

# SOIL-APP 1.0

## (GUIA PRÁTICO DE USO)

**Filipe Inácio Matias**  
**José Felipe Gonzaga Sabadin**  
**Lílian Angélica Moreira**  
**Marcos Henrique Feresin Gomes**  
**Acácio Bezerra de Mira**  
**Roberto Fritsche-Neto**  
**Rafael Otto**

## Índice

1. Introdução.....	3
2. Iniciando o uso.....	4
3. Estrutura do aplicativo.....	4
4. Conversão de Unidades.....	5
5. Análise de Solo.....	6
Nutrientes.....	6
Outros Parâmetros.....	6
6. Fertilizantes e Corretivos.....	7
7. Análises de Experimentos.....	9
7.1. Delineamentos Experimentais.....	9
Estatística.....	9
Resultados.....	10
7.2. Análises Multivariada.....	10
Correlação.....	10
Componentes Principais.....	10
Desenvolvedores.....	11
Referências.....	11

## 1. Introdução

**Soil-App** é um aplicativo web com interface *click-point* construída por meio do pacote *Shiny* (CHANG et al. 2018) do software R. O aplicativo foi desenvolvido em parceria entre estudantes de pós-graduação e professores dos Departamentos de Genética e de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Trata-se de ferramenta de apoio às atividades didático-pedagógicas, com conceitos técnicos e práticos aplicados à área de fertilidade do solo, adubos e adubação para estudantes de cursos de graduação e também para profissionais do agronegócio.

O Soil-app está dividido nos tópicos conversão de unidades, análise de solo, fertilizantes e corretivos, análise de experimentos e informações. O aplicativo permite converter resultados de análise de solo, apresenta informações de interpretação de análise de solo, recomendação de calagem, gessagem, fosfatagem e adubação NPK, assim como limites de teores de nutrientes em fertilizantes de acordo com a legislação vigente. Por fim, permite realizar análise estatística de experimentos na área de ciência do solo.

A simplicidade de uso, o acesso gratuito e *on line* permite a rápida adoção do app em diversas atividades didático-pedagógicas. Pedimos apenas que as propriedades intelectuais sejam reconhecidas por meio de citações científicas do artigo base do **Soil-App (link)**.

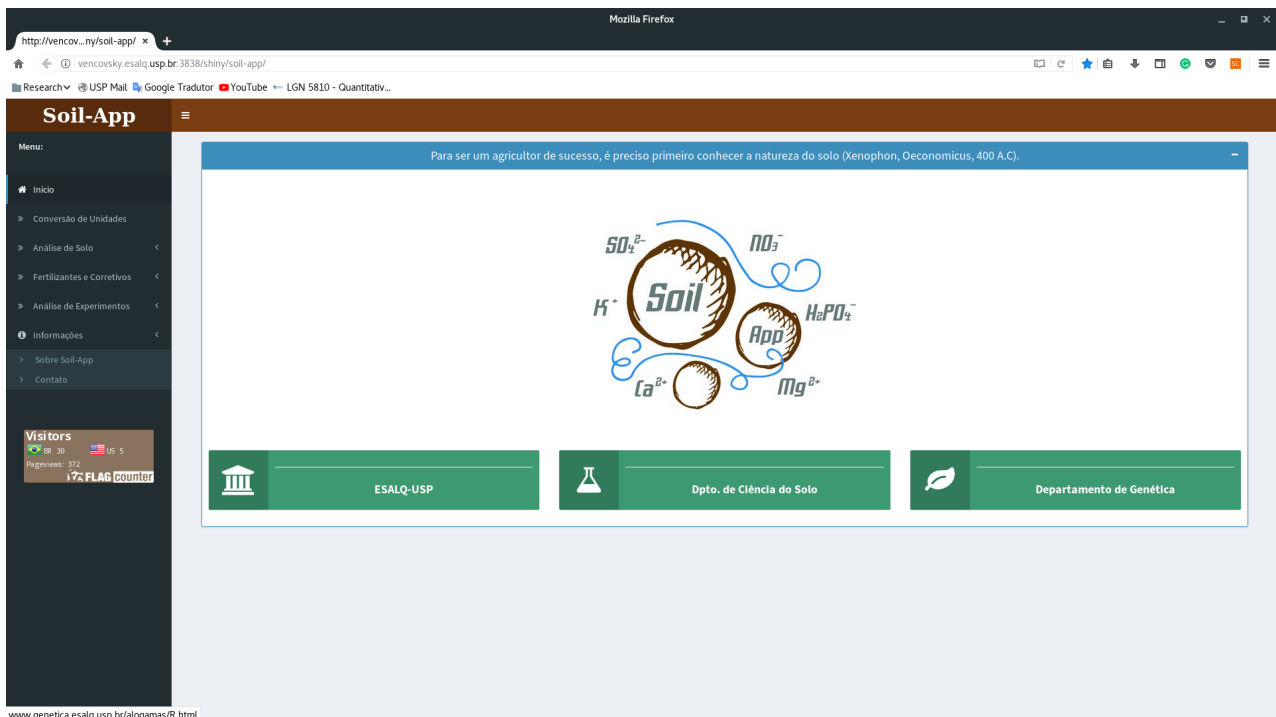


Figura 1. Página inicial do aplicativo **Soil-app**.

## 2. Iniciando o uso

**Soil-app** pode ser acessado pelo link (<http://vencovsky.esalq.usp.br:3838/shiny/soil-app/>) através do uso de *navegadores web* (*Google Chrome, Mozilla Firefox, Internet Explorer, Microsoft Edge, etc*).

## 3. Estrutura do aplicativo

O aplicativo é estruturado em tópicos ligados à fertilidade do solo, adubos e adubação, conforme **Figura 2**:

**Conversão de Unidades:** conversão das principais unidades utilizadas nas análises químicas e físicas do solo.

- **Análise de Solo:** interpretação dos resultados das análises físicas e químicas.
- **Fertilizantes e Corretivos:** interpretação dos resultados de análise, recomendação de uso, informações sobre a legislação vigente e simulação do impacto da utilização desses insumos na fertilidade do solo.
- **Análise de Experimentos:** ferramenta simples para análise de experimentos.
- **Informações:** informações sobre uso e contato com desenvolvedores.

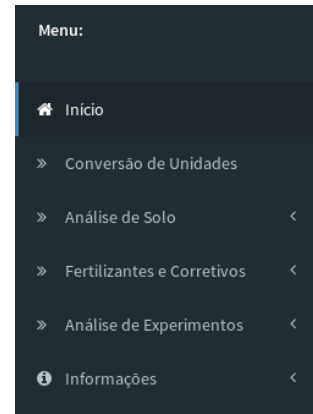


Figura 2. Menu do aplicativo.

#### 4. Conversão de Unidades

A guia **Conversão de Unidades** tem o objetivo de permitir de maneira fácil e ágil a conversão de unidades das análises físicas e químicas do solo e de fertilizantes, uma vez que existem diversas metodologias para sua obtenção conforme o Estado no qual as análises do solo foram realizadas. Para a conversão basta inserir no campo **Valor para Converter** o valor que deseja que seja transformado e, no campo **Escolha a Conversão** definir a conversão desejada que possua a unidade atual (De) e a unidade desejada (Para) (**Figura 3**).

Ex: Conversão do valor **80** de **P** para **P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**.

O resultado dessa operação é apresentado na guia de saída ao lado  
(**80 P = 183,066 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**)

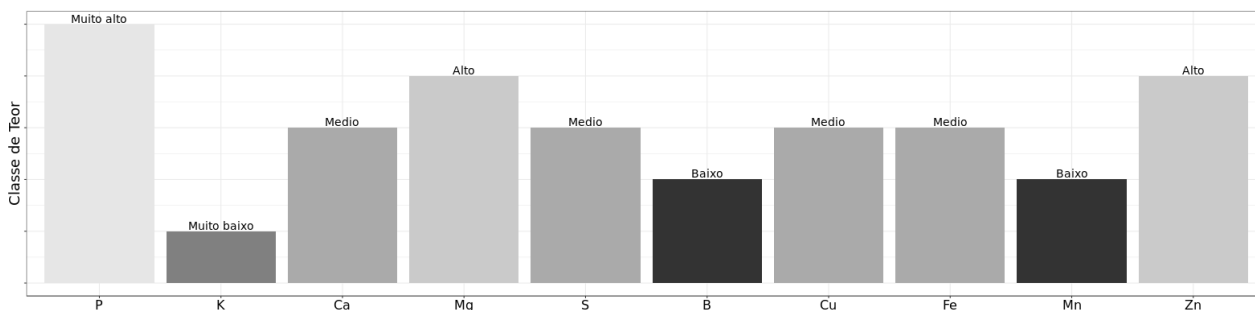
Figura 3. Menu guia Conversão de Unidades.

## 5. Análise de Solo

Essa guia é dividida em duas abas: **Análise Física** e **Análise Química**. Na aba **Análise Física**, o usuário deve inserir o valor obtido na análise de solo no campo **Conteúdo de argila** e as saídas de **Porcentagem de Argila** e a **Textura do Solo** serão informadas automaticamente nos demais campos. A parte **Análise Química** possui ainda duas abas: **Nutrientes** e **Outros Parâmetros**.

### Nutrientes

Nesse tópico o usuário deve informar a cultura de interesse e os valores obtidos na análise de solo de cada parâmetro analisado. As classes de fertilidade foram baseadas no Boletim Técnico 100 (RAIJ et al., 1997) e serão ilustradas em um gráfico de barras, fazendo alusão à Lei de Liebig (1840) (**Figura 4**).



**Figura 4.** Gráfico com as classes de teores de nutrientes no solo.

### Outros Parâmetros

Tem o objetivo de informar a classe de interpretação dos valores de pH e da Saturação por Bases.

**IMPORTANTE:** verificar a unidade de cada nutriente/atributo informada no cabeçalho de cada campo. Caso a análise de solo possua outra unidade, utilizar a guia **Conversão de Unidades** para obter o valor desejado.

## 6. Fertilizantes e Corretivos

Essa guia é composta pelas seguintes abas: **Fertilizantes**, **Calagem**, **Gessagem**, **Fosfatagem**, **Garantias Mínimas** e **Simulação**.

A **Fertilizantes** é composta por quatro partes chamadas **Recomendação**, **Fonte Simples**, **Formulados** e **Adbos Orgânicos**. Na **Recomendação**, o usuário deve preencher a cultura de interesse, a produtividade esperada e os teores de fósforo e potássio (**Figura 5**). Ao clicar no botão **“Rodar”**, será exibida a recomendação de adubação para a situação informada pelo usuário de acordo com o Boletim 100 (RAIJ, et al. 1997).

Recomendação de Adubação

Escolha a Cultura:  
Soja

Produtividade Esperada (t/ha):  
1.5-1.9

Conteúdo de Fósforo (P mg/dm<sup>3</sup>):  
0-6

Conteúdo de Potássio (K mmolc/dm<sup>3</sup>):  
0.0-0.7

Rodar

Recomendação para Soja  
N "Aplicar kg/ha de N"  
P "Aplicar 50 kg/ha de P2O5"  
K "Aplicar 60 kg/ha de K2O"

```
<script>
```

Observacoes

Fósforo (P)  
\* = Não é possível obter essa produtividade com a aplicação localizada de fósforo em solos com teores muito baixo de P.  
Dose = kg/ha de P2O5  
Teor = P resina, mg/dm<sup>3</sup>

Potássio (K)  
Dose = kg/ha de K2O  
Teor = K\* trocável, mmolc/dm<sup>3</sup>

Empregar 15 kg/ha de S para cada tonelada de produção esperada.

Em solos deficientes em manganês (Mn no solo até 1,5 mg/dm<sup>3</sup>), aplicar 5 kg/ha de Mn.

Nas dosagens de K2O acima de 70 kg/ha, utilizar a metade da dose em cobertura, principalmente em solos arenosos, 30 ou 40 dias após a germinação, respectivamente para cultivares de ciclo mais precoce e mais tardio. </script>

**Figura 5.** Exemplo da aba **Recomendação** com as informações de entrada e respectivas saídas.

A aba **Fonte Simples** tem o objetivo de auxiliar o usuário a estimar a dose de uma fonte simples a ser aplicada em função da quantidade de nutrientes desejada. O usuário deve escolher a dose do nutriente que deve ser aplicada de acordo com a recomendação e a respectiva fonte a ser utilizada. A seção **Formulação** tem o propósito de auxiliar a escolha de uma formulação de acordo com os valores das doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O e o espaçamento da cultura informados pelo usuário. Na parte **Adbos Orgânicos**, o usuário pode estimar o fornecimento de nutrientes provenientes de adubos orgânicos em função da umidade do material. Ao informar **“Personalizado”** no campo **Escolha o Composto**, o usuário poderá estimar a quantidade de nutrientes fornecida mediante os valores da

análise química e da umidade do composto. **Observação: Apenas adubos orgânicos sólidos devem ser utilizados.**

A aba **Calagem** é dividida em duas seções: **Recomendação** e **Atributos**. Na **Recomendação** o usuário poderá comparar as duas principais metodologias utilizadas (*Método de Saturação por Bases* e *Método da neutralização do  $Al^{+3}$  e Elevação dos teores de  $Ca^{+2}$  e  $Mg^{+2}$* ) para o cálculo da *Necessidade de Calcário a ser aplicada por hectare (NC)*. Nessa aba também é possível calcular a quantidade de calcário necessária e o preço total de acordo com os dois métodos de recomendação. As fórmulas dos respectivos métodos estão disponíveis nessa aba. Em **Atributos**, o usuário poderá calcular o *poder relativo de neutralização total (PRNT)*, a *Reatividade (RE)* e o *Poder de Neutralização (PN)* de acordo com os parâmetros do calcário.

Na seção **Gessagem** é possível realizar o cálculo da *Necessidade de Gessagem* mediante cinco metodologias diferentes. Os detalhes das fórmulas de cálculo de cada metodologia estão disponíveis na mesma aba.

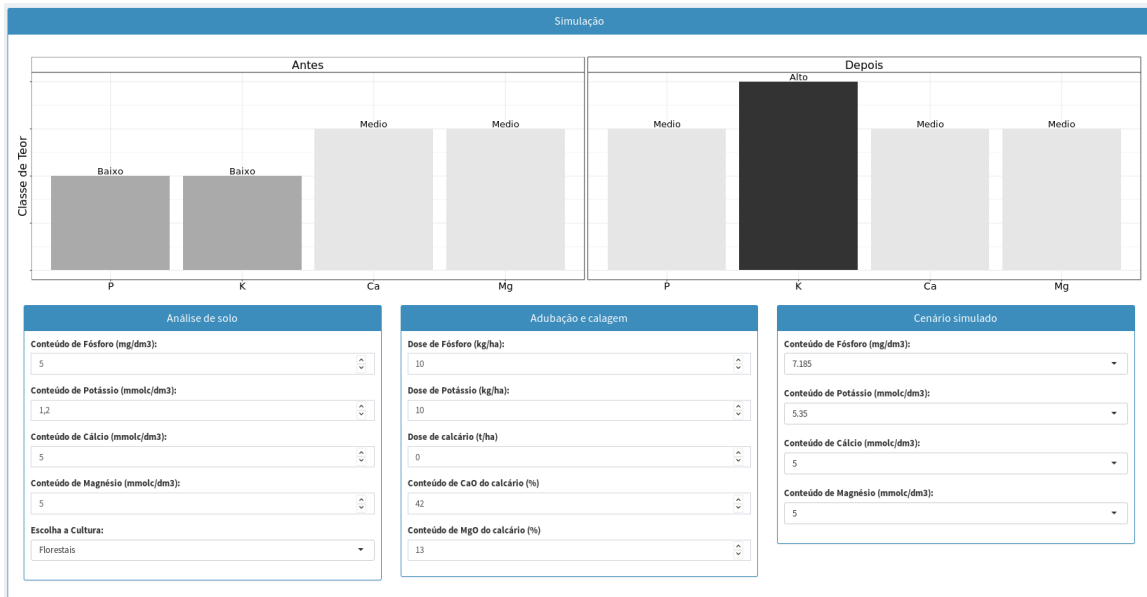
A aba **Fosfatagem** permite ao usuário estimar a *Necessidade de Fosfatagem* de acordo com os resultados da análise de solo. Basta informar o teor de argila e de fósforo do solo, que o resultado será apresentado em  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ . A fórmula utilizada para o cálculo da fosfatagem está disponível nessa aba.

Em **Garantias Mínimas** o usuário poderá verificar de uma maneira interativa, quais são as exigências/garantias impostas pela legislação vigente referente à fertilizantes e corretivos agrícolas, as quais são determinadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

A seção **Simulação** tem o objetivo de realizar uma predição dos teores dos nutrientes **P**, **K**, **Ca** e **Mg**, após a realização de uma adubação ou uma correção do solo com o uso de calcário. Para isso, o usuário deverá informar os resultados obtidos na análise de solo, as doses e características dos fertilizantes (P e K) e do calcário utilizados. O aplicativo irá informar a estimativa dos novos teores desses nutrientes, assim como as classes de teores atingidos na análise de solo após aplicação (**Figura 6**).

**Observação: Os cálculos para os novos teores de nutrientes no solo são teóricos e não consideram os processos de perda ou transformação de nutrientes, normalmente superestimando os valores.**





**Figura 6.** Exemplo da aba **Simulação** com as informações de entrada e respectivas saídas.

## 7. Análises de Experimentos

A seção **Análise de Experimentos** está dividida em duas abas chamadas **Delineamentos Experimentais** e **Análise Multivariada**. Em ambas, a aba chamada **Conjunto de Dados**, consiste no local onde o usuário deverá inserir os dados experimentais. As informações e cuidados necessários para a inserção desses dados podem ser acessados clicando na caixa **Ajuda**. A caixa **Exemplo** disponibilizará um conjunto de dados como exemplo.

### 7.1. Delineamentos Experimentais

#### Estatística

Nessa parte do app é possível realizar a *Análise de Variância (ANOVA)* de acordo com o delineamento definido pelo usuário no campo **Modelo Estatístico** e a obtenção do resumo da análise estatística. As análises estatísticas são realizadas mediante o uso das funções *lm()* e *aov()* do software R (R Core Team, 2018).

## Resultados

Nessa seção são obtidos os parâmetros estatísticos, assim como o “*Teste de Tukey*” entre os níveis do fator escolhido. Juntamente, é construído um *boxplot* com os níveis desse fator.

**IMPORTANTE:** Para que seja possível realizar as análises nessa aba é necessário anteriormente que o usuário clique no botão **Rodar** da aba **Estatística**.

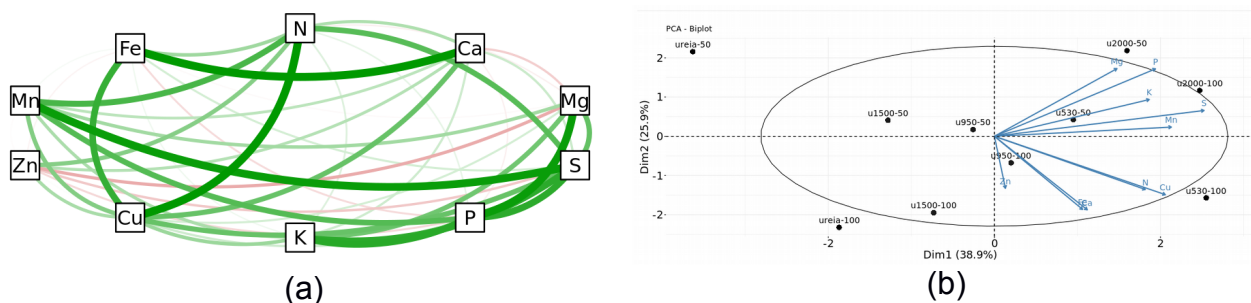
## 7.2. Análises Multivariada

### Correlação

Nessa aba é possível escolher entre a obtenção dos valores das correlações de *Pearson* e os “*p-valores*” das correlações entre as variáveis presentes no *dataset* inserido. Também é gerado um “gráfico teia” (**Figura 7a**) mediante o uso do pacote *qgraph* (EPSKAMP, et al. 2012) (<https://CRAN.R-project.org/package=qgraph>) entre as variáveis. Maiores detalhes podem ser acessados clicando na caixa **Ajuda**.

### Componentes Principais

Nessa aba o usuário poderá escolher a saída mediante a escolha entre *Estatística Resumo*, *Scores de Tratamento* e *Scores de Características* no campo **Escolha o resultado**. Juntamente com os valores, é gerado um gráfico do tipo *PCA-biplot* (**Figura 7b**) mediante o uso do pacote *factoextra* (KASSAMBARA & MUNDT, 2017) (<https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>). Maiores detalhes são encontrados clicando na caixa **Ajuda**.



**Figura 7.** Gráficos elaborados pelas análises multivariadas. a) gráfico-teia; b) gráfico PCA-biplot.

## Desenvolvedores

### Departamento de Genética (ESALQ/USP)

Filipe Inácio Matias ([filipematias23@gmail.com](mailto:filipematias23@gmail.com))

José Felipe Gonzaga Sabadin ([felipe.sabadin@usp.br](mailto:felipe.sabadin@usp.br))

Roberto Fritsche-Neto (Professor – Departamento de Genética) ([roberto.neto@usp.br](mailto:roberto.neto@usp.br))

### Departamento de Ciência do Solo (ESALQ/USP)

Acácio Bezerra de Mira ([acaciomira@usp.br](mailto:acaciomira@usp.br))

Lílian Angélica Moreira ([lilianmoreira@usp.br](mailto:lilianmoreira@usp.br))

Marcos Henrique Feresin Gomes ([marcos.gomes@usp.br](mailto:marcos.gomes@usp.br))

Rafael Otto (Professor – Departamento de Solos) ([rotto@usp.br](mailto:rotto@usp.br))

## Referências

CHANG, W.; CHENG J.; ALLAIRE, J.J.; XIE, Y.; McPHERSON, J. **shiny: Web Application Framework for R**. R package version 1.1.0. <https://CRAN.R-project.org/package=shiny>. 2018.

EPSKAMP, S.; CRAMER, A.; WALDORP, L.; SCHMITTMANN, V.; BORSBOOM, D. qgraph: Network Visualizations of Relationships in Psychometric Data. **Journal of Statistical Software**, 48(4), p.1-18. doi:<http://dx.doi.org/10.18637/jss.v048.i04>. 2012.

KASSAMBARA, A.; MUNDT, F. **factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses**. R package version 1.0.5. <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>. 2017.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. 2018.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2ª ed. Instituto Agrônomo de Campinas -IAC.Campinas. 285p. (Boletim Técnico, 100). 1997.**