

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HUGO CARLOS GOUVEIA DE SÁ  
NICOLAS VIEIRA CARNEIRO  
VICTOR HUGO FARIAS CAMARGO  
YURI CETNARSKI MIKOS

ADUBAÇÃO E CALAGEM ATRAVÉS DE PYTHON 3

CURITIBA

2019

HUGO CARLOS GOUVEIA DE SÁ (GRR20195680)  
NICOLAS VIEIRA CARNEIRO (GRR20194291)  
VICTOR HUGO FARIAS CAMARGO (GRR20194225)  
YURI CETNARSKI MIKOS (GRR20194166)

## ADUBAÇÃO E CALAGEM ATRAVÉS DE PYTHON 3

Relatório apresentado a disciplina de Fundamentos de Programação de Computadores, Setor de Agrárias, Universidade Federal do Paraná, para o Curso de Graduação em Agronomia.

Orientador: Prof. Jackson Antônio do Prado Lima

CURITIBA

2019

“O Aprendizado é o significado mais  
límpido da vida, pois já mais se termina uma  
existência sem que se aprenda algo.”

(MARIA CLARA FRAGA LOPES)

## RESUMO

O presente relatório tem por finalidade explicar um modo de utilizar o programa *Python* em prol da Agronomia. Seguindo o advento de que a tecnologia está auxiliando as atividades humanas a se tornarem cada vez mais rápidas, iremos demonstrar como realizar a recomendação de Adubação e Calagem do solo de maneira mais rápida e dinâmica utilizando o *Python* como ferramenta carreadora. Utilizando diversas bibliotecas *Python* e condicionais foi desenvolvido um programa para facilitar a vida do engenheiro agrônomo no campo, onde será necessário apenas um celular com sinal de internet para conectar ao *Telegram*, o qual será o armazenador do nosso bot (“Programa robô” que realiza atividades automatizadas, obedecendo a comando específicos).

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                             | <b>6</b>  |
| 1.1 OBJETIVOS.....                                   | 6         |
| 1.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....                       | 6         |
| 1.3 TABELAS DO MANUAL.....                           | 7         |
| <b>2 METODOLOGIA.....</b>                            | <b>10</b> |
| <b>3 RESULTADOS OBTIDOS COM A IMPLEMENTAÇÃO.....</b> | <b>12</b> |
| <b>4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>            | <b>13</b> |
| <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                   | <b>14</b> |
| 5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....        | 14        |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                              | <b>15</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura surgiu diante da necessidade de alimentação, com o passar do tempo o homem observou que as plantações não se desenvolviam do mesmo modo em regiões diferentes, devido ao clima, época de plantio, pragas entre outras ocorrências. Após longos estudos na área de solos, observou-se os métodos de nutrição vegetal e assim quais os nutrientes mais utilizados pelas plantas, com isso iniciou-se o manejo do solo antes do plantio, através de métodos como a adubação (método de realocar nutrientes no solo para assim manter sua fertilidade adequada) e calagem (ajustar o grau do pH do solo) obtendo-se o melhor aproveitamento da lavoura.

### 1.1 OBJETIVOS

Diante das dificuldades apresentadas para uma correta e rápida adubação e calagem do solo, desenvolvemos um programa que poderá ser utilizado através do *Telegram* para realizar os cálculos e análise pelo celular mesmo. Com esse advento o agrônomo ou técnico agrícola poderá realizar suas análises mais rapidamente e o produtor pode recorrer a esse aplicativo caso busque comparar os resultados apresentados pelos técnicos e caso prefira, diminua os gastos com a compra dos insumos.

### 1.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a realização do trabalho utilizamos como base o “Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná”, desenvolvido pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, onde ocorreu a união de diversos técnicos para realizar um parâmetro de adubação e calagem para o estado. Após observar os parâmetros químicos e comparar com os dados apresentados em tabelas, foi passado os valores bases para a linguagem *Python* e os cálculos necessários para essas ações realizados dentro do programa.

A adubação consiste na aplicação em cobertura ou através de sulcos no solo, de nutrientes fundamentais para o desenvolvimento das plantas. Tais nutrientes só conseguem serem absorvidos pelas culturas se o pH do solo estiver em um valor adequado para essa imobilização, caso contrário ocorre a necessidade de calagem para realizar esse controle, esta técnica seria a aplicação de calcário em cobertura no solo.

A necessidade de calagem é quantificada através do V% ideal para cultura e realiza-se a resolução de uma formula informada pelo manual:

$$NC \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = \frac{[(V_2 - V_1) \times CTC]}{PRNT}$$

Onde:

$V_1 \Rightarrow$  Saturação por bases inicial do solo;

$V_2 \Rightarrow$  Saturação por bases desejada em função da cultura de interesse;

CTC  $\Rightarrow$  Capacidade de troca de cátions a pH 7,0;

PRNT  $\Rightarrow$  Poder relativo de neutralização total do corretivo.

### 1.3 TABELAS DO MANUAL

| Classe de interpretação | pH CaCl <sub>2</sub> | pH H <sub>2</sub> O | Al <sup>3+</sup>                   | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | m <sup>1</sup> | V <sup>2</sup> | T ou CTC <sup>3</sup> a pH 7,0     | t ou CTC <sup>3</sup> efetiva | CO <sup>4</sup>    | MO <sup>5</sup> |
|-------------------------|----------------------|---------------------|------------------------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------|
|                         |                      |                     | cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> |                  |                  | (%)            |                | cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> |                               | g dm <sup>-3</sup> | (%)             |
| Muito baixo             | < 4,0                | < 4,7               | < 0,3                              | < 0,5            | < 0,2            | < 5            | < 20           | < 5                                | < 1,1                         | < 4                | < 0,7           |
| Baixo                   | 4,0-4,4              | 4,7-5,1             | 0,3-0,7                            | 0,5-1,0          | 0,2-0,4          | 5-10           | 21-35          | 5-7                                | 1,1-2,0                       | 4-8                | 0,7-1,4         |
| Médio                   | 4,5-4,9              | 5,2-5,6             | 0,8-1,5                            | 1,1-2,0          | 0,5-1,0          | 11-20          | 36-50          | 8-14                               | 2,1-4,0                       | 9-14               | 1,5-2,4         |
| Alto                    | 5,0-5,5              | 5,7-6,2             | 1,6-2,5                            | 2,1-6,0          | 1,1-2,0          | 21-50          | 51-70          | 15-24                              | 4,1-8,0                       | 15-20              | 2,5-3,4         |
| Muito alto              | > 5,5                | > 6,2               | > 2,5                              | > 6,0            | > 2,0            | > 50           | > 70           | > 24                               | > 8,0                         | > 20               | > 3,4           |
| Condição a evitar       | > 6,0                | > 6,7               | -                                  | -                | -                | -              | > 90           | -                                  | -                             | -                  | -               |

<sup>1</sup>m: saturação por Al<sup>3+</sup>. <sup>2</sup>V: saturação por bases. <sup>3</sup>CTC: capacidade de troca de cátions. <sup>4</sup>CO: carbono; Para transformar CO em matéria orgânica, multiplicar por 1,724. <sup>5</sup>MO: matéria orgânica

Figura 1 - Tabela de interpretação dos parâmetros químicos.



| Classe de interpretação | P disponível (mg dm <sup>-3</sup> ) |         |       |            |            |                           |
|-------------------------|-------------------------------------|---------|-------|------------|------------|---------------------------|
|                         | Argila (g kg <sup>-1</sup> )        |         |       | Olerícolas | Florestais | Pastagem perene extensiva |
|                         | < 250                               | 250-400 | > 400 |            |            |                           |
| Muito baixo             | < 6                                 | < 4     | < 3   | < 8        | < 2        | < 2                       |
| Baixo                   | 6-12                                | 4-8     | 3-6   | 8-20       | 2-3        | 2-3                       |
| Médio                   | 13-18                               | 9-12    | 7-9   | 21-50      | 4-5        | 4-6                       |
| Alto                    | 19-24                               | 13-18   | 10-12 | 51-100     | 6-7        | 7-10                      |
| Muito alto              | > 24                                | > 18    | > 12  | > 100      | > 7        | > 10                      |
| Condição a evitar       | > 120                               | > 90    | > 60  | > 300      | > 28       | > 40                      |

Figura 2 - Tabela de interpretação para o Fósforo disponível no solo.

| Classe de interpretação | K trocável (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | % K na CTC a pH 7,0 | Olerícolas, alfafa e café (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) |
|-------------------------|--|---------------------|---|
| Muito baixo             | < 0,06   | < 0,5               | < 0,15  |
| Baixo                   | 0,06-0,12  | 0,5-1,0             | 0,15-0,30   |
| Médio                   | 0,13-0,21  | 1,1-2,0             | 0,31-0,45   |
| Alto                    | 0,22-0,45  | 2,1-3,0             | 0,46-1,20   |
| Muito alto              | > 0,45   | > 3,0               | > 1,20  |
| Condição a evitar       | -  | > 10,0              | -   |

Figura 3 - Tabela de interpretação para o Potássio disponível no solo.



| Cultura anterior <sup>1</sup> | Produtividade de grãos esperada (t ha <sup>-1</sup> ) |         |         |         |
|-------------------------------|---|---------|---------|---------|
|                               | < 8   | 8-12    | 13-16   | > 16    |
|                               | N (kg ha <sup>-1</sup> )                              |         |         |         |
| Gramínea                      | 80-120  | 121-180 | 181-260 | 261-340 |
| Leguminosa                    | 20-60   | 61-120  | 121-200 | 201-280 |

Figura 4 - Tabela da adubação nitrogenada para o cultivo de milho.

| P no solo         | Produtividade de grãos esperada (t ha <sup>-1</sup> ) |          |          |          |
|-------------------|---|----------|----------|----------|
|                   | < 8   | 8-12     | 13-16    | > 16     |
|                   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )  |          |          |          |
| Muito baixo       | 110-130   | Inviável | Inviável | Inviável |
| Baixo             | 90-110  | 111-130  | 131-150  | Inviável |
| Médio             | 70-90   | 91-110   | 111-130  | 131-150  |
| Alto              | 50-70   | 71-90    | 91-110   | 111-130  |
| Muito alto        | 30-50   | 51-70    | 71-90    | 91-110   |
| Condição a evitar | 0   | 0        | 0        | 0        |

Figura 5 - Tabela da adubação fosfatada para o cultivo de milho.

| K no solo         | Produtividade de grãos esperada (t ha <sup>-1</sup> ) |          |          |          |
|-------------------|---|----------|----------|----------|
|                   | < 8   | 8-12     | 13-16    | > 16     |
|                   | K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )               |          |          |          |
| Muito baixo       | 100-130   | Inviável | Inviável | Inviável |
| Baixo             | 70-100  | 101-130  | 131-160  | 161-190  |
| Médio             | 40-70   | 71-100   | 101-130  | 131-160  |
| Alto              | 20-40   | 41-70    | 71-100   | 101-130  |
| Muito alto        | 20  | 20-41    | 41-70    | 71-100   |
| Condição a evitar | 0   | 0        | 0        | 0        |

Figura 6 - Tabela da adubação potássica para o cultivo de milho.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 ENTRADAS UTILIZADAS

No início do trabalho utilizamos as entradas dos valores de parâmetros químicos de solo, retirados do resultado de uma análise e outras informações necessárias para a realização da adubação mediante o objetivo do produtor.

```
cult = input("Cultura escolhida:")
ant = input ("Culrura anterior:")
produ = float(input("Produtividade esperada:"))
intP = input ("Para a interpretação do Fósforo:")
intK = input ("Para a interpretação do Potássio:")
phc = float(input("pH CaCl2:"))
pha = float (input("pH H2O:"))
al = float(input("Alumínio:"))
h = float(input("H+:"))
ca = float(input("Calcio:"))
mg = float(input("Magnésio:"))
na = float(input("Sodio:"))
p = float(input("Fosforo:"))
k = float(input ("Potássio:"))
argila = float(input("Argila:"))
co = float(input("Matéria orgânica:"))
mo = float(input("Matéria orgânica:"))
```

Figura 7 - Dados de entrada.

### 2.2 CALCULOS UTILIZADOS

Para a continuidade da análise utiliza-se cálculos de Soma de bases (sb), Capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por alumínio (m%), saturação por bases (V%), Capacidade de troca de cátions efetiva (t).

```
sb = ca + k + mg + na
ctc = sb + h + al
m = 100*(al/ctc)
v = ( sb * 100)/ctc
t = sb + al
```

Figura 8 - Cálculos básicos.

## 2.3 ANÁLISE DOS PARÂMETROS QUÍMICOS

Após o recolhimento dos dados fornecido nas entradas, é realizado uma análise quantitativa dos parâmetros do solo, através da comparação com um modelo ideal do Manual de Adubação e Calagem. Assim o programa imprime a resposta dos dados ao produtor o estado químico do solo. (Muito alto, Alto, Médio, Baixo, Muito baixo, Condição a evitar).

```

if al>2.5:
    print ("Al3: Muito alto")
elif al>=1.6 and pha<=2.5:
    print ("Al3: Alto")
elif al>=0.8 and pha<1.6:
    print ("Al3: Médio")
elif pha>=0.3 and pha<0.8:
    print ("Al3: Baixo")
else:
    print("Al3: Muito baixo")

if v>90:
    print("V (%): Condição a evitar")
elif v>70:
    print ("V (%): Muito alto")
elif v>=51 and v<=70:
    print ("V (%): Alto")
elif v>=36 and v<51:
    print ("V (%): Médio")
elif v>=21 and v<36:
    print ("V (%): Baixo")
else:
    print("V (%): Muito baixo")

```

Figura 9 - Interpretação dos parâmetros.

## 2.4 ADUBAÇÕES

Para as recomendações de adubação nitrogenada correta são considerados as seguintes informações, cultura a ser plantada, cultura anterior e produção desejada.

```

if cult == "milho":
    if ant == "Gramínea" and produ < 8:
        print("Adubação nitrogenada : 80 à 120 Kg/ha")
    elif ant == "Gramínea" and produ >= 8 and produ <= 12:
        print("Adubação nitrogenada : 121 à 180 Kg/ha")
    elif ant == "Gramínea" and produ >= 13 and produ <= 16:
        print("Adubação nitrogenada : 181 à 260 Kg/ha")
    elif ant == "Gramínea" and produ > 16:
        print("Adubação nitrogenada : 261 à 340 Kg/ha")
    elif ant == "Leguminosa" and produ < 8:
        print("Adubação nitrogenada : 20 à 60 Kg/ha")
    elif ant == "Leguminosa" and produ >= 8 and produ <= 12:
        print("Adubação nitrogenada : 61 à 120 Kg/ha")
    ..

```

Figura 10 - Adubação nitrogenada

Já para a adubação fosfatada e potássica é levado em consideração as medidas de fósforo ( auxp ) e potássio ( auxk ) respectivamente. Também é utilizada a produção esperada e cultura a ser plantada.

```

if produ <8:
    if auxp=="Muito baixo":
        print ("Adubação fosfatada : 110 à 130 Kg/ha")
    elif auxp == "Baixo":
        print ("Adubação fosfatada : 90 à 110 Kg/ha")
    elif auxp == "Médio":
        print ("Adubação fosfatada : 70 à 90 Kg/ha")
    elif auxp == "Alto":
        print ("Adubação fosfatada : 50 à 70 Kg/ha")
    elif auxp == "Muito alto":
        print ("Adubação fosfatada : 30 à 50 Kg/ha")
    else :
        print ("Condição evitar " )

```

Figura 11 - Adubação fosfatada

```

if produ <8:
    if auxk=="Muito baixo":
        print ("Adubação potássica : 110 à 130 Kg/ha")
    elif auxk == "Baixo":
        print ("Adubação potássica : 70 à 100 Kg/ha")
    elif auxk == "Médio":
        print ("Adubação potássica : 40 à 70 Kg/ha")
    elif auxk == "Alto":
        print ("Adubação potássica : 20 à 40 Kg/ha")
    elif auxk == "Muito alto":
        print ("Adubação potássica : 20 Kg/ha")
    else :
        print ("Condição evitar " )

```

Figura 12 - Adubação potássica

### 3 RESULTADOS OBTIDOS COM A IMPLEMENTAÇÃO

Com o desenvolvimento do código foi possível deixar mais acessível aos produtores e técnicos informações cruciais para o manejo correto do solo segundo o Manual de Adubação e Calagem do estado do Paraná.

## 4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O código funciona perfeitamente, recebendo, processando e enviando dados precisos ao usuário.

```
Cultura escolhida:Milho
Culrura anterior:Soja
Produtividade esperada:15
Para a interpretação do Fósforo:Pastagem
Para a interpretação do Potássio:K trocável
pH CaCl2:1
pH H2O:3
Aluminio:0.1
H+:0.1
Calcio:0.49
Magnésio:0.49
Sodio:1.9
Fósforo:0.06
Potássio:45
Argila:45
Matéria orgânica:20
Matéria orgânica:20
pH CaCl2: Muito baixo
ph H2O: Muito baixo
Al3: Muito baixo
Ca2: Muito baixo
Mg2: Baixo
m (%): Muito baixo
V (%): Condição a evitar
T ou CTC a pH 7,0: Muito alto
t ou CTC efetiva: Muito alto
CO: Alto
MO: Muito alto
P: Muito baixo
K: Muito alto
Saturação por base em % :50
Poder de reação do calcario:20
Necessidade de calagem: -119.2 t/ha
```

Figura 14 – Código funcional

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com a linguagem python é possível produzir programas que auxiliam no desenvolvimento de práticas econômicas, envolvendo também a agricultura. Assim foi produzido um código que gera e processa dados de forma exata para a correção de solos no estado do Paraná, sendo possível a aplicação deste no planejamento do produtor rural.

### **5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Os autores recomendam o desenvolvimento de um programa que calcule a quantidade total de sementes necessárias em uma lavoura, tendo em vista os fatores germinação, espaçamento entre fileiras e cultura selecionada, para trabalhar em conjunto com o código desenvolvido neste trabalho.



## **REFERÊNCIAS**

PAVINATO, Paulo Sérgio et al. Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná. 2017.