe/Alagoas;
- Propagar as eletrofácies para poços que tenham as mesmas unidades estratigráficas, pertencentes, ou não, ao campo de petróleo utilizando a inteligência artificial.

## **3. Metodologia (Incluir fluxograma e explicações)**

### 3.1 Conjunto de dados (falar sobre o AGP)

No desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados arquivos de dados no formato Digital Log Interchange Standard (DLIS) referentes a poços da bacia Sergipe/Alagoas. Estes arquivos contêm registros de perfis petrofísicos dos poços de petróleo. Eles podem ser acessados de forma gratuita por meio do seguinte hiperlink: [ANP-TERRESTRE \(cprm.gov.br\)](http://cprm.gov.br).

Tabela <num\_tabela> - Nomes dos poços

Nome ANP	Nome BR	Nome abreviado
1-BRSA-459-SE	1-NCL-2-SE	P_459
1-BRSA-551-SE	1-FSG-1-SE	P_551
1-BRSA-574-SE	1-FSJQ-1-SE	P_574
1-BRSA-595-SE	1-FSG-2-SE	P_595
1-BRSA-605-SE	1-FSJQ-2-SE	P_605
1-BRSA-643-SE	1-CBO-1-SE	P_643
1-BRSA-645-SE	1-SIB-1-SE	P_645
1-BRSA-659-SE	1-POI-2-SE	P_659
1-BRSA-689-SE	1-POI-1-SE	P_689
1-BRSA-696-SE	1-FSJQ-3-SE	P_696
1-BRSA-698-SE	1-DP-2-SE	P_698

Fonte: Autor

### 3.2 Curvas de perfis petrofísicos escolhidas

Para o trabalho em questão, foram escolhidas 11 curvas de perfis petrofísicos: (descrever cada um deles)

- Profundidade (TDEP): mede a distância medida a partir da superfície até um determinado ponto do poço.
- *Bit size* (BS): diâmetro da broca utilizada para perfurar o poço.
- Caliper (CAL): diâmetro do poço perfurado.
- Diferença entre CAL e BS (DCAL): diferença entre o tamanho do poço perfurado e o tamanho da broca que perfurou o poço.

- *Gamma ray* (GR): detecta a radioatividade total da formação geológica.
- Resistividade profunda (RES-D): mede a resistividade das rochas.
- Sônico (DT): detecta uma relação direta entre o tempo de propagação do som e a porosidade das rochas.
- Densidade (RHOB): detecta os raios gama defletidos pelos elétrons orbitais dos componentes das rochas.
- Correção da densidade (DRHO)
- Neutrão (NPHI): detecta a porosidade das rochas.
- Fator fotoelétrico (PE): mede a absorção fotoelétrica de raios gama de baixa energia.

<Explicar que CAL e BS não são variáveis discriminatórias>

### **3.3 Tratamento dos dados**

Antes de aplicar o algoritmo de Floresta Aleatória, é fundamental que os dados passem por um processo de tratamento para que eles possam ser analisados pelos especialistas e utilizados pelo algoritmo. Dessa forma, o tratamento foi realizado por meio do seguinte procedimento:

1. Conversão da unidade de medida de profundidade dos poços 1-BRSA-551-SE e 1-BRSA-605-SE de polegada para metro;
2. Remoção de valores de profundidade que não possuem todas as curvas escolhidas naquela região;
3. Remoção de outras curvas de resistividade profunda, se houver mais de uma;
4. Aplicação dos mnemônicos das curvas para padronizar os nomes;
5. Adição da curva DCAL em poços que ainda não a possuem;
6. Reclassificação da litologia metamórfica em xisto

#### **3.3.1 Conversão da unidade de medida de profundidade**

#### **3.3.2 Remoção de valores de profundidade que não possuem**

**todas as curvas escolhidas**

### **3.3.3 Remoção de curvas de resistividade profunda**

### **3.3.4 Aplicação dos mnemônicos das curvas**

### **3.3.5 Adição da curva DCAL**

### **3.3.6 Reclassificação da litologia metamórfica**

Segundo o especialista Vitor Hugo Simon, geólogo consultor do projeto, as litologias presentes no Embasamento Fraturado da Sub-bacia de Sergipe, na região do Alto de Aracaju são: Rochas Graníticas e Metamórficas mais especificamente, Xistos e Filitos.

Durante o pré-processamento dos dados, foi identificado no poço P\_459, um tipo de litologia descrita como “metamórfica não identificada”, referente ao Embasamento da Sub-bacia de Sergipe. Sendo esse um termo muito genérico para classificar rochas e com a intenção de obter uma caracterização mais precisa das litologias, as amostras de “metamórfica não identificada” foram submetidas a um algoritmo de classificação litológica para se obter uma caracterização mais precisa do tipo litológico.

Para realizar a reclassificação, foi utilizado um modelo de classificação de floresta aleatória, treinado com as propriedades de perfis das amostras litológicas de xisto e filito, presentes nos poços P\_689 e P\_659. Após o treinamento, o modelo foi capaz de rotular as amostras de “metamórfica não identificada” como uma dessas duas categorias.

No conjunto de dados em estudo, havia 540 amostras de xisto e 202 de filito, nos poços P\_689 e P\_659 respectivamente. Dessa maneira, o algoritmo de classificação foi treinado e testado com um total de 642 registros.

A divisão das amostras em treinamento e teste foi realizada separando 2/3 do total para treinamento e 1/3 para teste, conforme recomendado na literatura. (FACELI et al. 2011) Os resultados da divisão são apresentados na tabela <num\_tabela>.

Tabela <num\_tabela> - Divisão das amostras de xisto e filito em conjuntos de treino e teste

<b>Litologia</b>	<b>Número de</b>	<b>Amostras para</b>	<b>Amostras para</b>
------------------	------------------	----------------------	----------------------

	<b>amostras</b>	<b>treinamento</b>	<b>teste</b>
Filito	202	132	70
Xisto	540	362	178
Total	642	494	248

Fonte: Autor

Uma vez que o algoritmo foi treinado, a sua acurácia pôde ser testada com o conjunto de teste. Isto é, após aprender com as amostras para treinamento, o modelo foi testado ao classificar, em xisto ou filito, a litologia correspondente aos 248 registros de propriedades de perfis petrofísicos separados para teste. A acurácia do modelo foi de 99.59%.

Em seguida, após as etapas de treinamento e teste, o algoritmo foi utilizado para categorizar as amostras de “metamórfica não identificada” em xisto ou filito, com base em suas respectivas propriedades. Dentre os 585 registros de metamórfica que existiam no conjunto de dados, 573 foram reclassificados como xisto e apenas 12 como filito.

De acordo com os especialistas, não foi observado, até então, no intervalo estratigráfico do EMB de um poço, a existência de mais de um tipo litológico no intervalo normalmente perfurado. Desse modo, todos os registros de “metamórfica não identificada” foram convertidos em xisto, e os filitos foram considerados como erros de classificação.

### **3.4 Algoritmo**

### **4. Resultados e discussões**

### **5. Conclusões**

### **6. Perspectivas de futuros trabalhos**

### **7. Referências bibliográficas**

### **8. Outras atividades**

### **9. Justificativa**

