

## DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE DE INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DE SOLO E RECOMENDAÇÃO DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES PARA O CAFEIEIRO

Rodrigo Elias Batista Almeida Dias<sup>1</sup>; Rafael Antônio Almeida Dias<sup>2</sup>; Agda Silva Prado<sup>3</sup>; Felipe Campos Figueiredo<sup>4</sup>; Sérgio Parreiras Pereira<sup>5</sup>, Fernando Seco Delavia<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Bolsista do Consorcio Pesquisa Café/EPAMIG, Lavras-MG, rodrigoodias@hotmail.com

<sup>2</sup> Bolsista BATIO FAPEMIG/UFLA, Lavras-MG, rafaell\_diass@hotmail.com

<sup>3</sup> Bolsista BATIO FAPEMIG/UFLA, Lavras-MG, agdasprado@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Professor Dr. Instituto Federal do Sul de Minas Campus Muzambinho- MG, Felipe@eafmuz.gov.br

<sup>5</sup> Pesquisador do Instituto Agrônomo – IAC, Doutorando Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, sergiopereira@iac.sp.gov.br

<sup>6</sup> Engenheiro Agrônomo, pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal-SP, nandodelavia@yahoo.com.br

**RESUMO:** Atualmente a cafeicultura está evoluindo e se tecnificando, mudando assim, seus paradigmas e procurando alternativas viáveis para uma maior agregação de valor e produção. Juntamente com essa evolução, a informática vem nos auxiliar nessa tarefa, através da união da agricultura e da informatização, surgindo assim, a agricultura de precisão. A interpretação dos resultados de análises de solo e folhas é primordial para recomendação de corretivos e fertilizantes, e geralmente é um processo muito lento, devido à grande dificuldade e grande quantidade de análises a serem interpretadas por poucos profissionais que trabalham na área. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é apresentar o software criado para realizar cálculo e recomendação de adubações, que tem o intuito de facilitar o trabalho dos profissionais da cafeicultura, de forma a agilizar o processo de recomendação de adubação e calagem.

**Palavras-chave:** Adubação, software, precisão.

## SOFTWARE DEVELOPMENT OF INTERPRETATION AND ANALYSIS OF SOIL AND RECOMMENDATIONS FOR CORRECTIVES AND FERTILIZERS FOR COFFEE

**ABSTRACT:** Currently the coffee growing is evolving and technified itself, changing so, their paradigms and looking for viable alternatives to a higher aggregation value and production. Together with this evolution, the informatics comes to help us in this task, by the union of agriculture and the computerization, appearing so, the precision agriculture. The interpretation of the results of analysis of soil and leaves are prime to the recommendation of soil correctives and fertilizers, and generally is a process very slow, due to big difficulty and lot of analysis to be performed by a few professionals that working in the area. In this way, the objective of this work is to show the software created to do calculation and fertilizations recommendation, in order to facilitate the work of professionals in the coffee sector, in order to expedite the processes of recommendation to fertilization and liming.

**Keywords:** Fertilization, software, precision.

## INTRODUÇÃO

A cafeicultura é de grande importância na economia brasileira e constitui-se numa das principais atividades agrícolas de Minas Gerais. Embora com a maior área cultivada (750 mil ha) e a maior produção (13,9 milhões de sacas de café beneficiado), grande parte das lavouras cafeeiras do Estado possui baixa produtividade (menos de 900 kg/ha/ano de café beneficiado), principalmente pela falta de informações sobre manejo nutricional da cultura (Martinez, 2003).

O monitoramento nutricional de cafezais utilizando dados da análise química das folhas vem se transformando numa prática essencial para recomendações de adubações equilibradas e economicamente mais ajustadas. Esses critérios para avaliação do estado nutricional do cafeeiro baseiam-se nos conceitos de nível crítico e de faixas de concentração, caracterizados pela independência dos nutrientes, ou seja, o teor de um nutriente não afeta o diagnóstico dos demais. Por outro lado eles têm a deficiência de não identificar quais nutrientes são mais limitantes da produtividade do cafeeiro. Sabe-se que a nutrição adequada é um dos pré-requisitos para que o cafeeiro atinja produtividade elevada.

Dentro deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma planilha no Microsoft Excel, capaz de agilizar e facilitar o trabalho de compreensão e interpretação das análises de solo e folhas de forma ágil e gráfica para facilitar o trabalho dos profissionais da cafeicultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento deste projeto foi realizado com base no livro “Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais” (5ª aproximação) ao longo da disciplina de Nutrição Mineral do Cafeeiro, do curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Sul de Minas Campus Muzambinho.

Para a execução do projeto dividiu-se a elaboração em dezessete etapas sequenciais que serão apresentadas a seguir.

A primeira etapa foi a escolha do aplicativo, onde se optou pelo Microsoft Excel, devido sua capacidade de trabalhar com operações numéricas, e ser possível modelar os dados através de suas funções, e também pelo Excel ser um programa da Microsoft que acompanha o Windows, que é muito difundido em todos os computadores, tornando assim o Software mais acessível a todos os usuários.

A segunda etapa foi a escolha e estudo de quais dados seriam necessários que se obtivessem do produtor para diferenciar as amostras, NOME DO PRODUTOR, NOME DA PROPRIEDADE, TALHÃO, DATA DA RECOMENDAÇÃO, SAFRA/ANO, CULTIVAR, IDADE, ÁREA DO TALHÃO, ESPAÇAMENTO, NÚMERO DE PLANTAS, PREVISÃO DE COLHEITA, CAMADA AMOSTRADA, NÚMERO DE ADUBAÇÕES e foi então formatada no programa de maneira a ficar com uma boa estética.

A Terceira etapa foi formatar graficamente de forma a acompanhar os resultados da análise a planilha de entrada dos dados de macronutrientes, micronutrientes e atributos do solo.

A quarta etapa foi através das simplificações das tabelas e montagem de fórmula para verificar a textura do solo em “ARENOSO”, “TEXTURA MÉDIA” e “ARGILOSO”, de acordo com a tabela 1 baixo.

Tabela 1: Níveis de argila do solo.

Solo	% Argila
Arenoso	0 a 35
Textura Média	35 a 60
Argiloso	60 a 100

Fonte: Ribeiro et al. (1999)

A quinta etapa foi simplificar as tabelas de atributos e nutrientes obtidas na 5ª aproximação de forma a dar suporte e facilitar, resumindo os níveis que são “Muito baixo”, “Baixo”, “Médio”, “Bom” e “Muito bom”, de forma a ficar tudo que está menor que “Baixo” significa que está “Baixo” e tudo que está maior que “Bom” significa que está “Alto”, e tudo que está na faixa entre “Baixo” e “Bom” significa que está “Adequado”, como mostram as tabelas abaixo.

Tabela 2: Níveis dos atributos utilizados para formatação e montagem das formulas do programa.

Atributos	baixo	alto
Matéria orgânica	2	4
Teor de argila	35	61
pH (água)	4,5	6,51
T	8	15
t	4,6	8
M	10	10
SB	0,6	3,6
V	60	80
Al (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,1	0,1
H + Al (cmolc dm <sup>-3</sup> )	5	9

Fonte: Ribeiro et al. (1999)

Tabela 3: Níveis dos Micronutrientes utilizados para formatação e montagem das formulas do programa.

Micronutrientes	baixo	alto
B (mg dm <sup>-3</sup> )	0,4	0,8
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	2	4

Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	1	2
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	10	15
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	31	45

Fonte: Ribeiro et al. (1999)

Tabela 4: Níveis dos Macronutrientes utilizados para formatação e montagem das formulas do programa.

Macronutrientes	baixo	alto
P (Prem 0 a 10 mg L <sup>-1</sup> )	4,6	9,4
P (Prem 10 a 30 mg L <sup>-1</sup> )	9,4	18
P (Prem 30 a 60 mg L <sup>-1</sup> )	18	33,8
Ca (cmolc dm <sup>-3</sup> )	1,21	2,4
Mg (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,46	0,91
K (mg dm <sup>-3</sup> )	0,3	0,5
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> )	5	10

Fonte: Ribeiro et al. (1999)

Tabela 5: Níveis dos elementos de acordo com o valor da CTC, que foram utilizados para formatação e montagem das formulas do programa.

Relação de elementos na CTC	baixo	alto
Ca na CTC	40	60
Mg na CTC	10	20
K na CTC	2	5
Ca/Mg	3	4

Fonte: Ribeiro et al. (1999)

A sexta etapa foi o lançamento dos dados das tabelas de atributos simplificadas no passo anterior, no EXCEL e feita a montagem das formulas, com a utilização da Função SE do Microsoft Excel, para que pudesse analisar os dados e retornar os valores como “BAIXO”, “ADEQUADO” e “ALTO”, e também utilizada a Formatação Condicional do Microsoft Excel para demonstrar graficamente em forma de cores os resultados, sendo “vermelho” para valores baixos, “verde” para valores adequados e “azul” para valores altos.

A sétima etapa ocorreu com a ajuda de uma função, fazendo uma formula pegando o valor do teor, dividindo pelo valor máximo de adequado ou valor bom, multiplicando por cem para dar em forma de porcentagem, para conseguir colocar todos os micronutrientes, macronutrientes e atributos em uma mesma escala de porcentagem, para conseguir expressar a realidade do solo de uma forma mais fácil.

A oitava etapa foi inserir gráfico do Microsoft Excel com a utilização dos valores transformados em porcentagem no passo anterior, para representar em forma de Fertigrama que é uma forma mais fácil, para que o produtor rural possa entender o estado que se encontra o solo em cada talhão e assim facilitar ao profissional da área a convencer o produtor a tomar as medidas cabíveis para sua propriedade de acordo com os gráficos.

A nona etapa foi interpretar e inserir a formula para a obtenção da necessidade de calagem dentro da planilha de modo que ela já aproveitasse os dados de outras células, chegando no resultado da quantidade de calcário necessária para a correção do solo, em quantidade por hectare, gramas por metro linear, foi feita a recomendação do tipo de calcário de acordo com a legislação vigente, com base na necessidade do solo e com o PRNT do calcário escolhido, obtendo a necessidade da calcário por talhão, de acordo com a fórmula abaixo.

$$NC = \frac{T (V_2 - V_1)}{PRNT} \cdot \frac{SC}{100} \cdot \frac{PF}{20}$$

A décima etapa foi a elaboração de fórmulas com funções matemáticas, para calcular a necessidade de Macronutrientes, onde o Fósforo foi relacionado a nível de Fósforo no solo, ao nível de Fósforo remanescente, a Textura do solo, a produção pendente e elaborado a formula matemática através de um gráfico.

A décima primeira etapa veio com o resultado obtido da necessidade de N,P,K, por hectare, onde foi criada uma planilha de formulações, para se calcular qual das formulações disponíveis no mercado que mais se encaixam com

a necessidade do solo e calcular a quantidade necessária por hectare, talhão, por planta e por metro linear. Depois da formulação escolhida, foi calculado a quantidade da formulação a aplicar na lavoura com base na necessidade de N.

A décima segunda etapa foi a elaboração de formulas no Microsoft Excel para calcular a quantidade de sacos de adubo necessários pelo produtor para aplicação no seu talhão, depois se calculou a dose de adubo por planta, dividida pela quantidade de adubações informada na planilha de entrada de dados.

A décima terceira etapa foi a criação de uma lista inteligente, com DROP DOW onde se permite fazer as escolhas dos micronutrientes, de forma que cada nutriente escolhido com a ajuda da função SE, onde ele calcula a quantidade necessária de acordo com a análise.

A décima quarta etapa foi a criação de botões de ação do Microsoft Excel com as funções de Macro, para facilitar a visualização e impressão da análise feita pelo programa, dando mais agilidade no programa, não sendo necessário que o operador do programa fique procurando nem uma função nas abas do Microsoft Excel.

A décima quinta foi colocar comentários em todos os locais onde pudessem vir a deixar dúvidas para o usuário do programa, de forma a tornar este mais simples e auto explicativo.

A décima sexta etapa foi a criação de um campo com linha para a observação técnica, pois este programa precisa de um profissional da área para manuseá-lo e suas informações devem ser validadas a partir do parecer técnico e assinatura do responsável.

A décima sétima etapa foi a proteção dos dados e formulas com a função Proteger Planilha do Microsoft Excel, para que o usuário não venha a alterar ou deletar algum dado essencial do programa, comprometendo assim a viabilidade e eficácia do software.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abaixo a interface de entrada de dados do programa, a qual o profissional técnico vai inserir os valores obtidos pela análise de solo, para que o Microsoft Excel possa jogar os dados nas fórmulas preestabelecidas e através delas expressar os resultados de forma gráfica. Foram colocados os botões de ação “INTERPRETAÇÃO DE FERTIGRAMAS” e “PADRÕES DE REFERÊNCIA”, para facilitar a navegação dentro do programa.

CARACTERIZAÇÃO DA LAVOURA		CARACTERIZAÇÃO DA FERTILIDADE	
Nome da Propriedade -----	Fazenda Coqueiros	pH (água) -----	5,6
Nome do Proprietário -----	Antonio Pereira de Figueiredo	P (mg dm <sup>-3</sup> ) -----	5
Data da recomendação (dd/mm/aaaa) -----	12/4/2011	P rem (mg dm <sup>-3</sup> ) -----	16
Safra/ano -----	2009/2010	Ca (cmolc dm <sup>-3</sup> ) -----	4,6
Nome do talhão ou gleba -----	catucaí vermelho	Mg (cmolc dm <sup>-3</sup> ) -----	1,2
Cultivar -----	catucaí vermelho	K (mg dm <sup>-3</sup> ) -----	110
Data de plantio (dd/mm/aaaa) -----	27/11/1999	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> ) -----	6,5
Área do Talhão ou gleba (ha) -----	1,5	B (mg dm <sup>-3</sup> ) -----	0,2
Espaçamento	entre ruas (m) -----	Zn (mg dm <sup>-3</sup> ) -----	8,9
	entre plantas (m) -----	Cu (mg dm <sup>-3</sup> ) -----	3,75
Previsão de colheita (saca ha <sup>-1</sup> ) -----	30	Mn (mg dm <sup>-3</sup> ) -----	55,5
<b>INFORMAÇÕES PARA A CALAGEM</b>		Fe (mg dm <sup>-3</sup> ) -----	27,4
Saturação por bases desejada (V%) -----	70	Al (cmolc dm <sup>-3</sup> ) -----	0,1
PRNT do calcário -----	90	H + Al (cmolc dm <sup>-3</sup> ) -----	7
Profundidade a ser corrigida (cm) -----	10	Matéria orgânica (%) -----	2,7
Superfície de cobertura pela calagem (%) -----	80	Teor de argila (%) -----	60
<b>INFORMAÇÕES PARA ADUBAÇÃO</b>		Camada amostrada (cm) <b>0 a 20</b>	
Número de adubações -----	3		

INTERPRETAÇÃO E FERTIGRAMAS	PADRÕES DE REFERÊNCIA
-----------------------------	-----------------------

Abaixo a representação gráfica dos resultados obtidos através do programa: que foi elaborado e dividido em 6 partes, sendo elas:

A “CARACTERIZAÇÃO DA LAVOURA” que foi importada da planilha de entrada, para poder caracterizar a planilha de dados, para que ela possa ser diferenciada após a impressão.

A “CARACTERIZAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO” foi montada de acordo com uma análise de solos do laboratório do IF Campus Muzambinho, e foi calculado o conceito da classificação em “BAIXO”, “ADEQUADO” e “ALTO”, e depois foi calculada a porcentagem dos valores encontrados para os nutrientes, para conseguir colocar todos os resultados em uma mesma base de dados.




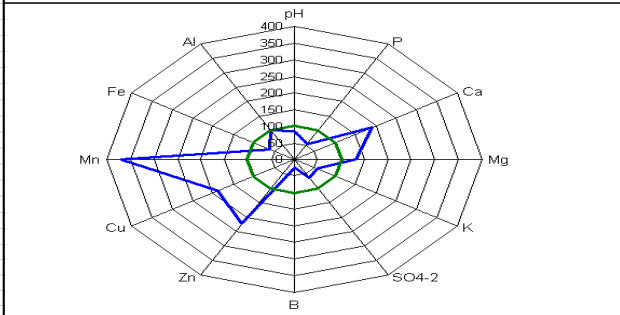
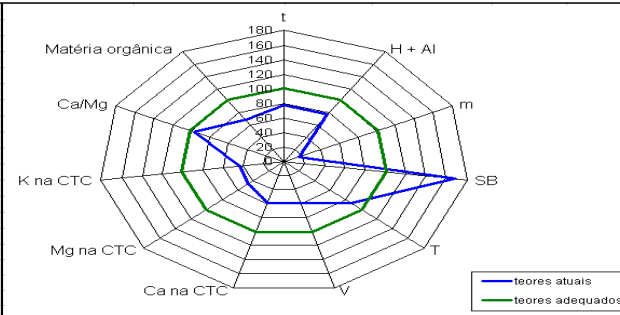
O “FERTIGRAMA”, que foi feito a partir da união dos resultados em forma de porcentagem e foi exibido em forma de gráfico de radar para poder facilitar a visualização do estado nutricional do solo.

A “RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM” onde foi calculado por métodos de saturação de base, onde se deu os resultados da necessidade de calagem em TONELADAS POR HECTARE, em GRAMAS POR METRO LINEAR, com o TIPO DE CALCÁRIO, e a QUANTIDADE DE TONELADAS DE CALCÁRIO POR TALHÃO, necessária.

A “RECOMENDAÇÃO DE FERTILIZANTES” foi dividida em Macronutrientes e Micronutrientes, onde que para os Macronutrientes foi feito de forma a se calcular uma fonte de formulado disponível no mercado, e para a

necessidade foi dado os resultados em forma de TONELADAS POR HECTARE, em quantidade de “SACOS POR TALHÃO”, e em quantidade de “GRAMAS POR PLANTA”, a qual foi dividida pelo número de adubações sugeridas pela planilha de entrada em “GRAMAS POR METRO LINEAR”. Os micronutrientes foram calculados através da escolha da fonte em tabelas dinâmicas com DROP DOW.

O ultimo quadro que foi o de “PARECER TÉCNICO”, onde tem o espaço para o profissional operador do programa deve colocar seus comentários sobre os resultados obtidos pelo programa, também tem o campo “DATA” que é colocada automaticamente de acordo com a função de data do Microsoft Excel, e o campo para o profissional assinar e colocar seu carimbo validando as informações contidas na planilha que vai para o produtor.

 <b>Programa de Interpretação de Análise de Solo e Recomendação de Calagem e Fertilizantes</b> 														
Autores: <b>Rodrigo Elias Batista Almeida Dias e Profº Dr. Felipe Campos Figueiredo</b> 														
CARACTERIZAÇÃO DA LAVOURA														
Nome da Propriedade -----:	<b>Fazenda Coqueiros</b>				Área do Talhão ou gleba (ha) -----:	<b>0,39</b>								
Nome do Proprietário -----:	<b>Antonio Pereira de Figueiredo</b>				Espaçamento: entre ruas (m) ----:	<b>3,5</b>								
Data da recomendação -----:	<b>3/8/2009</b>				entre plantas (m):	<b>0,7</b>								
Safra/ano -----:	<b>2009/2010</b>				Número de plantas ha <sup>-1</sup> -----:	<b>4082</b>								
Nome do talhão ou gleba -----:	<b>catucaí vermelho</b>				Número de plantas no talhão -----:	<b>1592</b>								
Cultivar -----:	<b>catucaí vermelho</b>				Previsão de colheita (saca ha <sup>-1</sup> ) ----:	<b>30</b>								
Data de plantio -----:	<b>27/11/99</b>				Camada amostrada (cm) -----:	<b>0 a 20</b>								
CARACTERIZAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO														
atributo	unidade	teores	classificação	%	atributo	unidade	teores	classificação	%					
pH	água	<b>5,60</b>	<b>adequado</b>	86	t	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	<b>6,18</b>	<b>adequado</b>	77					
P	mg dm <sup>-3</sup>	<b>5,00</b>	<b>baixo</b>	53	H + Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	<b>7,00</b>	<b>adequado</b>	78					
Ca	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	<b>4,60</b>	<b>alto</b>	192	m	%	<b>1,62</b>	<b>adequado</b>	16					
Mg	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	<b>1,20</b>	<b>alto</b>	132	SB	(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	<b>6,08</b>	<b>alto</b>	169					
K	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	<b>0,28</b>	<b>baixo</b>	56	T	(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	<b>13,08</b>	<b>adequado</b>	87					
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	<b>6,50</b>	<b>adequado</b>	65	V	%	<b>46,49</b>	<b>baixo</b>	58					
B	mg dm <sup>-3</sup>	<b>0,20</b>	<b>baixo</b>	25	Ca na CTC	%	<b>35,16</b>	<b>baixo</b>	59					
Zn	mg dm <sup>-3</sup>	<b>8,90</b>	<b>alto</b>	223	Mg na CTC	%	<b>9,17</b>	<b>baixo</b>	46					
Cu	mg dm <sup>-3</sup>	<b>3,75</b>	<b>alto</b>	108	K na CTC	%	<b>2,15</b>	<b>adequado</b>	43					
Mn	mg dm <sup>-3</sup>	<b>55,50</b>	<b>alto</b>	370	Ca/Mg	U	<b>3,83</b>	<b>adequado</b>	96					
Fe	mg dm <sup>-3</sup>	<b>27,40</b>	<b>baixo</b>	61	Matéria orgânica	%	<b>2,7</b>	<b>adequado</b>	68					
Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	<b>0,10</b>	<b>adequado</b>	100	Teor de argila	%	<b>60</b>	<b>Argiloso</b>						
FERTIGRAMAS														
														
RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM					RECOMENDAÇÃO DE FERTILIZANTES									
<b>Método da Saturação por bases</b> Quantidade de calcário (t ha <sup>-1</sup> ) ----: <b>1,4</b> Gramas por metro linear -----: <b>478</b> Tipo de calcário -----: <b>magnesiano</b> PRNT do calcário -----: <b>90</b> Quantidade de calcário p/ talhão (t) ----: <b>0,5</b>					<b>Necessidade da cultura</b> Nitrogênio -----: 300 Fósforo -----: 38 Potássio -----: 226 <b>DIVISÃO DA ADUBAÇÃO -----: 3</b> Adubações de					<b>Fonte</b> <b>Quantidade</b> kg/ha    SC/ Talhão    g/ planta    g/ metro <b>20-05-29</b> <b>12</b> <b>368</b> <b>205</b>				
<b>Necessidade da cultura</b> Boro -----: 3    Ulexita -----: <b>38</b> Zinco -----: 0    Carbonato de zinco -----: <b>0,0</b> Manganês -----: 0    Carbonato de manganês -----: <b>0,0</b> Cobre -----: 0    Óxido cuproso -----: <b>0,0</b>					<b>Fonte</b> kg/ha    SC/ Talhão    g/ planta    g/ planta    g/ metro <b>123</b> 38                    0,29                    9                    5 0,0                    0,00                    0                    0 0,0                    0,00                    0                    0 0,0                    0,00                    0                    0									
OBSERVAÇÕES TÉCNICAS														
DATA: quarta-feira, 9 de dezembro de 2009														
Assinatura														

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Como já foi visto anteriormente no trabalho de conclusão de curso este é um programa muito complexo e que exige um grande período de teste e estudos mais aprofundados para poder ser comprovada sua eficiência.

A primeira fase de testes do software acontecerá na Associação de Produtores da União dos Pequenos Produtores do Município de Santana da Vargem – MG (UNIPASV), onde será feito um levantamento da aceitação e funcionalidade do software proposto, para futuros estudos e melhoramento.

## **AGRADECIMENTOS**

À FAPEMIG pelo apoio financeiro para participação no VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Café. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para uso de corretivos fertilizantes em Minas Gerais: 5<sup>a</sup> aproximação**. Viçosa., 1999. p. 289-302.

MARTINEZ, H. E. P.; MENEZES, J. F. S; SOUZA, R. B. de; VENEGAS, V. H. A.; GUIMARÃES, P. T. G; Faixas críticas de concentrações de nutrientes e Avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 38, n. 6, p. 703-713, jun. 2003