

# *Ceres<sub>SeFs</sub>*: Um Sistema Especialista para o Cálculo da Necessidade de Calagem e Recomendação de Corretivo

ALEXANDRE HENRIQUE VIEIRA SOARES<sup>1</sup>  
CARLOS ALBERTO SILVA<sup>2</sup>  
ANDRÉ LUIZ ZAMBALDE<sup>3</sup>

Ufla - Universidade Federal de Lavras  
DCC - Departamento de Ciência da Computação  
Cx Postal 37 - CEP 37200-000 Lavras (MG)  
<sup>1</sup>ahvsoares@ig.com.br  
<sup>2</sup>casilva@ufla.br  
<sup>3</sup>zamba@ufla.br

**Resumo.** Este estudo mostra o desenvolvimento de um sistema especialista para realizar o cálculo da necessidade de calagem do solo para diferentes culturas, instaladas em diversos estados brasileiros. O programa desenvolvido pode ser executado tanto pela *Internet* (como um *applet*) quanto fora dela (como uma aplicação). Um sistema desse tipo torna-se cada vez mais importante e indispensável aos técnicos, de um modo geral, pelo fato de agilizar o processo de recomendação de corretivo, ter facilidade no uso e comodidade (pois pode ser acessado de qualquer lugar, desde que se tenha acesso à *Internet*). O sistema foi desenvolvido na linguagem de programação Java, usando para modelagem a linguagem UML.

**Palavras-Chave:** sistema especialista, *Internet*, calagem, correção da acidez do solo.

## 1 Introdução

Tem-se percebido que, a cada ano, há uma necessidade cada vez maior em se produzirem alimentos em âmbito mundial, devido ao crescimento da população. Para tal, é necessário que os solos possam dar às plantas tudo o que elas necessitam, estar em condições ideais para o plantio. Para que isso ocorra, é preciso que seja feita uma análise do solo, que sejam detectados os problemas neste, e que sejam tomadas medidas para corrigirem os problemas, como adubação e calagem.

O processo de recomendação de adubação e calagem tem sido feito, na maioria das vezes por humanos. Porém, já são usados computadores para essa tarefa, o que torna o processo mais rápido, confiável e mais apresentável para o cliente.

Este artigo apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta que possibilita ao agrônomo obter resultados mais rápidos para exames de correção e definição da necessidade de calagem. Foi tratada a correção apenas da acidez do solo, utilizando-se a técnica de cálculo da necessidade de calagem feita para os estados de MG e SP (Método IAC - Instituto Agronômico de Campinas).

O programa foi baseado na tecnologia de sistemas especialistas. Também foram usadas técnicas de engenharia de *software* para que o programa seja facil-

mente entendido por quem quiser aprimorá-lo ou aproveitar algo de seu desenvolvimento. Assim, o *software* criado é capaz de realizar o cálculo da necessidade de calagem para diferentes culturas, de forma digital.

O resultado final do trabalho estará disponível tanto como uma aplicação normal (*off-line*) como uma aplicação para *Internet* (*applet*). A idéia de disponibilizar o programa na rede é para que haja um maior alcance das tabelas de recomendação, além de democratizar o acesso a estas.

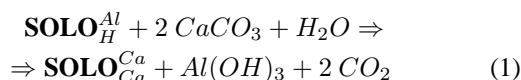
## 2 Uma breve introdução à calagem

A reação do solo é o primeiro fator que deve ser levado em conta quando se pretende fazer algum cultivo, isso porque, se ela não for favorável, medidas corretivas deverão ser tomadas antes do plantio e do preparo do solo (adubação). No Brasil, a maioria dos solos apresenta acidez elevada, ou seja, pH<sup>1</sup> menor que cinco.

Para a neutralização da acidez dos solos, o corretivo mais utilizado é o calcário (CaCO<sub>3</sub>), que é um sal de baixíssima solubilidade, porém, o pouco que é dissolvido quando da presença de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) é suficiente para gerar reações que resultam na neutralização do solo.

<sup>1</sup>Potencial de hidrogenização

A equação que representa a neutralização do solo (omitindo-se reações intermediárias) é a seguinte:



## 2.1 O cálculo da necessidade de calagem

A determinação da necessidade de calagem (NC) é o cálculo feito para sabermos quanto de calcário devemos usar para uma determinada cultura e faixa de terra para se chegar a determinado valor de pH ótimo para a cultura em questão.

Neste trabalho, foram usados dois métodos para se calcular a NC:

1. Método da neutralização do  $\text{Al}^{3+}$  e da elevação dos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  (Método de Minas Gerais).

Nesse método, consideram-se ao mesmo tempo características do solo e exigências das culturas.

O critério do alumínio para o cálculo de calagem é um procedimento adequado para situações em que o consumo de calcário por unidade de área é baixo ([RAIJ1991]):

$$NC = Y \left[ \text{Al}^{3+} - \left( m_t \times \frac{t}{100} \right) \right] + [X - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})] \quad (2)$$

Onde:

- Y é a capacidade tampão do solo, que pode ser definida, de acordo com a textura do solo, conforme a Tabela 1:

**Tabela 1:** Valor de Y de acordo com a textura do solo

Solo	Argila %	Y
Arenoso	0 a 15	0 a 1
Textura média	15 a 35	1 a 2
Argiloso	35 a 60	2 a 3
Muito argiloso	60 a 100	3 a 4

Fonte: [CFSEMG1999]

Estes valores de Y, estratificados em relação aos teores de argila, podem ser estimados de forma contínua pela equação:

$$\hat{Y} = 0,0302 + 0,06532 \text{ Argila} - 0,000257 \text{ Argila}^2 \quad (3)$$

E, também, de acordo com o valor de fósforo remanescente (*P-rem*), que é o teor de P

da solução de equilíbrio após agitar durante uma hora a TFSA<sup>2</sup> com solução de  $\text{CaCl}_2$  10 mmol/L, contendo 60 mg/L de P, na relação 1:10, mostrado na Tabela 2:

**Tabela 2:** Valor de Y de acordo com o valor de fósforo remanescente

P-rem mg/L	Y
0 a 4	4,0 a 3,5
4 a 10	3,5 a 2,9
10 a 19	2,9 a 2,0
19 a 30	2,0 a 1,2
30 a 44	1,2 a 0,5
44 a 60	0,5 a 0,0

Fonte: [CFSEMG1999]

Os valores de Y, estratificados de acordo com os valores de P-rem, podem também ser estimados de forma contínua pela equação:

$$\hat{Y} = 4,002 - 0,125901 \text{ P-rem} + 0,001205 \text{ P-rem}^2 - 0,00000362 \text{ P-rem}^3 \quad (4)$$

- $\text{Al}^{3+}$  é a acidez trocável, em  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ;
- $m_t$  é a máxima saturação por  $\text{Al}^{3+}$  tolerada pela cultura, em %;
- t é a CTC efetiva, em  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ;
- X é a disponibilidade de Ca e Mg de acordo com as exigências das culturas nestes nutrientes;
- $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  são os teores de Ca e Mg trocáveis, em  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ .

O resultado é expresso em t/ha de  $\text{CaCO}_3$ .

2. Método baseado na elevação da saturação por bases (Método de São Paulo).

Por esse método, a NC visa a elevação da saturação por bases a valores pré-estabelecidos para culturas diferentes ([RAIJ1991]):

$$NC = \frac{[(V_2 - V_1) \times T]}{100} \quad (5)$$

Onde:

- $V_2$  é a saturação por bases desejada ou esperada;
- $V_1$  é a saturação por bases atual do solo;
- T é a CTC a pH 7,0.

<sup>2</sup>Terra Fina Seca ao Ar

Pela equação 5, tem-se a NC expressa em toneladas por hectare de  $\text{CaCO}_3$  com 100% de eficiência e por 20 cm de profundidade. Para aplicar a fórmula, é preciso saber o valor da acidez potencial e da soma das bases.

## 2.2 Quantidade de calcário a ser usada

A necessidade de calagem calculada, com os critérios ou métodos anteriormente apresentados, indica a dose de calcário teórica. Na realidade, a determinação da quantidade de calcário a ser usada por hectare deve levar em consideração ([CFSEMG1999]):

1. A percentagem da superfície do terreno a ser coberta na calagem (SC, em %);
2. Até que profundidade será incorporado o calcário (PF, em cm);
3. O poder relativo de neutralização total do calcário a ser utilizado (PRNT, em %).

Portando, a quantidade de calcário a ser usada (QC, em t/ha) será:

$$QC = NC \times \left(\frac{SC}{100}\right) \times \left(\frac{PF}{20}\right) \times \left(\frac{100}{PRNT}\right) \quad (6)$$

## 2.3 Escolha do corretivo a ser utilizado

A escolha do corretivo a aplicar deve levar em consideração o uso de critérios técnicos (qualidade do calcário) e econômicos ([CFSEMG1999]).

Na qualidade, considera-se a capacidade de neutralização da acidez do solo (poder de neutralização — PN), a reatividade do material e o teor de calcário.

A reatividade de um calcário depende da granulometria do material, a qual permite estimar a eficiência relativa, ou seja, sua reatividade (RE).

Combinando PN com RE, tem-se o poder relativo de neutralização total (PRNT), que estima o quanto de calcário irá reagir em um período de três anos.

$$PRNT = \frac{(PN \times RE)}{100} \quad (7)$$

## 2.4 Preço por tonelada

Baseado nas várias alternativas de qualidade e de preço oferecidos no mercado, devemos decidir qual é a solução mais adequada, considerando o preço por tonelada efetiva do corretivo.

$$\begin{aligned} \text{Preço por tonelada efetiva} &= 100 \times \\ &\times \frac{\text{Preço por tonelada na propriedade}}{PRNT} \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} &\text{Preço por tonelada na propriedade} = \\ &= \text{Preço por tonelada do corretivo} + \text{frete} \end{aligned} \quad (9)$$

## 3 Uma breve introdução aos sistemas especialistas

Sistemas especialistas são sistemas computacionais que resolvem problemas de uma maneira bem parecida com um especialista humano. Eles possuem um conhecimento específico profundo sobre campos restritos do conhecimento ([RABUSKE1995]).

O que caracteriza um sistema especialista (SE) é o seu alto grau de conhecimento sobre uma área específica, sendo então muito eficientes suas respostas. Os SE's devem também ser capazes de informar ao usuário como obteve a resposta para um determinado problema, para deixá-lo por dentro de como tal resultado foi obtido.

Existem diversos benefícios associados ao desenvolvimento de um SE como distribuição de conhecimento especializado, memória institucional, flexibilidade no fornecimento de serviços, possibilidade de tratar informações a partir de conhecimentos incompletos ou incertos, entre outros.

Atualmente, os SE's são aplicados nas mais variadas áreas. Abaixo, serão dados alguns exemplos, extraídos de ([RABUSKE1995]):

- Administração: FOLIO – ajuda administradores a determinar metas de investimento de clientes e selecionar portfólios que melhor preenchem essas metas;
- Agricultura: POMME – ajuda no trato de macieiras;
- Geologia: PROSPECTOR – dá suporte de consultor na exploração mineral.

### 3.1 Arquitetura de um SE

Um modelo geral de um SE pode ser representado pela Figura 1.

A modelagem de um SE pode variar conforme sua aplicação.

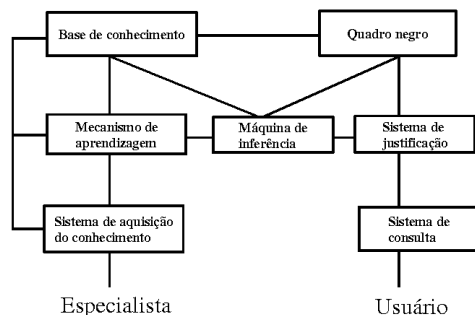


Figura 1: Arquitetura de um sistema especialista (SE)

### 3.2 A base de conhecimentos

O grande poder de um SE está em sua base de conhecimento. É nessa base que está tudo necessário para que o sistema possa trabalhar com o conhecimento para gerar resultados.

O conhecimento de um SE vem de um especialista humano. É necessário que a pessoa passe “tudo” que sabe sobre o assunto a ser tratado a fim de melhor representar o papel do especialista humano.

Para montar a base de conhecimentos são necessários dois passos: adquirir conhecimento e modelar o conhecimento adquirido.

Portanto, devemos escolher a modelagem que melhor se adequie à nossa aplicação. O conhecimento pode ser representado de várias formas como, por exemplo, por lógica, por redes semânticas, por quadros ou por sistemas híbridos.

### 3.3 A máquina de inferência

É a máquina (ou motor) de inferência que cuida da parte de tomada de decisão, com base no conhecimento e na entrada do programa.

Existem basicamente dois modos de raciocínio aplicáveis às regras de produção<sup>3</sup>: encadeamento progressivo ou encadeamento para a frente (*forward chaining*), e encadeamento regressivo ou encadeamento para trás (*backward chaining*).

No encadeamento progressivo (também chamado de encadeamento dirigido por dados), a parte esquerda da regra é examinada e, se for válida, a parte direita desta é executada.

No encadeamento regressivo (também chamado de encadeamento dirigido por objetivos), os atributos dados como entrada são comparados com os atributos do lado direito da regra e as regras que têm atributos iguais

<sup>3</sup>Regras de produção são pares de expressões consistindo em uma condição e uma ação ([BITTENCOURT2001]).

são selecionadas. A regra escolhida é a que possui o maior número de atributos iguais, sendo necessário algum tipo de inferência (caso os atributos do lado direito da regra não forem todos iguais aos da entrada).

### 3.4 O quadro negro

O quadro negro é a área de trabalho do sistema especialista. É nele que ficam armazenadas informações e fatos de suporte ao funcionamento do sistema, quando este efetua raciocínios.

### 3.5 Sistema de justificação

O sistema de justificação é uma capacidade de questionamento fornecida ao usuário, seja para repetir uma dedução efetuada, seja para responder a outras questões que o sistema especificamente permita. A justificação é um requerimento obrigatório nos sistemas especialistas que, geralmente, têm a capacidade de responder às seguintes perguntas ([RABUSKE1995]):

- Como chegou a esta conclusão?
- Por que chegou a esta conclusão?
- Por que não chegou a outra conclusão?

### 3.6 Mecanismo de aprendizagem

O mecanismo de aprendizagem é a parte que cuida das alterações na base de conhecimento. As alterações podem ser simples (como acréscimo de dados) ou complexas (como depuração da base, reordenação de prioridades, dentre outras).

### 3.7 O sistema de aquisição de conhecimento

O sistema de aquisição de conhecimento é o responsável por dar conhecimento ao SE.

### 3.8 Sistema de consulta

O sistema de consulta cuida da melhor interação entre o usuário e o programa. É esse módulo que permite ao usuário não ter conhecimento de como o sistema foi desenvolvido. Ele é um elo entre o programa e o usuário.

## 4 Tecnologia empregada

### 4.1 Linguagem de programação

O sistema foi desenvolvido na linguagem de programação Java (Sun Microsystems), usando o pacote J2SDK 1.4.1 (Java 2 *System Development Kit* versão 1.4.1) da Sun Microsystems. O pacote é gratuito e está disponível na página [JAVASUN].

A linguagem Java foi escolhida por apresentar várias qualidades, dentre as quais destacam-se, para o sistema desenvolvido:

- portabilidade de seus fontes;
- portabilidade dos programas gerados;
- facilidade de desenvolvimento de aplicações para a *Internet*;
- capacidade de um mesmo programa poder ser executado como uma aplicação e um *applet*<sup>4</sup>;
- suporte a *garbage collector*<sup>5</sup>, que encoraja o desenvolvimento de aplicações bastante robustas sem a preocupação do desenvolvedor com a gerência de memória;
- grande quantidade de classes utilitárias (vetor, listas, tabelas *hash*) intrínsecas à própria linguagem, o que a torna completa, sem a necessidade de utilizar classes e pacotes de terceiros;
- o pacote usado já vem com bibliotecas gráficas;
- facilidade de integração com os mais usados SGBD's<sup>6</sup> disponíveis no mercado.

Para maiores detalhes consulte [DEITEL2001] e [JAVASUN].

## 4.2 Sistema operacional

Por serem portáveis os programas feitos em Java, o sistema operacional não influenciou no projeto do sistema Ceres<sub>SEfs</sub>.

O programa foi desenvolvido, em grande parte, no Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras (Ufla), numa distribuição Red Hat do sistema operacional GNU/Linux, e também no sistema operacional Windows 2000 Professional (Microsoft).

A aplicação também foi testada em outras plataformas GNU/Linux (Conectiva) e Windows (Windows Me).

<sup>4</sup>Aplicação que roda nos navegadores da *Internet* que suportam Java, como Netscape, Mozilla, Galeon, Opera, Internet Explorer entre outros

<sup>5</sup>Coletor de lixo — sistema para limpeza automática de memória, sem precisar que o programador libere manualmente as variáveis alocadas

<sup>6</sup>SGBD (Sistema de Gerenciamento de Bancos de Dados)

## 4.3 Linguagem de modelagem

Foi utilizada, para a modelagem do programa a linguagem UML (*Unified Modeling Language*), que é uma linguagem gráfica para visualização, especificação, construção e documentação de artefatos de sistemas complexos de *software*. A UML possui vários diagramas que facilitam na manutenção do projeto, além de deixá-lo bem documentado para que alterações futuras possam ser feitas mais facilmente.

Para maiores detalhes sobre UML, consulte as seguintes referências: [UML] e [BOOCH2000].

A modelagem da base de dados foi feita usando o modelo entidade relacionamento (ER), que é um modelo conceitual para modelagem de bancos de dados que utiliza conceitos como entidades, relacionamentos e atributos para modelar os dados. Para maiores informações veja [DATE2000].

## 4.4 Sistema de gerenciamento de bancos de dados (SGBD)

O SGBD utilizado foi o MySQL, disponível em [MYSQL], distribuído sob a licença GPL ([LICENCAGPL]).

Algumas características pelas quais foi escolhido o SGBD:

- é gratuito;
- funciona em diversas plataformas;
- possui suporte a várias linguagens de programação, inclusive Java;
- suporte a SQL<sup>7</sup>;
- é muito rápido e leve.

## 5 Desenvolvimento

### 5.1 Modelagem dos dados

Os objetos modelados foram: cultura, corretivo e análise do solo (Figura 2).

A arquitetura do SE foi baseada na descrição contida em ([RABUSKE1995]).

Algumas características do SE desenvolvido:

- base de conhecimentos: representada usando-se a lógica clássica;

<sup>7</sup>SQL (*Structured Query Language* – Linguagem Estruturada de Consulta) – linguagem usada para a comunicação (consultas) com o SGBD

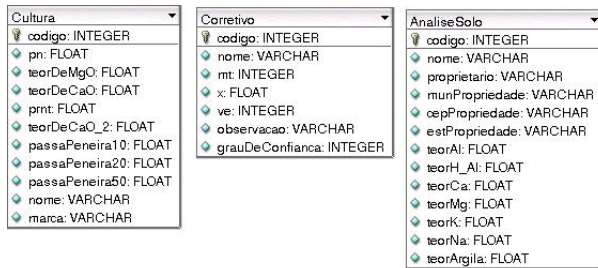


Figura 2: Modelo ER simplificado das tabelas do Ceres<sub>SeFs</sub>.

- máquina de inferência: o modo de raciocínio usado no Ceres<sub>SeFs</sub> foi o encadeamento progressivo, usando busca em profundidade como estratégia de busca e, para resolução de conflitos foi usado o grau de confiança no produto (calcário);
- quadro negro: será a base de dados;
- sistema de justificação: mostra como foram obtidos os cálculos realizados (desmembramento passo-a-passo das equações), recomendações (informações do tipo: “como foi obtido o valor *valor* para a necessidade de calagem, e (...) o calcário recomendado é o *nome\_do\_calcário*) classificações (por exemplo, da argila, no mesmo estilo da explicação das recomendações);
- mecanismo de aprendizagem: não há mecanismo de aprendizagem;
- sistema de aquisição de conhecimento: a aquisição de conhecimento não é dinâmica no Ceres<sub>SeFs</sub>, e sim, estática. O conhecimento só pode ser inserido na hora da confecção do sistema (código fonte);
- sistema de consulta: é a interface gráfica do programa.

A Figura 3 mostra o diagrama de classes simplificado do Ceres<sub>SeFs</sub>

Onde:

- Ceres: classe principal do sistema;
- SEParaCalculoDaNCInt: interface gráfica para se calcular a NC;
- SEParaCalculoDaNC: classe responsável pelo cálculo da NC;
- SEParaCalculoDaQCInt: interface gráfica para se calcular a QC;

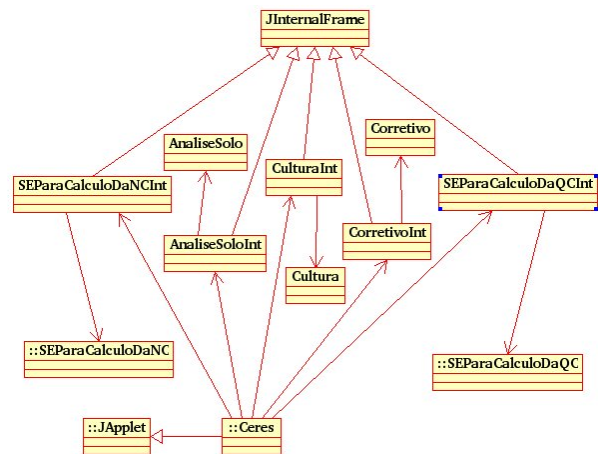


Figura 3: Diagrama de classes simplificado do Ceres<sub>SeFs</sub>.

- SEParaCalculoDaQC: classe responsável pelo cálculo da QC;
- JApplet: classe pai para *applets*;
- AnaliseSoloInt: interface gráfica para se pegar os dados de uma análise de solo;
- AnaliseSolo: classe que representa uma análise de solo;
- CorretivoInt: interface gráfica para se pegar os dados de um corretivo;
- Corretivo: classe que representa um corretivo;
- CulturaInt: interface gráfica para se pegar os dados de uma cultura;
- Cultura: classe que representa um cultura;
- JInternalFrame: classe usada para se criar janelas internas.

Para maiores detalhes sobre a modelagem do sistema, consulte ([SOARES2003]).

O desenvolvimento de Ceres<sub>SeFs</sub> foi um trabalho proposto pelo pesquisador Carlos Alberto Silva.

Dificuldades foram encontradas para modelar os dados da cultura, corretivo e análise do solo, por não haver um padrão para se expressarem, classificarem, tais itens. Por exemplo, os calcários hora vêm com o valor do PRNT, hora com os teores de CaO e MgO e a granulometria.

É bom salientar que o sistema ainda não está terminado, sendo mais um protótipo, faltando melhorar alguns aspectos como: interface com o usuário, módulo

para *Internet*, geração de relatório e aquisição de conhecimento.

Para trabalhos futuros, pretende-se incrementar o *Ceres<sub>Sefs</sub>* para realizar cálculo da adubação e recomendação de fertilizantes, tornando-se um sistema mais completo e útil para os agrônomos. Também é proposto o desenvolvimento dele para ser possível seu acesso através de aparelhos móveis, como celulares e computadores de bolso, visto que isso ampliará ainda mais o alcance dos benefícios do sistema.

## 6 Distribuição do *Ceres<sub>Sefs</sub>*

A fim de divulgar os resultados desse projeto, será mantida uma página na *Internet*, onde ficará a versão em *applet* do sistema bem como sua documentação e informações sobre o programa e sobre fertilidade do solo.

Será disponibilizada uma versão que ficará sob a responsabilidade do Departamento de Ciência do Solo (DCS) da Universidade Federal de Lavras (Ufla), para que a universidade possa usufruir dos benefícios gerados pelo programa e para que o desenvolvimento da aplicação possa ser expandido com o acréscimo de outras utilidades.

## 7 Conclusões

Com o término deste trabalho, conclui-se que o campo da recomendação de corretivos e fertilizantes ainda é uma área com carência de ferramentas para auxílio na recomendação do uso desses insumos. Também percebeu-se que não há um padrão para classificação de corretivos e resultados de análises química, o que dificulta a modelagem dos dados.

Com um sistema como o *Ceres<sub>Sefs</sub>* em pleno funcionamento, muitas pessoas se poderão beneficiar com seus recursos pois, poderão acessá-lo de onde estiverem, seja em casa, sem conexão com a *Internet* ou mesmo conectadas a esta.

Por ser um produto acadêmico, a cada incremento que for feito, mais tecnologia será agregada ao programa, tornando-o, cada vez mais, poderoso e eficaz para a finalidade que lhe foi atribuída.

## Referências

[BITTENCOURT2001] BITTENCOURT, G. — *Inteligência artificial — Ferramentas e teorias*. 2 ed., Florianópolis, UFSC, 2001.

[BOOCH2000] BOOCH, G; RUMBAUGH J.; JACOBSON, I. — *UML — guia do usuário*. Rio de Janeiro, Campus, 2000.

[CFSEMG1999] COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE MINAS GERAIS — *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5a aproximação*. Viçosa, Antônio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito G. Guimarães, Victor Hugo Alvarez V., 1999.

[DATE2000] DATE, C. J. — *Introdução a Sistemas de Bancos de Dados*. Rio de Janeiro, Campus, 2000.

[DEITEL2001] DEITEL, H. M.; DEITEL, P. J. — *Java, como programar*. 3 ed., Porto Alegre, Bookman, 2001.

[JAVASUN] — Sun Microsystems. <http://www.java.sun.com>. Visitada em 22/11/2003.

[LICENCAGPL] — GNU Project. <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>. Visitada em 22/11/2003.

[MYSQL] — MySQL. <http://www.mysql.org>. Visitada em 22/11/2003.

[RABUSKE1995] RABUSKE, R. A. — *Inteligência artificial*. Florianópolis, UFSC, 1995.

[RAIJ1991] RAIJ, B. van — *Fertilidade do solo e adubação*. São Paulo, Agronômica Ceres Ltda, 1991.

[RUSSEL1995] RUSSEL, S. J.; NORVING, P. — *Artificial intelligence — A modern approach*. New Jersey, Prentice Hall, 1995.

[SOARES2003] SOARES, A. H. V.; — *Ceres<sub>Sefs</sub>: Um Sistema Especialista para o Cálculo da Necessidade de Calagem e Recomendação de Corretivo*. Monografia de fim de curso — Ufla/MG. Lavras, 2003.

[UML] — Object Managment Group. <http://www.uml.org>. Visitada em 22/11/2003.