

INICIAÇÃO CIENTÍFICA  
PIBIC-USP

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EXPLORAÇÃO MINERAL  
PARA GRAFITA: CONCEITOS, MÉTODOS E APLICAÇÃO**

**Gabriel Góes Rocha de Lima**

Orientador: Prof. Dr. Caetano Juliani

**RELATÓRIO PARCIAL**

Maio de 2022

## RESUMO

A grafita é um bem mineral de importância tecnológica emergente com as novas propriedades descobertas nas últimas décadas no ramo da engenharia de nanomateriais, como no emprego de fabricação de baterias elétricas, supercondutores e fibras leves de alta resistência, e com potencial para fabricação de materiais essenciais para a indústria. Estes novos usos têm aumentado a demanda pela commodity, trazendo assim, a necessidade de descoberta de novos depósitos economicamente viáveis levando em conta sua localização, volume e grau de pureza.

Recentemente, as técnicas de aprendizagem de máquina têm aumentado a viabilidade dos projetos de prospecção mineral devido ao seu baixo custo de execução e sua alta capacidade de correlação de inúmeras variáveis simultaneamente.

Com isto, neste projeto, pretende-se utilizar algoritmos de inteligência artificial e dados de sensores remotos para identificar padrões entre os atributos geofísicos e suas classes litológicas mineralizantes, bem como de suas ocorrências minerais. Assim, desenvolvendo novos mapas litológicos para confrontar os existentes e mapas prospectivos de minério de grafita no sistema de nappes de Socorro–Guaxupé no nordeste do estado de São Paulo, divisa com Minas Gerais.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	2
I. INTRODUÇÃO.....	4
1.1 APRESENTAÇÃO.....	4
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.3 ÁREA DE ESTUDO.....	4
II. CONTEXTO GEOLÓGICO.....	4
2.1 NAPPE SOCORRO.....	4
2.2 NAPPE GUAXUPÉ.....	4
III. A GRAFITA.....	4
3.1 APRESENTAÇÃO.....	4
3.2 OCORRÊNCIA.....	4
3.3 TIPOS DE MINERALIZAÇÃO DE GRAFITA.....	4
3.4 GRAFITA NO SISTEMA DE NAPPES SOCORRO –GUAXUPÉ.....	4
IV. MATERIAIS.....	5
4.1 APRESENTAÇÃO.....	5
4.2 PROJETOS AEROGEOFÍSICOS.....	5
4.2.1 SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – RESENDE.....	5
4.2.2 SÃO PAULO – RIO DE JANEIRO (ÁREA SÃO PAULO).....	5
4.2.3 ÁREA 14 MINAS GERAIS – POÇOS DE CALDAS – VARGINHA – ANDRELÂNDIA.....	5
4.3 FERRAMENTAS.....	5
V. MÉTODOS.....	5
5.1 APRESENTAÇÃO.....	5
5.2 MÉTODO AEROMAGNETOMÉTRICO.....	5
5.3 PROCESSAMENTO DE DADOS AEROMAGNETOMÉTRICOS.....	5
5.3.1 Pré-processamento dos dados aeromagnetométricos.....	5
5.3.2 Interpolação dos dados aeromagnetométricos.....	5
5.3.3 Amplitude do Sinal Analítico.....	5
5.3.4 Gradiente Horizontal Total.....	5
5.4 MÉTODO AEROGAMAESPECTROMÉTRICO.....	5
5.5 PROCESSAMENTO DE DADOS AEROGAMAESPECTROMÉTRICOS.....	5
5.5.1 Pré-processamento dos dados aerogamaespectrométricos.....	5
5.5.2 Interpolação dos dados gama espectrométricos.....	5
5.5.3 Mapas ternários.....	5
5.6 MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO NÃO-SUPERVISIONADA.....	5
5.6.1 SELF-ORGANIZING MAPS (SOM).....	5
5.7 MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA.....	5
5.7.1 <i>RANDOM FORESTS</i> .....	5
5.7.1 <i>SUPPORT VECTOR MACHINES</i> .....	5
VI. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	6
6.1 APRESENTAÇÃO.....	6
6.2 INTERPRETAÇÃO DOS DADOS AEROMAGNETOMÉTRICOS.....	6
VII. CONCLUSÕES.....	6
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	6

## **I. INTRODUÇÃO**

### **1.1 APRESENTAÇÃO**

A grafita possui grande importância industrial e sua demanda tem aumentado devido aos novos usos com potencial de crescimento ainda maior com a ascensão dos motores elétricos em detrimento dos motores à combustão e a necessidade de baterias de alta capacidade para aqueles. Assim, este material tem se tornado estratégico com os preços da grafita de alto teor (grafita em flocos) ultrapassando a casa dos milhares de dólares por toneladas métricas

### **1.2 OBJETIVOS**

Esta pesquisa tem como objetivo a prospecção de áreas potenciais de mineralização de minério de grafita no sistema de nappes de Socorro–Guaxupé com o auxílio das técnicas de aprendizagem de máquina supervisionada e não-supervisionada com dados de sensores aeroportados e orbitais desenvolvendo mapas preditivos litológicos e prospectivo mineral.

### **1.3 ÁREA DE ESTUDO**

## **II. CONTEXTO GEOLÓGICO**

### **2.1 NAPPE SOCORRO**

### **2.2 NAPPE GUAXUPÉ**

### **III. A GRAFITA**

#### **3.1 APRESENTAÇÃO**

#### **3.2 OCORRÊNCIA**

#### **3.3 TIPOS DE MINERALIZAÇÃO DE GRAFITA**

#### **3.4 GRAFITA NO SISTEMA DE NAPPES SOCORRO –GUAXUPÉ**

## **IV. MATERIAIS**

### **4.1 APRESENTAÇÃO**

### **4.2 PROJETOS AEROGEOFÍSICOS**

#### **4.2.1 SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – RESENDE**

#### **4.2.2 SÃO PAULO – RIO DE JANEIRO (ÁREA SÃO PAULO)**

#### **4.2.3 ÁREA 14 MINAS GERAIS – POÇOS DE CALDAS – VARGINHA – ANDRELÂNDIA**

### **4.3 FERRAMENTAS**

## **V. MÉTODOS**

### **5.1 APRESENTAÇÃO**

### **5.2 MÉTODO AEROMAGNETOMÉTRICO**

### **5.3 PROCESSAMENTO DE DADOS AEROMAGNETOMÉTRICOS**

#### **5.3.1 Pré-processamento dos dados aeromagnetométricos**

#### **5.3.2 Interpolação dos dados aeromagnetométricos**

#### **5.3.3 Amplitude do Sinal Analítico**

#### **5.3.4 Gradiente Horizontal Total**

### **5.4 MÉTODO AEROGAMAESPECTROMÉTRICO**

### **5.5 PROCESSAMENTO DE DADOS AEROGAMAESPECTROMÉTRICOS**

#### **5.5.1 Pré-processamento dos dados aerogamaespectrométricos**

#### **5.5.2 Interpolação dos dados gama espectrométricos**

#### **5.5.3 Mapas ternários**

### **5.6 MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO NÃO-SUPERVISIONADA**

#### **5.6.1 SELF-ORGANIZING MAPS (SOM)**

### **5.7 MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA**

#### **5.7.1 *RANDOM FORESTS***

#### **5.7.1 *SUPPORT VECTOR MACHINES***



## **VI. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **6.1 APRESENTAÇÃO**

### **6.2 INTERPRETAÇÃO DOS DADOS AEROMAGNETOMÉTRICOS**

**VII. CONCLUSÕES**

**VIII. BIBLIOGRAFIA**