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**

1. [RESUMO](#_30j0zll) **2**
2. **2**
3. **2**
4. **6**
5. **6**
6. [I. INTRODUÇÃO](#_1fob9te) **6**
7. [1.1 APRESENTAÇÃO](#_3znysh7) 6
8. [1.2 OBJETIVOS](#_2et92p0) 6
9. [1.3 ÁREA DE ESTUDO](#_tyjcwt) 7
10. **7**
11. **7**
12. **7**
13. [II. CONTEXTO GEOLÓGICO](#_3dy6vkm) **7**
14. [2.1 NAPPE SOCORRO](#_1t3h5sf) 7
15. [2.2 NAPPE GUAXUPÉ](#_4d34og8) 7
16. **7**
17. **7**
18. **7**
19. **7**
20. **7**
21. **8**
22. **8**
23. **8**
24. [III. A GRAFITA](#_2s8eyo1) **8**
25. [3.1 APRESENTAÇÃO](#_17dp8vu) 8
26. [3.2 OCORRÊNCIA](#_3rdcrjn) 8
27. [3.3 TIPOS DE MINERALIZAÇÃO DE GRAFITA](#_26in1rg) 8
28. [3.4 GRAFITA NO SISTEMA DE NAPPES SOCORRO –GUAXUPÉ](#_lnxbz9) 8
29. **8**
30. **8**
31. **8**
32. **8**
33. **8**
34. **8**
35. **9**
36. **9**
37. **9**
38. [**IV. MATERIAIS**](#_iunik7s39mnq) **9**
39. [4.1 APRESENTAÇÃO](#_35nkun2) 9
40. [4.2 PROJETOS AEROGEOFÍSICOS](#_1ksv4uv) 9
41. [4.2.1 SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – RESENDE](#_44sinio) 9
42. [4.2.2 SÃO PAULO – RIO DE JANEIRO (ÁREA SÃO PAULO)](#_2jxsxqh) 9
43. [4.2.3 ÁREA 14 MINAS GERAIS – POÇOS DE CALDAS – VARGINHA – ANDRELÂNDIA](#_z337ya) 9
44. [4.3 FERRAMENTAS](#_3j2qqm3) 10
45. **10**
46. [V. MÉTODOS](#_1y810tw) **10**
47. [5.1 APRESENTAÇÃO](#_4i7ojhp) 10
48. [5.2 MÉTODO AEROMAGNETOMÉTRICO](#_2xcytpi) 10
49. [5.3 PROCESSAMENTO DE DADOS AEROMAGNETOMÉTRICOS](#_1ci93xb) 10
50. [5.3.1 Pré-processamento dos dados aeromagnetométricos](#_3whwml4) 10
51. [5.3.2 Interpolação dos dados aeromagnetométricos](#_2bn6wsx) 10
52. [5.3.3 Amplitude do Sinal Analítico](#_qsh70q) 10
53. [5.3.4 Gradiente Horizontal Total](#_3as4poj) 10
54. [5.4 MÉTODO AEROGAMAESPECTROMÉTRICO](#_1pxezwc) 10
55. [5.5 PROCESSAMENTO DE DADOS AEROGAMAESPECTROMÉTRICOS](#_49x2ik5) 10
56. [5.5.1 Pré-processamento dos dados aerogamaespectrométricos](#_2p2csry) 10
57. [5.5.2 Interpolação dos dados gama espectrométricos](#_147n2zr) 10
58. [5.5.3 Mapas ternários](#_3o7alnk) 10
59. [5.6 MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO NÃO-SUPERVISIONADA](#_23ckvvd) 10
60. [5.6.1 SELF-ORGANIZING MAPS (SOM)](#_ihv636) 10
61. [5.7 MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA](#_32hioqz) 10
62. [5.7.1 RANDOM FORESTS](#_1hmsyys) 10
63. [5.7.1 SUPPORT VECTOR MACHINES](#_41mghml) 10
64. **10**
65. **10**
66. **10**
67. **11**
68. [VI. RESULTADOS E DISCUSSÕES](#_2grqrue) **11**
69. [6.1 APRESENTAÇÃO](#_vx1227) 11
70. [6.2 INTERPRETAÇÃO DOS DADOS AEROMAGNETOMÉTRICOS](#_3fwokq0) 11
71. **11**
72. **11**
73. **11**
74. **11**
75. **11**
76. **11**
77. **11**
78. **11**
79. **11**
80. **11**
81. **11**
82. **11**
83. **11**
84. **12**
85. [VII. CONCLUSÕES](#_1v1yuxt) **12**
86. **12**
87. **12**
88. **12**
89. **12**
90. **12**
91. **12**
92. **12**
93. **12**
94. **12**
95. **12**
96. **12**
97. **12**
98. **12**
99. **12**
100. **12**
101. **13**
102. [VIII. BIBLIOGRAFIA](#_4f1mdlm) **13**
103. **7**

# 

# I. INTRODUÇÃO

## 1.1 APRESENTAÇ**ÃO**

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 GEOL**ÓGICO**

## 2.1 NAPPE SOCORRO

## 2.2 NAPPE GUAXUPÉ

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# III. A GRAFITA

## 3.1 APRESENTAÇ**ÃO**

## 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 S**ÃO 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 M**ÉTODO AEROMAGNETOMÉTRICO**

## **5.3 PROCESSAMENTO DE DADOS AEROMAGNETOMÉTRICOS**

### 5.3.1 Pré-processamento dos dados aeromagnetom**étricos**

### 5.3.2 Interpolaç**ão dos dados aeromagnetométricos**

### 5.3.3 Amplitude do Sinal Anal**ítico**

### 5.3.4 Gradiente Horizontal Total

## 5.4 M**ÉTODO AEROGAMAESPECTROMÉTRICO**

## 5.5 PROCESSAMENTO DE DADOS AEROGAMAESPECTROMÉTRICOS

### 5.5.1 Pr**é-processamento dos dados aerogamaespectrométricos**

### 5.5.2 Interpolação dos dados gama espectrom**étricos**

### 5.5.3 Mapas ternários

## 5.6 M**ÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO NÃO-SUPERVISIONADA**

### 5.6.1 SELF-ORGANIZING MAPS (SOM)

## 5.7 M**ÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA**

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

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

# 

# 

# 

# 

# VI. RESULTADOS E DISCUSS**ÕES**

## 6.1 APRESENTAÇÃO

## **6.2 INTERPRETAÇÃO DOS DADOS AEROMAGNETOMÉTRICOS**

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# VII. CONCLUS**ÕES**

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# 

# VIII. BIBLIOGRAFIA

# 