

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

ALEXANDRE EDUARDO COELHO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA ANÁLISE E PLANEJAMENTO
DOS MÚLTIPLOS USOS DOS SOLOS - SISTEMA PARA PLANEJAMENTO DOS
MÚLTIPLOS USOS DO SOLO (SIPLAMUS)**

**Uberlândia – MG
Novembro – 2009**

ALEXANDRE EDUARDO COELHO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA ANÁLISE E PLANEJAMENTO
DOS MÚLTIPLOS USOS DOS SOLOS - SISTEMA PARA PLANEJAMENTO DOS
MÚLTIPLOS USOS DO SOLO (SIPLAMUS)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Elias Nascentes Borges

**Uberlândia – MG
Novembro – 2009**

ALEXANDRE EDUARDO COELHO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA ANÁLISE E PLANEJAMENTO
DOS MULTIPLOS USOS DOS SOLOS - SISTEMA PARA PLANEJAMENTO DOS
MULTIPLOS USOS DO SOLO (SIPLAMUS)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 19 de Novembro de 2009

Prof^a. Doutoranda Maria da Graça Vasconcelos
Membro da Banca

Prof. Dr. Beno Wendling
Membro da Banca

Prof. Dr. Elias Nascentes Borges
Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS por tudo o que passo, passei e passarei na minha vida.

Agradeço a minha família que agüentou meu mau humor e me apoiou em todos os sentidos possíveis.

Agradeço a minha noiva, que me deu forças e apoio para conclusão do curso e me dá forças para seguir a vida adiante.

Agradeço aos meus amigos e amigas da 39ª turma de agronomia que me ajudaram de inúmeras maneiras.

Agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a minha formação, inclusive todos os brasileiros que financiaram os meus estudos.

EPÍGRAFE

Dar o exemplo não é a melhor maneira de influenciar alguém, é a única.

RESUMO

O SIPLAMUS- Sistema para Planejamento dos Múltiplos Usos dos Solos, visando dar uso mais adequado ao solo, dentro da sua real aptidão, possibilita o cruzamento de informações do solo, clima, paisagem e outros, de modo a estabelecer o uso mais sustentável. Estabelece os requisitos básicos para sua utilização, orienta sobre a obtenção e organização dos dados a serem introduzidos e ensina como acessar o sistema, como navegar por ele, atualizando, adicionando ou subtraindo dados, realizando consultas e imprimindo relatórios. Processado através de microcomputadores pentium/AMD 1.0 Ghz ou superior, e alimentado através do teclado por dados cartográficos e pedológico de solos, classes de declividade e uso atual da terra, e por dados classificados em classes ou intervalos sobre atributos químicos e físicos dos solos, este sistema fornece ao usuário os mapas digitais com as respectivas áreas de solos, classes de declividade, uso da terra, aptidão agrícola para culturas de ciclo curto, culturas de ciclo longo, pastagem e silvicultura, grupos de aptidão, uso preferencial das terras, e intensidade de uso da terra. O software emite também relatórios impressos do quadro geral de aptidão agrícola, contendo classificações para cada combinação "solo x classe de declividade", as principais limitações agrícolas, a aptidão para culturas de ciclo anual, culturas de ciclo perene, pastagem, silvicultura, área de preservação permanente ou reserva, o tipo de uso preferencial ou mais adequado, o grupo de aptidão agrícola e a unidade de manejo e quantificação das áreas ocupadas pelas classes componentes de todos os mapas produzidos.

Palavras-chave: Software, Aptidão agrícola, Solos.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tela para abertura de projeto existente ou não	17
Figura 2 - Caixa de diálogo para confirmação de criação de um novo projeto	18
Figura 3 - Tela do menu central do programa, logo após criação de um novo projeto	18
Figura 4 - Tela de criação das planilhas-mapas	19
Figura 5 - Tela do menu principal do programa após dimensionamento dos mapas e antes da análise dos dados	20
Figura 6 - Tela da planilha-mapa de solos	21
Figura 7 - Tela de visualização do mapa de solos após inserido. Exemplo da Fazenda Água Limpa da Universidade Federal de Uberlândia	22
Figura 8 - Tela de características dos solos	23
Figura 9 - Mensagem para confirmação da adição de novo cadastro de novo tipo de solo	23
Figura 10 - Tabela de características/propriedades dos solos cadastrados pelo usuário	25
Figura 11 - Tela para edição da figura do mapa de solos	26
Figura 12 - Figura do mapa de solos editada e com legenda	26
Figura 13 - Quadro geral de aptidão agrícola	27
Figura 14 - Tabela Solo x Declividade gerada pelo cruzamento das unidades dos solos pelos classes de declividade encontradas no software	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A: Alto.

AD: Adequado.

Al.A: Limitação por Toxidês de alumínio no horizonte A.

Al.B: Limitação por Toxidês de alumínio no horizonte B.

APP: Área de Preservação Permanente.

Arg.A: Argila no horizonte A.

Arg.B: Argila no horizonte B.

B: Baixo.

b: Bom.

C.A: Cultura de Ciclo Anual.

C.P: Cultura de Ciclo Perene.

CE: Condutividade elétrica.

ce: Limitação por Condutividade elétrica.

CTC.A: Capacidade de troca catiônica no horizonte A.

CTC.B: Capacidade de troca catiônica no horizonte B.

e: Limitação por Suscetibilidade à erosão.

f.A: Limitação por Fertilidade no horizonte A.

f.B: Limitação por Fertilidade no horizonte B.

INAD: Inadequado.

IND: Indefinido.

inp: inapto.

M.A: Saturação com alumínio no horizonte A.

M.B: Saturação com alumínio no horizonte B.

M: Médio.

MA: Muito Alto.

MB: Muito Baixo.

mb: Muito Bom.

mc: Limitação por Mecanização agrícola.

mp: Limitação por Macroporosidade.

MP: Macroporosidade do solo.

ms: Limitação por Relação Umidade Permanente X Macroporosidade.

O.U: Outros Usos (Construções, etc.).
P.A: Fósforo disponível no Horizonte A.
P.B: Fósforo disponível no Horizonte B.
PA: Pastagem.
PDG: Pedregosidade.
pf: Limitação por Profundidade efetiva.
Pf: Profundidade Efetiva.
r: Regular.
RB: Rocha Branda ou Similar.
RD: Roxa Dura ou Similar.
res: Restrito.
RSV: Reserva Ambiental.
RT: Razão textural.
SI: Sem Impedimento Físico.
SS: Saturação com sódio.
SUB: Subutilizado.
SUP = Superutilizado.
SV: Silvicultura.
TIF: Tipo de impedimento físico do solo.
up: Limitação por Umidade Permanente, definindo brejo.
UP: Umidade permanente no solo (Identificar brejos e várzeas).
V.A: Saturação com bases no horizonte A (0-20 cm).
V.B: Saturação com bases no horizonte B.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 Elaboração de tabelas	15
4.2 Organização do software	15
4.3 Como utilizar o software	15
4.3.1 Coletando informações para alimentar o software	15
4.3.2 Procedimentos iniciais de utilização	17
4.3.3 Laudos e tabelas geradas pelo software	24
4.3.4 Procedimentos de análise dos dados	26
5 CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS	31
APÊNDICE	33

1 INTRODUÇÃO

A atividade agronômica, com a necessidade da retirada da cobertura vegetal natural, prepara e corrige o solo tanto do ponto de vista físico para criar as condições de plantio, aplicações de defensivos e colheita, como do ponto de vista químico para criar as condições de desenvolvimento nutricional da planta, e produz enormes riscos de degradação do solo e de outros recursos naturais, variáveis com o tipo de cultura a ser implantada. A necessidade de melhor caracterizar e estabelecer a vocação mais adequada do solo para os múltiplos usos poderá reduzir tanto o processo erosivo quanto dar maior sustentabilidade ao meio. Uma das alternativas que poderão ser utilizadas para definir a melhor vocação do solo é o cruzamento de informações de solos, relevo, clima e vegetação natural.

São, ainda, escassos nos meios agronômicos, programas computacionais que cruzem informações climáticas, de relevo, químicas, físicas e biológicas do solo, obtidas em levantamento pedológicos e ou conservacionistas para estabelecer a real vocação do solo para as diferentes possibilidades de uso com culturas anuais e perenes, pastagens, reflorestamento, preservação da fauna e flora e até construções diversas.

Culturas anuais como a soja, o milho, feijão, olerícolas, etc, por apresentarem sementes pequenas, pouca reserva nutricional e necessidade de rápido desenvolvimento para completarem seu ciclo reprodutivo geralmente exigem maior adequação física do solo e ausência de concorrência vegetativa, proporcionando, com isto, pequeno índice de cobertura de solo, principalmente na fase inicial do seu desenvolvimento. Desse modo, a identificação das possibilidades e limitações que o solo apresenta ao desenvolvimento dessas e de outras culturas, através do cruzamento de informações dos atributos químicos, físicos, físico químicos e biológicos obtidos através dos levantamentos pedológicos ou análises de campo e laboratório tornam-se extremamente importantes para definição da aptidão do solo ao tipo de uso mais adequado, sem comprometer a sustentabilidade do solo e de outros recursos naturais, garantindo assim retorno econômico e bem estar para os usuários dos recursos naturais e de toda sociedade.

Os atributos do solo, do clima e da paisagem que definem a vocação do solo para determinado tipo de uso agronômico ou não agronômico são inúmeros e de grande interação e inter-relação entre si, demandando grande conhecimento científico e trabalho para análise e interpretação. Desse modo, com os recursos da informática, hoje disponíveis, a elaboração de programas computacionais que propiciam as análises, cruzamento e interpretação das informações obtidas no campo e no laboratório bem como o cruzamento destas informações,

poderá fornecer informações precisas das potencialidades e limitações do ambiente ao desenvolvimento de determinada cultura, bem como das necessidades de correções das limitações para a adequação do solo a cultura de interesse.

O planejamento da produção agrícola levando-se em consideração o respeito às condições ambientais disponíveis é fundamental para direcionar a utilização da terra sobre bases econômicas rentáveis, podendo propiciar a manutenção da sua capacidade produtiva em longo prazo, evitando a degradação dos recursos naturais.

O objetivo do presente trabalho foi o desenvolvimento de um programa computacional para identificar as possibilidades de dar ao solo os múltiplos usos para as atividades agrosilvipastoris e de preservação.

Proporcionar aos profissionais que trabalham com o meio ambiente um software que cruze e analise um grande número de informações a respeito do solo, paisagem e clima de maneira eficiente e adequada ao planejamento do seu uso, com garantias que neste planejamento o conceito de sustentabilidade será alcançado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O desenvolvimento de sistemas especialistas para auxiliar a tomada de decisão sobre o uso e o manejo da terra é importante, visto que possibilita avaliar grande quantidade de informações a respeito dos solos, obtidas em levantamentos pedológicos, que podem produzir estratégias mais adequadas para o aumento da produtividade e para a proteção ambiental (DE LA ROSA et al., 1993 apud CHAGAS, 2006). Neste sentido, muitos sistemas especialistas têm sido desenvolvidos para auxiliar a tomada de decisão em diferentes áreas das ciências agrárias (BOGGES et al., 1989; PLANT, 1989; ROSSITER, 1990; FERNANDES FILHO, 1996; ROSSITER et al., 1997 apud CHAGAS, 2006).

Dentro das aplicações da inteligência artificial, destaca-se o desenvolvimento de “sistemas de apoio à decisão”, que procuram auxiliar especialistas na área de ciências agrárias. A inteligência artificial não procura substituir o homem, raciocinar como ele, mas sim ajudá-lo, como ferramenta de auxílio na tomada de decisão (POZZA, 1998 apud LEMOS, 2006).

Segundo Edward-Jones (1993) apud Lemos (2006), a utilização de sistemas especialistas pode também ser justificável nas seguintes situações: i) um especialista humano em determinada área é escasso no mercado, assim, seu conhecimento pode ser preservado nos sistemas especialistas para uso futuro, pois este especialista poderá aposentar-se, mudar de trabalho ou falecer; o conhecimento do especialista pode ser disseminado por um programa de computador para não-especialistas em outras regiões geográficas onde, até então, não era possível a solução de alguns problemas; para enriquecer as conclusões sobre uma determinada decisão, podendo, desta forma, concentrar-se em outros pontos básicos de um determinado problema; o sistema especialista pode ser utilizado como uma ferramenta de treinamento e, então, proporcionar mais conhecimento ao especialista dentro do seu domínio.

Dentro da informática, uma área capaz de oferecer recursos para tratar de forma eficiente o conhecimento são os sistemas especialistas, um ramo da inteligência artificial (HUGGINS et al., 1986; JACKSON, 1990 apud LEMOS, 2006), que usam o conhecimento e simulam a lógica da decisão, para resolver problemas de difícil solução, somente resolvidos por especialistas (HARMON ;KING, 1985 apud LEMOS, 2006).

Já o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola, por sua vez, é uma metodologia de classificação das terras para uso agrícola. No Brasil, iniciou-se na década de sessenta (BENNEMA et al., 1964), numa tentativa de classificar o potencial das terras para agricultura tropical. Essa metodologia enquadra-se na modalidade de classificações técnicas ou

interpretativas, nas quais as terras são agrupadas de acordo com suas potencialidades, relacionadas com o tipo de utilização que se quer dar (PEREIRA et al., 2006).

Koffler (1992) desenvolveu um Sistema de Análise Ambiental para Planejamento Agrícola (SAMPA) que segue os fundamentos gerais dos trabalhos de levantamento de aptidão agrícola das terras, ou sistema FAO/Brasileiro, porém, com adaptações que permitem a automatização do sistema, que muito contribuiu para o planejamento conservacionista de extensas áreas do Estado de São Paulo. O programa utiliza mapas pedológicos de solo, de declividade (planialtimétrico) de uso atual da terra, como também dos atributos químicos e físicos do perfil pedológico, que inseridos no programa, são cruzados de maneira adequada, dispensando recursos humanos especializados no confronto das informações. Dentre as informações produzidas pelo cruzamento e processamento dos atributos que caracterizam o solo e outros fatores de produção são produzidos mapas de vocação da terra, mapas de recomendações de uso preferencial e de intensidade máxima de uso permitido, tipos de limitações existentes na área bem como as metodologias para estes fatores limitantes.

Com o uso de sistemas especialistas, recomendações como a de Lepsch et al. (1991), que enfatizam a necessidade de uso do solo somente após identificação de sua vocação, podem ser propostas para grandes áreas, onde já existe levantamentos pedológicos. Estes pesquisadores consideram que o uso adequado da terra é o primeiro passo para uma agricultura sustentável.

Tanto o sistema de Capacidade de Uso das Terras como da Aptidão Agrícola das Terras são modalidades de classificações técnicas que destinam principalmente ao objetivo específico de proceder ao planejamento conservacionista e de uso da terra, com o enfoque na sustentabilidade (RAMALHO FILHO et al., 1978).

O sistema de Capacidade de Uso das Terras é um sistema generalista, qualitativo, que leva em conta as limitações das terras. Baseia-se nas combinações de efeito do clima, características físicas e químicas do solo e aspectos de relevo, que limitam seu uso agrícola ou ainda os predispõem aos riscos de degradação. Originalmente desenvolvido pelo Serviço de Conservação do Solo dos EUA, foi sumarizado por Klingebiel et al (1961) apud Garcia et al, (2005). No Brasil, foi melhorado e divulgado por Lepch et al. (1983).

O uso adequado da terra deve ser o primeiro passo em direção, não apenas a uma agricultura correta e sustentável, mas também à conservação dos recursos naturais, especialmente o solo, a água e a biodiversidade (PEREIRA et al., 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a criação do software foi utilizado um notebook Celeron, processador 1.6GHz, 512Mb de memória RAM, sistema operacional Windows XP.

Para a elaboração da interface com o usuário foi utilizado o programa Delphi Enterprise 6.0, os dados são armazenado em linha de texto em arquivos no formato txt, e em linhas de banco de dados criadas no software Database Desktop.

As informações técnicas de campo, destinadas a alimentação do software, foram obtidas diretamente de análises interpretação de dados de campo e também de levantamentos pedológico do Triangulo Mineiro. Os dados propriedades dos solos são cruzados uma tabela própria da CFSEMG (1999) para obtenção das classes qualitativas dos diversos atributos que são inseridos para alimentar de informações o programa.

Para correções, aprimoramento e validação do programa, este foi testado com varias simulações e exemplos práticos.

Paralelamente ao desenvolvimento do programa foi elaborado também um manual de orientações para o uso do software, e de tabelas para conversão de dados analíticos quantitativos, que comparado as classes de intervalos produzidos pela pesquisa agrônômica, define qualitativamente o valor numérico em informações como baixa, média, alta ou muito alta limitação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Elaboração de tabelas

Diversas tabelas (Apêndice A até Apêndice O), necessárias para alimentação do sistema foram organizadas a partir de pesquisa de dados bibliográficos (CFSEMG, 1999; RAMALHO FILHO et al., 1978) destinada a elaboração de um Manual de orientação de uso do Sistema Para Planejamento dos Múltiplos Usos do Solo - SIPLAMUS.

4.2 Organização do software

O software foi desenvolvido, principalmente, através de lógica computacional de SENTENÇA FAÇA. O software compara os dados, inseridos pelo usuário, e dados existentes no código-fonte do programa. Esses dados são cruzados e analisados, gerando assim resultados que são dispostos em um quadro, chamado de QUADRO GERAL DE APTIDÃO (Figura 13), que fica na interface com o usuário, e em diversos mapas.

4.3 Como utilizar o software

4.3.1 Coletando informações para alimentar o software

Os dados necessários para a alimentação do software são as análises dos solos, com resultados de Saturação com bases (horizontes A e B) (V.A; V.B); Argila (horizontes A e B) (Arg.A; Arg.B); Capacidade de troca catiônica (horizontes A e B) (CTC.A; CTC.B); Saturação com alumínio (horizontes A e B) (M.A; M.B); Saturação com sódio (SS); Condutividade elétrica (CE); Razão textural (RT); Profundidade Efetiva (Pf); Pedregosidade (PDG). Valores quantitativos desses atributos são confrontados com informações constantes da Tabela 1, para identificação do qualitativo do solo em estudo que será inserido no programa.

A identificação da suficiência ou insuficiência de fósforo disponível para as plantas nos horizontes A e B (P.A; P.B) é determinado segundo a Tabela 2. A Umidade permanente (UP), atributo importante, mas de difícil identificação, porque depende da altura do lençol freático, frequência, duração e intensidade das chuvas e/ou presença de impedimentos a infiltração, foi inserido no programa para que o usuário possa identificar na paisagem, áreas

com saturação permanente com água, a qual deve então ser indicada como área de APP. Valores acima de 34% do volume ou peso total do solo ocupados com água foram considerados como área APP – Área de Preservação Permanente.

A compactação/adensamento do solo proporciona variados tipos de restrição ao crescimento e produtividade da planta, está sendo inferida através do percentual de Macroporos (MP) determinados no solo, dados de literatura salientam que macroporos menores do que 10 % em volume é impeditivo por afetar as trocas gasosas, crescimento radicular e infiltração de água no perfil do solo. Valores entre 10 e 15 % são limitantes mas não impeditivos. O Tipo de impedimento físico (TIF) é definido como SI – Sem Impedimento, RB – Rocha branda ou similar que dificulta mas não impede o desenvolvimento da planta, RD – Rocha dura ou similar, que implica em restrição total para planta.

Tabela 1 – Classes de interpretação das características físico-químicas dos solos

Característica	Unidade	Classificação				
		MB	B	M	A	MA
CTC	cmol _c /dm ³	≤ 1,6	1,61 - 4,3	4,31 - 8,6	8,61 - 15	> 15
V	%	≤ 20	20,1 - 40	40,1 - 60	60,1 - 80	> 80
M	%	≤ 15	15,1 - 30	30,1 - 50	50 - 75	> 75
ARG	%	≤ 15	15,1 - 25	25,1 - 45	45,1 - 60	> 60
RT1	%	≤ 1	1 < 1,2	1,2 < 1,5	1,5 < 2	≥ 2
RT2	%	< 1,2	1,2 < 1,5	1,5 < 2	2 < 3	≥ 3
PDG1	%	< 4	4 < 8	8 < 15	15 < 50	≥ 50
PDG2	%	< 0,1	0,1 < 3	3 < 15	15 < 50	≥ 50
PDG3	%	< 2	2 < 10	10 < 25	25 < 50	≥ 50
Pf	cm	< 20	≥ 20 < 40	≥ 40 < 80	≥ 80 < 150	≥ 150
SS		< 5	≥ 5 < 10	≥ 10 < 20	≥ 20 < 50	≥ 50
CE		< 2	≥ 2 < 4	≥ 4 < 8	≥ 8 < 15	≥ 15

CTC (Capacidade de Troca Catiônica) = SB + (H + Al); V (Saturação de Bases) = 100.SB/CTC; M (Saturação por Al³⁺) = 100.Al³⁺/t; ARG = Teor de argila (%); RT1 = Razão textural quando argila no A > 20%; RT2 = Razão textural quando argila no A ≤ 20%; PED1 = cascalho no horizonte A (% peso); PED2 = calhaus + matacões no A (% peso) ou na superfície do terreno (% área); PED3 = afloramento rochoso + matacões na superfície do terreno (% área); Pf (Profundidade Efetiva) em cm; SS = 100 Na⁺/CTC = saturação com sódio trocável; CE = condutividade elétrica.

Tabela 2 – Classes de interpretação da disponibilidade para o fósforo de acordo com o teor de argila do solo ou valor de fósforo remanescente (P-rem)

Característica	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
	----- (mg/dm ³) -----				
Argila (%)	Fósforo disponível (P)				
60 - 100	≤ 2,7	2,8 - 5,4	5,5 - 8,0	8,1 - 12,0	> 12,0
35 - 60	≤ 4,0	4,1 - 8,0	8,1 - 12,0	12,1 - 18,0	> 18,0
15 - 35	≤ 6,6	6,7 - 12,0	12,1 - 20,0	20,1 - 30,0	> 30,0
0 - 15	≤ 10	10,1 - 20,0	20,1 - 30,0	30,1 - 45,0	> 45,0
P-rem (mg/L)					
0 - 4	≤ 3,0	3,1 - 4,3	4,4 - 6,0	6,1 - 9,0	> 9,0
4 - 10	≤ 4,0	4,1 - 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 12,5	> 12,5
10 - 19	≤ 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 11,4	11,5 - 17,5	> 17,5
19 - 30	≤ 8,0	8,1 - 11,4	11,5 - 15,8	15,9 - 24,0	> 24,0
30 - 44	≤ 11,0	11,1 - 15,8	15,9 - 21,8	21,9 - 33,0	> 33,0
44 - 60	≤ 15,0	15,1 - 21,8	21,9 - 30,0	30,1 - 45,0	> 45,0

Fonte: 5ª Aproximação.

4.3.2 Procedimentos iniciais de utilização

Ao executar o software a primeira tela que é aberta é a de escolha do projeto já existente ou criação de um novo projeto (Figura 1).

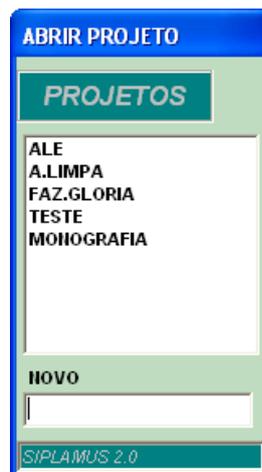


Figura 1 – Tela para abertura de projeto existente ou não.

Para que se abra um projeto existente, é necessário que se clique com o mouse duas vezes em cima do nome do projeto almejado. Para a criação de um novo projeto, basta digitar

o nome, que será dado ao projeto, no box “NOVO”, e em seguida aperta-se Enter no teclado e sim na pergunta (Figura 2)

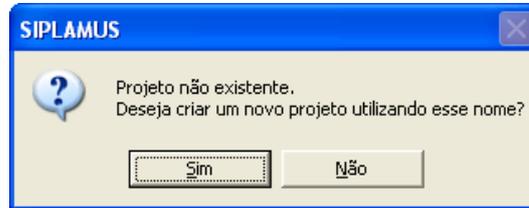


Figura 2 – Caixa de diálogo para confirmação de criação de um novo projeto.

Quando o usuário digita o nome de um novo projeto na tela inicial (Figura 1) e clica em sim na caixa de diálogo (Figura 2), o software cria uma sequência de permissões de uso dos recursos existentes no software, de acordo com a inserção dos dados que são exigidos pelo programa. A tela do menu principal (Figura 3) fica quase toda desativada, permanecendo ativado apenas o botão “DIMENSÕES MAPAS”.



Figura 3 – Tela do menu central do programa, logo após criação de um novo projeto.

Ao clicar em “DIMENSÕES MAPAS”, abrirá outra tela (Figura 4), onde são solicitados o Tamanho do Pixel em Metros, que consiste em quanto vale um dos lados da menor unidade, considerada, no papel milimetrado utilizado para desenhar os mapas iniciais,

sendo assim, no exemplo abaixo, o tamanho de um dos lados da menor unidade considerada no papel milimetrado é 23 (vinte e três) metros no campo, por isso o tamanho da menor unidade considerada é equivalente a 23 m vezes 23 m, que é igual a 529 (quinhentos e vinte e nove) metros quadrados de área real. É aconselhado que o valor definido no pixel não seja alto, a não ser que a área total seja muito grande, pois quanto maior o valor do pixel, maior será o erro no cálculo das áreas feitos pelo software.

Figura 4 – Tela de criação das planilhas-mapas.

Para a inserção dos mapas de solo, declividade e uso atual no software, depois das informações relativas ao tamanho dos mapas (tamanho do pixel em metros, nº de linhas e de colunas) o programa cria um espaço quadriculado cujo tamanho é em função da escala proposta pelo usuário (pixel do papel milimetrado x pixel do campo), número de linhas e colunas identificadas no mapa ou papel quadriculado que formam os pixels, onde serão adicionados os códigos, que podem ser de 1 a 99, de cada tipo de solo, classe de declive e tipo de uso atual.

Para que não ocorram erros, o usuário deve contar com exatidão o número de linhas e colunas que formam as quadriculas existentes para que o programa delimite o contorno externo do mapa que irá gerar. Os valores de linhas e colunas deverão ser digitados em “Nº de Linhas e de coluna no Mapa Raster” da Figura 4. Inseridas as informações (tamanho do pixel, número de linhas e colunas) ao clicar “Gerar” abre-se a tela da Figura 5, com a disponibilização dos três tipos de mapas virtuais, para inserção dos atributos relativos a cada mapa.

O menu principal tem sua interface alterada para a Figura 5, que é caracterizada pela disponibilização dos tipos de mapas. Para inserir as informações referentes a cada mapa, na forma raster, o usuário deverá clicar sobre o mapa em estudo. Este clique vai permitir o programa abrir uma tela na forma raster, com nº de linhas e colunas idênticas ao inserido na

etapa anterior e cada quadricula que compõe os pixels identificadas com 0 (valor identificado pelo software como atributo ou variável não estudada) (Figura 6).



Figura 5 – Tela do menu principal do programa após dimensionamento dos mapas e antes da análise dos dados.

A tela do Menu Principal (Figura 5), segue um tipo de orientação ao usuário, ou seja, a ordem de manuseio e utilização do software que deve ser seguida são as opções apresentadas nessa tela, de cima para baixo.

O usuário, para dar continuação na criação de um projeto e inserção dos dados, deve abrir a tela de Mapa de Solos (Figura 6) através do botão “MAPA SOLO”.

Essa tela (Figura 6) tem semelhança com o papel milimetrado, pois sendo assim o usuário irá transferir a numeração (pode ir de 1 a 99) contida no papel milimetrado com o mapa de solo, para as respectivas células. Para que o código referente a cada pixel seja inserido com precisão, no canto superior esquerdo da tela, existe uma indicação de qual linha e coluna está o cursor.

Quando a unidade (tipo) de solo for constituída de vários pixels, a inserção do código do solo pode ser feito automaticamente em grupo, mediante a digitação do numero de linhas e colunas iniciais e finais bem como o código relativo a aquele solo, como no exemplo abaixo.

“INICIO 5 (linha) x 7 (coluna) FINAL 15 (linha) x 35 (coluna) Solo 1”

Neste exemplo o software irá inserir automaticamente o numero 1(um) no lugar do 0 desde a linha 5/coluna 7 até a linha 15/coluna 35.

Apos preencher com os números referentes as linhas e colunas de inicio e as linhas e colunas de fim bem como o código do solo, clicar em seguida “INCLUIR”.

É aconselhável que o usuário sempre salve os mapas através do botão “SALVAR”, mesmo que não tenha terminado de inseri-los.

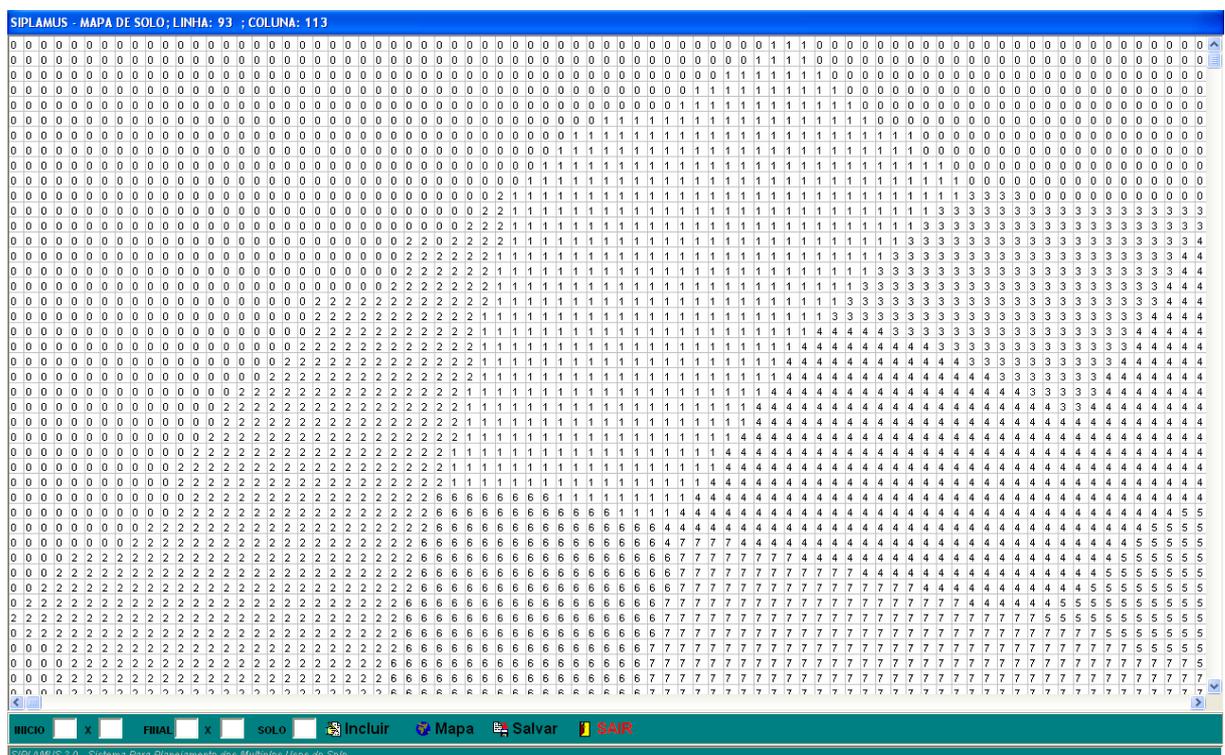


Figura 6 – Tela da planilha-mapa de solos.

Para cada código (nº) de solo inserido, é atribuído automaticamente uma cor distinta. Para visualizar, ou pré-visualizar o mapa, basta clicar em “MAPA” da Figura 7, onde o mapa aparecerá com cores diferentes ao invés do número codificado para cada unidade. Para visualizar com mais nitidez o mapa, bem como a escala, no canto direito da tela existe um comando para dar zoom na figura.

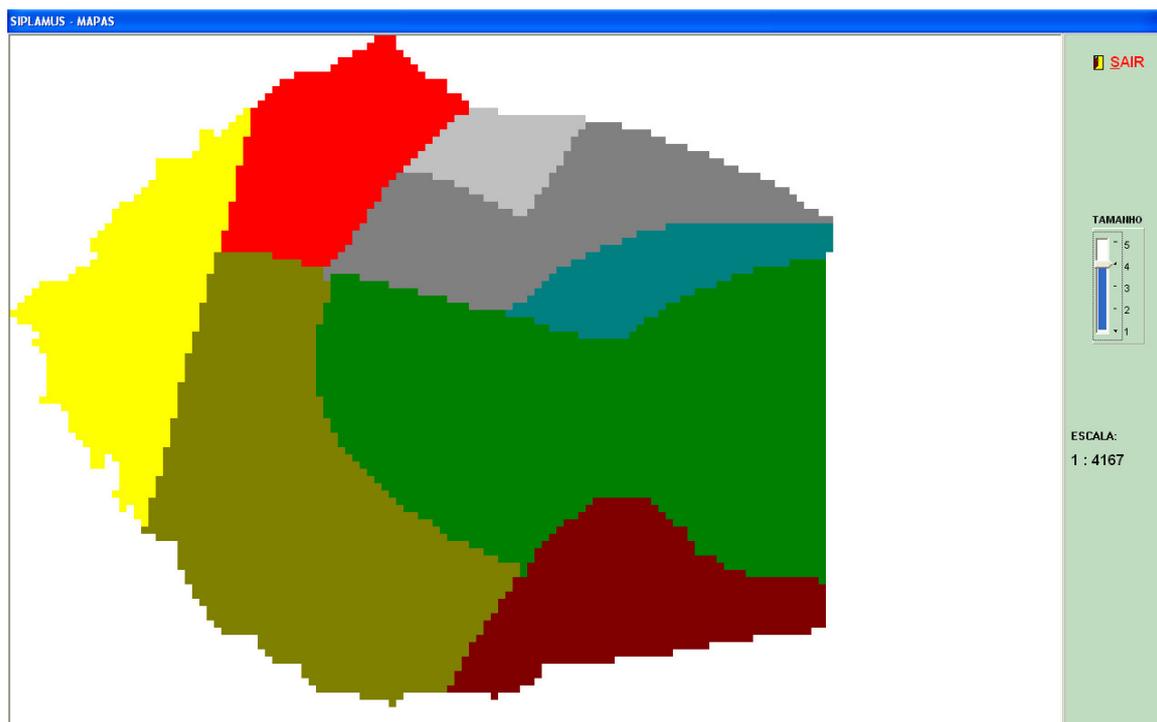


Figura 7 – Tela de visualização do mapa de solos após inserido. Exemplo da Fazenda Água Limpa da Universidade Federal de Uberlândia.

Os demais mapas, Mapa de Declividade e Mapa de Uso Atual, podem ser acessados pelos botões “MAPA DECLIVIDADE” e “MAPA USO ATUAL”, respectivamente, encontrados na tela do menu principal da Figura 5, sendo que a inserção das informações referentes ao tipo de mapa são semelhantes as efetuadas para o mapa de solo, constituindo exceção o código que pode ir de 1 a 7 (Tabela 3).

Tabela 3 – Correspondência de código para mapas de Uso Atual e Declividade/Relevo

Código	Classes de Declive/Relevo	Tipos de Uso Atual
1	$RP \leq 4 \%$ (relevo plano ou quase plano)	Cultura Anual (C.A)
2	$RS > 4,0 < 8;$ (relevo suave ondulado)	Cultura Perene (C.P)
3	$RO > 12 < 18 \%$ (relevo ondulado)	Pastagem (PA)
4	$RF > 18 < 25 \%$ (relevo forte ondulado)	Silvicultura (SV)
5	$RM > 25 < 45 \%$ (relevo montanhoso)	Outros usos (O.U)
6	$RE \geq 45 \%$ (relevo escarpado)	Área de Preservação Permanente (APP)
7	-----	Reserva Ambiental (RSV)

Após a inserção dos mapas, o próximo passo é a inserção das propriedades químico-física-biológicas dos solos. Para isso clica-se no botão “CAR. DOS SOLOS”, para que a tela de Propriedades dos solos se Abra (Figura 8).

Figura 8 - Tela de características dos solos.

Para procurar um solo já existente, coloca-se o cursor do teclado no campo “Procurar solo”, em seguida clica-se no botão com o ícone de uma mão, que fica logo na frente do campo citado. Esse processo é o mesmo seguido para adicionar um novo tipo de solo, digita-se naquele campo o número do solo que deseja adicionar e clica-se no botão “Procurar solo” (Botão com desenho de uma mão), então aparecerá uma mensagem (Figura 9) para confirmar o cadastro do novo solo, clique em “Sim”, para confirmar a adição do novo solo.

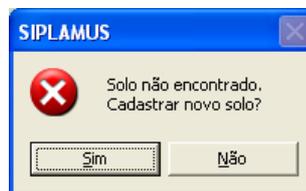


Figura 9 - Mensagem para confirmação da adição de novo cadastro de novo tipo de solo.

Após a confirmação, inicia-se o cadastro das propriedades/características do solo. As propriedades Saturação com bases (horizontes A e B) (V.A; V.B); Argila (horizontes A e B) (Arg.A; Arg.B); Capacidade de troca catiônica (horizontes A e B) (CTC.A; CTC.B); Saturação com alumínio (horizontes A e B) (M.A; M.B); Fósforo (horizontes A e B) (P.A; P.B); Saturação com sódio (SS); Condutividade elétrica (CE); Profundidade efetiva (Pf););

Razão textural (RT) e Pedregosidade (PDG), são definidos com os índices: Muito Alto – MA, Alto – A, Médio – M, Baixo – B ou Muito Baixo – MB conforme Tabela 1. A propriedade Tipo de impedimento físico (TIF) é definida com os índices: Rocha Dura – RD, Rocha Branda – RB ou Sem Impedimento – SI. As Propriedades Umidade permanente (UP) e Macroporos no solo (MP) são definidos com valores numéricos percentuais, salientando que a propriedade UP não é de grande preocupação para o usuário do software, uma vez que ela é para identificar áreas de preservação permanente do tipo brejo ou várzea. Sendo que para identificar brejos, o usuário deve colocar valores acima de 34% de UP.

Os valores de cada atributo do solo, obtidos em análises químicas, físicas, visuais ou de levantamento já existentes de solos, são convertidos para informações qualitativas através das Tabelas 1 e 2 produzidas conforme a CFSEMG (1999); RAMALHO FILHO et al. (1978).

Após caracterizar todas as propriedades, é necessário que salve os dados, clicando no botão “SALVAR”.

Os dados necessários para rodar o programa são os discutidos até o presente, a partir destas informações é possível visualizar as informações processadas através da emissão de laudos e outras informações.

4.3.3 Laudos e tabelas geradas pelo software

A seguir serão esclarecidas informações a respeito do manuseio e edição dos dados gerados a partir do cruzamento das informações que alimentaram o programa.

Na tela do menu principal (Figura 5), no painel “PRÉ-RESULTADOS”, os botões, “SOLOS”, “DECLIVIDADE” e “USO ATUAL”, dão acesso aos respectivos mapas para edição das figuras com informações importantes como o tipo de mapa, autor, localidade da propriedade, etc.

Nesse mesmo painel, ainda existe o botão “TAB. CAR. SOLOS”, que dá acesso a tabela de características dos solos (Figura 10), que é uma tela que reúne todas as características dos solos adicionados pelo usuário em linhas.

SIPLAMUS - TABELA CARACTERISTICAS QUÍMICAS

TABELA DE CARACTERISTICAS QUÍMICAS

Imprimir SAIR

SOLO	CTC.A	CTC.B	ARG.A	ARG.B	V.A	V.B	M.A	M.B	SS	CE	UP	MP	PF	TIF	RT	PDG	P.A	P.B
5	MB	MB	B	B	A	M	MB	MB	MB	MB	20	25	MA	SI	MB	MB	M	M
3	MB	MB	B	B	M	B	MB	MB	MB	MB	20	25	MA	SI	MB	MB	M	M
4	MB	MB	B	B	M	M	MB	B	MB	MB	20	25	MA	SI	MB	MB	M	M
5	MB	MB	B	B	A	M	MB	MB	B	MA	30	20	M	SI	B	MB	MB	A
6	MB	MB	B	B	M	B	MB	B	MA	MA	20	25	MA	SI	MB	MB	M	M
7	MB	MB	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	20	25	MA	SI	MB	MB	M	M
8	MB	MB	B	B	MB	MB	M	M	MB	MB	20	25	MA	SI	MB	MB	B	B
1	MB	MB	B	B	M	B	MB	B	MB	MB	20	25	MA	SI	MB	MB	M	M
2	MB	MB	B	B	MB	MB	M	M	MB	MB	20	25	MA	SI	MB	MB	M	M

SIPLAMUS 2.0 - Sistema Para Planejamento dos Múltiplos Usos do Solo.

Figura 10 - Tabela de características/propriedades dos solos cadastrados pelo usuário.

É nessa tela (Figura 10) que o usuário pode imprimir as características dos solos cadastrados, clicando no botão “Imprimir” e confirmando a impressão. O usuário também pode configurar a impressora clicando no botão ao lado esquerdo do botão de impressão.

Outro comando que o usuário pode utilizar nessa tela, é o de apagar algum solo. Para isso deve-se clicar no solo desejado e pressionar em “Del” ou “Delete”, no teclado e confirmar a exclusão. Caso o usuário queira alterar alguma característica de algum solo, clique no solo desejado e pressione o botão “Espaço” no teclado.

Voltando ao menu principal do software no painel “PRÉ-RESULTADOS”, o usuário poderá editar os mapas de Solos, Declividade, e Uso atual clicando nos botões que fazem referência ao mapa desejado. Ao clicar no botão “SOLOS”, naquele painel, o usuário abrirá uma tela (Figura 11) para que seja inserido título, autor e o número da figura do mapa, e no espaço “ÂNGULO”, é onde o usuário escreverá qual é o ângulo que o desenho faz com o norte, que é de 0° a 360° , para que o mapa fique direcionado para o norte magnético.

Os três mapas possuem comandos semelhantes, por isso o autor exemplificou apenas a Edição do Mapa de Solos (Figura 12).



Figura 11 - Tela para edição da figura do mapa de solos.

Após digitar os dados solicitados, o usuário deve clicar em “Mapa”, para que possa visualizar a figura do mapa de solo (Figura 12).

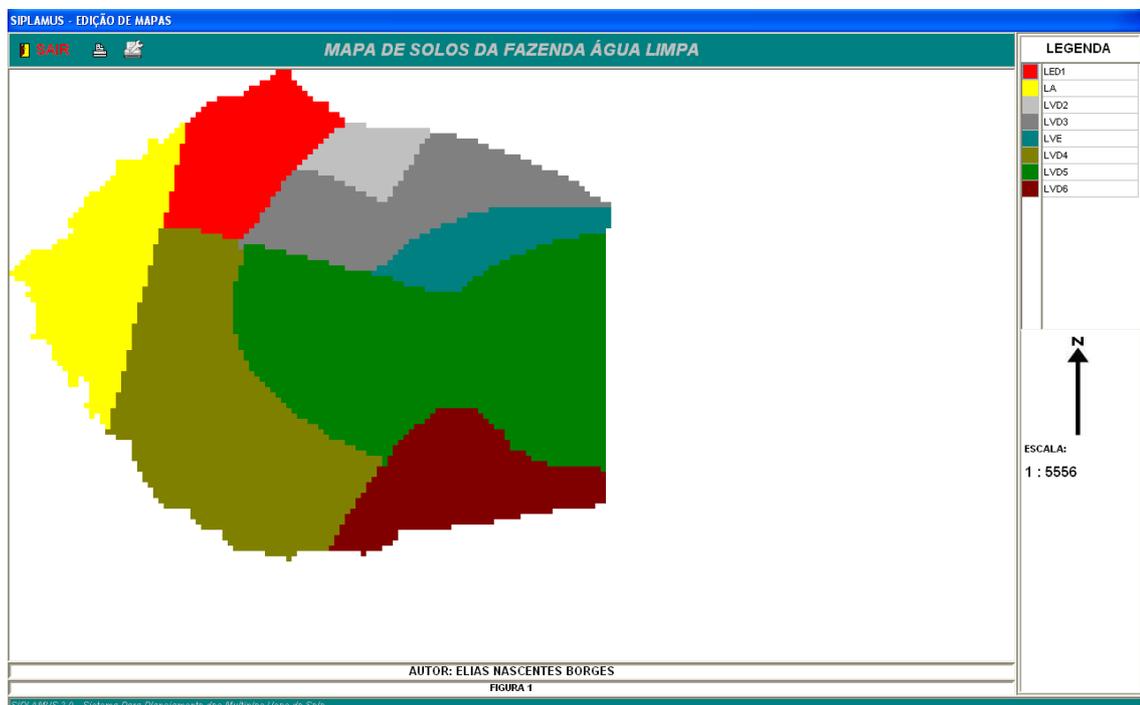


Figura 12 - Figura do mapa de solos editada e com legenda.

No canto direito da tela (Figura 12), visualiza a legenda com duas colunas. A primeira coluna apresenta a numeração do solo ou a cor atribuído a cada código do solo; a segunda coluna o usuário deverá identificar a unidade (nome) do solo. No canto esquerdo da tela, ao lado do botão “Sair”, existe o ícone de uma impressora, que ao ser clicado imprime a tela. Existe ao lado do botão “imprimir”, outro botão que ao ser clicado, permite que o usuário configure a impressora. Para editar, visualizar e imprimir os mapas de declividade e de uso atual o usuário ira proceder da mesma maneira.

4.3.4 Procedimentos de análise dos dados

No painel “Analisar Dados”, o primeiro botão a ser clicado pelo usuário deve ser “QUADRO APTIDÃO”, que cruzará todas as informações existentes no software e criará um quadro denominado de “QUADRO GERAL DE APTIDÃO AGRICOLA” (Figura 13). Os resultados desse quadro são provenientes do cruzamento dos dados adicionados no software pelo usuário, conforme Apêndice A até Apêndice O.

SIPLAMUS - QUADRO DE APTIDÃO AGRICOLA

QUADRO GERAL DE APTIDÃO AGRICOLA Imprimir SAIR

DECLV USO ATUAL |-----INTENSIDADE DAS LIMITAÇÕES-----| NOTAS DE APTIDÃO PREFERÊNCIA GRUPO FATORES LIMITANTES INT. DE USO

Solo	Declv	Uso	f.A	f.B	Al.A	Al.B	up	mp	ce	ms	pf	e	mc	C.A	C.P	PA	SV	U. Preferencial	G. Aptidão	Fatores Limitantes	Intensidade
2	RO	APP	5	5	3	3	1	3	0	1	0	4	2	r	r	r	r	APP	IX	f.A, f.B, Al.A, Al.B, mp, e, mc	ADEQUADO
2	RO	PA	5	5	3	3	1	3	0	1	0	4	2	r	r	r	r	CULTURA ANUAL	IX	f.A, f.B, Al.A, Al.B, mp, e, mc	SUBUTILIZADO
2	RS	PA	5	5	3	3	1	3	0	1	0	3	1	r	r	r	r	CULTURA ANUAL	IX	f.A, f.B, Al.A, Al.B, mp, e	SUBUTILIZADO
6	RO	APP	4	4	2	2	1	3	4	1	0	4	2	r	r	r	r	APP	IX	f.A, f.B, Al.A, Al.B, ce, mp, e, mc	ADEQUADO
6	RO	O.U	4	4	2	2	1	3	4	1	0	4	2	r	r	r	r	CULTURA ANUAL	IX	f.A, f.B, Al.A, Al.B, ce, mp, e, mc	SUBUTILIZADO
6	RS	O.U	4	4	2	2	1	3	4	1	0	3	1	r	r	r	r	CULTURA ANUAL	IX	f.A, f.B, Al.A, Al.B, ce, mp, e	SUBUTILIZADO
6	RO	C.A	4	4	2	2	1	3	4	1	0	4	2	r	r	r	r	CULTURA ANUAL	IX	f.A, f.B, Al.A, Al.B, ce, mp, e, mc	ADEQUADO
6	RS	C.A	4	4	2	2	1	3	4	1	0	3	1	r	r	r	r	CULTURA ANUAL	IX	f.A, f.B, Al.A, Al.B, ce, mp, e	ADEQUADO
2	RO	O.U	5	5	3	3	1	3	0	1	0	4	2	r	r	r	r	CULTURA ANUAL	IX	f.A, f.B, Al.A, Al.B, mp, e, mc	SUBUTILIZADO
2	RS	O.U	5	5	3	3	1	3	0	1	0	3	1	r	r	r	r	CULTURA ANUAL	IX	f.A, f.B, Al.A, Al.B, mp, e	SUBUTILIZADO
1	RO	O.U	4	4	2	2	1	3	0	1	0	4	2	r	r	r	b	CULTURA ANUAL	IX	f.A, f.B, Al.A, Al.B, mp, e, mc	SUBUTILIZADO
1	RO	C.A	4	4	2	2	1	3	0	1	0	4	2	r	r	r	b	CULTURA ANUAL	IX	f.A, f.B, Al.A, Al.B, mp, e, mc	ADEQUADO
1	RO	APP	4	4	2	2	1	3	0	1	0	4	2	r	r	r	b	APP	IX	f.A, f.B, Al.A, Al.B, mp, e, mc	ADEQUADO
1	RO	PA	4	4	2	2	1	3	0	1	0	4	2	r	r	r	b	CULTURA ANUAL	IX	f.A, f.B, Al.A, Al.B, mp, e, mc	SUBUTILIZADO

DECLIVIDADE:
 RP = Relevo Plano ou Quase Plano (<=4%)
 RS = Relevo Suave Ondulado (>4% <=12%)
 RO = Relevo Ondulado (>12% <=18%)
 RF = Relevo Forte Ondulado (>18% <=25%)
 RM = Relevo Montanhoso (>25% <=45%)
 RE = Relevo Escarpado (> 45%)

USO ATUAL:
 C.A = Cultura de Ciclo Anual
 C.P = Cultura de Ciclo Perene
 PA = Pastagens
 S.V = Silvicultura
 O.U = Outros Usos (Construções, etc)
 APP = Área de Preservação Permanente.
 RSV = Reserva Ambiental.

FATORES DE LIMITAÇÃO:
 f.A = Fertilidade no horizonte A
 f.B = Fertilidade no horizonte B
 Al.A: Toxidês de aluminio no horizonte A
 Al.B: Toxidês de aluminio no horizonte B
 up: Umidade Permanente, definindo brejo
 mp: Macroporosidade
 ce: Condutividade elétrica
 ms: Relação Umidade Permanente X Macroporosidade
 pf: Profundidade efetiva
 cc: Camada compactada
 e: Suscetibilidade à erosão
 mc: Mecanização agrícola

SIPLAMUS 2.0 - Sistema Para Planejamento dos Múltiplos Usos do Solo.

Figura 13 - Quadro geral de aptidão agrícola.

Para se ter acesso a essa tela (Figura 13), o usuário, ainda no menu principal, clica no botão “Q. GERAL APTIDÃO” no painel “Resultados”.

Nesse quadro as linhas estão divididas em cada tipo de solo para cada tipo de declividade para cada uso atual. Para cada divisão existem graus de limitações que são definidos de acordo com tabelas que são apresentadas no Apêndice A. Essas limitações são, f.A: Fertilidade no horizonte A, f.B: Fertilidade no horizonte B, Al.A: Toxidês de aluminio no horizonte A, Al.B: Toxidês de aluminio no horizonte B, up: Umidade Permanente, definindo brejo, mp: Macroporosidade, ce: Condutividade elétrica, ms: Relação Umidade Permanente X Macroporosidade, pf: Profundidade efetiva, e: Suscetibilidade à erosão, mc: Mecanização agrícola.

De acordo com o cruzamento do grau dessas limitações o software emite uma avaliação da aptidão para cada tipo de uso da terra reconhecido pelo programa, C.A: Cultura Anual, C.P: Cultura Perene, PA: Pastagem, SV: Silvicultura. Essa avaliação tem os conceitos de mb: Muito Bom, b: Bom, r: Regular, res: Restrito, inp: inapto, conforme Apêndice J até Apêndice M. Quando o tipo de uso recebe a avaliação de Muito Bom, Bom ou Regular, o software entende que aquele solo é apto a ser utilizado com aquele uso, exceto quando esse solo se enquadra em APP: Área de Preservação Permanente.

O software, após a avaliação da aptidão dos tipos de usos do solo, cruza as informações obtidas da avaliação com o Apêndice N, e emite o uso preferencial, onde se considerou uma seqüência que favorece as área de preservação permanente, culturas anuais, seguida pelas culturas perenes, pastagem e silvicultura e uso restrito (pode ser considerado como reserva ambiental, segundo a legislação, ou não). A recomendação do uso preferencial está ordenada segundo as exigências de consumo da população; também segundo o grau de intensidade de utilização econômica das terras. Por outro lado, este ordenamento coincide com o grau de exigência de qualidade das terras, iniciando-se com o uso mais exigente e, portanto, o mais difícil de satisfazer em condições naturais.

A próxima etapa que o software segue para gerar o quadro de aptidão é a codificação das Unidades de manejo, visando auxiliar o usuário na identificação dos principais problemas do solo. As unidades de manejo são uma forma de ajudar o usuário a identificar de forma mais clara, quais são os problemas encontrados no solo e que podem, ou não, ser corrigidos, dependendo de qual é o fator limitante. Para que o programa acrescente determinada limitação da lista de unidades de manejo, é necessário que essa limitação em questão tenha um grau de limitação acima de 1 (um).

E por fim, o software identifica a intensidade de uso do solo segundo o Apêndice O, onde são cruzados o uso preferencial com o uso atual do solo.

Salienta-se que esse software foi desenvolvido para ser aplicado nas terras que são utilizadas com médias e altas tecnologias, ou seja, com aplicação de capital e tecnologias pelos agricultores.

O Quadro Geral de Aptidão Agrícola, também, possui as funções de configuração de impressora e impressão.

É possível com o direcionamento do mouse buscar em cada coluna do quadro, onde o usuário encontra uma legenda explicativa de cada símbolo utilizado no quadro.

Voltando no menu principal no painel “Resultados”, o usuário encontra o botão “SOLO X DECLIVIDADE”, que dá acesso a uma planilha simples (Figura 14) onde constam para cada tipo de solo, quais são as classes de declividade existentes.

SOLO	CLASSES
2	RO, RS
6	RO, RS
1	RO, RS
7	RS, RP
4	RS, RP, RO
3	RS, RO
8	RO, RS
5	RP, RS, RO

Figura 14 - Tabela Solo x Declividade gerada pelo cruzamento das unidades dos solos pelos classes de declividade encontradas no software.

O próximo passo de análises é o botão “MAPAS FINAIS” que está no menu principal, no painel “Analisar Dados”. Essa análise é um pouco demorada, principalmente se o computador utilizado for um pouco lento e os mapas utilizados forem grandes. O autor informa ao usuário que após clicar nesse botão, aguarde um tempo até que a mensagem de finalização do processo apareça, mesmo que no canto superior esquerdo, o sistema operacional indique que o programa não está respondendo.

Os mapas emitidos após essa análise possuem o uso semelhante aos já citados, edição de Mapa de Solo (Figura 12), Mapa de Declividade e Mapa de Uso atual. Os mapas gerados para edição, são os mapas de aptidão cultura anual, aptidão para cultura perene, aptidão para pastagem, aptidão para silvicultura, uso preferencial, grupos de aptidão e intensidade de uso.

Outros resultados que o software emite, são cálculo de áreas e filtragem dos mapas, caso o usuário deseje alterar algum número do mapa por outro, que são encontrados a aba de resultados, na parte superior do menu principal.

5 CONCLUSÕES

O sistema desenvolvido ainda deve ser aprimorado futuramente, incluindo o melhoramento da inserção de dados no software, principalmente os mapas. Haverá, também, a inclusão de arquivos de ajuda mais eficientes, que facilitem a interação do usuário com a interface do programa.

Avaliações futuras com especialistas das áreas de solos e ambiental podem fornecer dados que favoreçam o aperfeiçoamento do software.

Novas versões do software serão lançadas sempre que houver melhora na precisão do acerto do software em relação à realidade.

REFERÊNCIAS

- BENNEMA, J.; BEEK, K.J.; CAMARGO, M.N. **Um sistema de classificação de capacidade de uso da terra para levantamento de reconhecimento de solos**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/FAO, 1964. 49p. Mimeografado.
- CHAGAS C. Da S.; JUNIOR, W. DE C; PEREIRA, N. R.; FILHO, E. I. F.; Aplicação de um sistema automatizado (ALES - Automated Land Evaluation System) na avaliação das terras das microrregiões de Chapecó e Xanxerê, Oeste Catarinense, para o cultivo de grãos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa , v. 30, n. 3,página: 511 , jun. 2006 . Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832006000300012&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 13 mar. 2009.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. ed. Lavras, 1999. 359 p.
- GARCIA, G. J.; ANTONELLO, S. L.; MAGALHAES, M. G. M.. Nova versão do sistema de avaliação de terras - SIAT. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p 516-529, ago. 2005 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162005000200026&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 13 mar. 2009.
- KOFFLER, N.F. Sistema **de análise ambiental para planejamento agrícola**: versão 1.0. Rio Claro: CEAPLA, 1992. 41p.
- LEMOES, H. R. S., **Sistema especialista para diagnose de doenças nas culturas da soja e do milho**. 2006, 24 f. (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- LEPSCH, I.F.; BELINAZZI, R.; BERTOLINI, D.; ESPINDOLA, C.R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 175 p.
- LEPSCH, I.F. BELLINAZZI, J.R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C.R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175p.
- PEREIRA, L.C.; SILVEIRA, A.M. da; LOMBARDI NETO, F. **Agroecologia e aptidão agrícola das terras**: as bases científicas para uma agricultura sustentável. Jaguariúna: EMBRAPA, 2006. 5 p. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Pereira_Silveira_Lombardi_AgroecologiaID-RPBGu5NYJu.pdf> Acesso em: 13 de março 2009.
- PEREIRA, L.C.; NETO, F.; TOCCHETTO, M.R.L., **Aptidão agrícola como subsídio ao uso agroecológico das terras**. Jaguariúna: EMBRAPA, 2006. 5 p. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Pereira_Lombardi_Tocchetto_aptidaoID-kaOR8TRmUa.pdf> Acesso em: 13 de março 2009.

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E.G.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Brasília, DF: EMBRAPA, 1978. 70 p.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Limitações dos solos pela fertilidade (f.A, f.B).

CTC (A; B)	V (A; B)	P (A; B)				
		MA	A	M	B	MB
MA	MA, A	0	1	2	3	4
	M	1	1	2	3	4
	B	2	2	3	4	4
	MB	3	3	3	4	4
A	MA, A	0	0	2	3	4
	M	1	1	2	3	4
	B	3	3	3	4	4
	MB	3	3	4	4	4
M	MA, A, M	1	1	2	3	4
	B	2	2	2	3	4
	MB	3	3	3	4	4
B	MA, A, M	2	2	3	4	4
	B	3	3	3	4	4
	MB	3	3	4	4	4
MB	MA, A, M	4	4	4	4	5
	B	4	4	4	5	5
	MB	5	5	5	5	5

MA = Muito Alta; A = Alta; M = Média; B = Baixo; MB = Muito Baixo; 0 = nula; 1 = ligeira; 2 = moderada; 3 = forte; 4 = muito forte; 5 = inapto; 6 = APP.

APÊNDICE B - Limitações dos solos por toxidês de alumínio (Al.A, Al.B).

CTC (A; B)	SATURAÇÃO COM ALUMÍNIO - M (A; B)				
	MB	B	M	A	MA
MA	0	1	2	3	4
A	0	1	2	3	4
M	0	1	1	4	4
B	1	1	2	4	4
MB	2	2	3	4	4

APÊNDICE C - Limitações dos solos por Condutividade Elétrica (ce).

CARACTERÍSTICA	GRAUS DE LIMITAÇÃO
SS ou CE (o maior)	
MB	0
B	1
M	2
A	3
MA	4

SS = saturação com sódio; CE = condutividade elétrica

APÊNDICE D - Limitações dos solos por saturação permanente com água (up).

UP (%)	LIMITAÇÃO
< 10	4
≥ 10 < 15	3
≥ 15 < 20	2
≥ 20 < 25	1
≥ 25 < 34	0
≥ 34	6

APÊNDICE E - Limitações do solo por percentual de macroporos (mp).

MP (%)	GRAU DE LIMITAÇÃO
≥ 30	2
≥ 25 < 30	1
≥ 20 < 25	0
≥ 15 < 20	1
≥ 12 < 15	2
≥ 10 < 12	3
< 10	5

APÊNDICE F - Limitações dos solos por percentual de Saturação Permanente com água em relação ao percentual de Macroporos. (ms).

UP	MP				
	< 10	≥ 10 < 15	≥ 15 < 25	≥ 25 < 30	≥ 30
< 10	5	2	1	1	3
≥ 10 < 15	5	1	0	0	0
≥ 15 < 20	5	1	0	1	1
≥ 20 < 34	5	3	3	3	3
≥ 34	6	6	6	6	6

APÊNDICE G - Limitações dos solos quanto à Profundidade Efetiva (pf).

Pf	NATUREZA DO IMPEDIMENTO - NI	
	RB, SI	RD
	MA	0
A	0	1
M	1	2
B	3	4
MB	3	6

RD = Rocha Dura ou similar, SI = Sem Impedimento a mais de 150 cm,
RB = Rocha Branda ou similar.

APÊNDICE H - Limitações dos solos quanto a suscetibilidade à erosão (e).

CARACTERÍSTICAS			CLASSES DE DECLIVIDADE						
Arg.A	RT	Pf.	RP	RS	RO	RF	RM	RE	
MA, A	MB,B, M	MA, A, M	0	0	1	2	4	6	
		B	1	1	2	3	4	6	
	MA, A		MB	3	3	4	5	5	6
			MA, A, M	2	2	3	4	5	6
			B	3	3	4	4	5	6
			MB	4	4	5	5	5	6
M	MB,B, M	MA, A, M	0	1	2	3	4	6	
		B	2	2	3	4	4	6	
		MB	3	3	4	5	5	6	
	MA, A		MA, A, M	2	2	3	4	4	6
			B	3	3	4	4	5	6
			MB	4	4	5	5	5	6
MB, B	MB, B,M	MA, A, M	2	3	4	4	5	6	
		B	3	3	4	4	5	6	
		MB	4	4	5	5	5	6	
	MA, A		MA, A, M	2	2	3	4	4	6
			B	4	4	5	5	5	6
			MB	5	5	5	5	5	6

APÊNDICE I - Limitações dos solos quanto à Mecanização das Operações Agrícolas (mc).

CARACTERÍSTICAS				CLASSES DE DECLIVIDADE				
Pdg	Pf	TIF	Arg.A	RP	RS	RO, RF	RM	RE
MB	MA, A, M	*	A, M, B	0	1	2	3	6
			MA, MB	1	2	3	4	6
	B, MB	RD, RB	*	1	2	3	4	6
B	MA, A, M	*	*	1	2	3	4	6
	B, MB	RD, RB	*	1	2	3	4	6
M	MA, A, M	*	*	2	3	4	5	6
	B, MB	RD, RB	*	2	3	4	5	6
A	MA, A, M	*	*	3	4	5	5	6
	B, MB	RD, RB	*	4	5	5	5	6
MA	*	*	*	5	5	5	5	6

* Não considerar.

APÊNDICE J - Classes de aptidão para culturas anuais segundo os graus de limitação dos solos.

TIPO DE LIMITAÇÃO	APTIDÃO				
	mb	b	r	res	inp
f.A	0	1 ou 2	3 ou 4	5	*
f.B	0 ou 1	2 a 4	5	*	*
Al.A	0	1 ou 2	3	4 ou 5	*
Al.B	0	1 ou 2	3	4 ou 5	*
ce	0	1 ou 2	3 ou 4	5	*
pf	0 ou 1	2 ou 3	4	5	*
up	0 ou 1	2	3 ou 4	5	6
mp	0	1	2	3 ou 4	5
e	0 ou 1	2	3 a 5	*	*
mc	0 ou 1	2 ou 3	4 ou 5	*	*
pdg	0	1	2	3	4 ou 5
ms	0 ou 1	2 a 4	5	*	6

APÊNDICE K. Classes de aptidão para cultura perene segundo os graus de limitação dos solos.

TIPO DE LIMITAÇÃO	APTIDÃO				
	mb	b	r	res	inp
f.A	0	1 ou 2	3 ou 4	5	*
f.B	0 ou 1	2 a 4	5	*	*
Al.A	0	1 ou 2	3	4 ou 5	*
Al.B	0	1 ou 2	3	4 ou 5	*
ce	0	1 ou 2	3 ou 4	5	*
pf	0	1	2	3	4 ou 5
up	0 ou 1	2	3 ou 4	5	6
mp	0	1 ou 2	3 ou 4	5	*
e	0 ou 1	2 ou 3	4 ou 5	*	*
mc	0 ou 1	2 ou 3	4 ou 5	*	*
pdg	0	1	2	3	4 ou 5
ms	0 ou 1	2 a 4	5	*	6

APÊNDICE L - Classes de aptidão para pastagens segundo os graus de limitação dos solos.

TIPO DE LIMITAÇÃO	APTIDÃO				
	mb	b	r	res	inp
f.A	0	1 ou 2	3 ou 4	5	
f.B	0 ou 1	2 a 4	5	*	*
Al.A	0	1 ou 2	3	4 ou 5	*
Al.B	0	1 ou 2	3	4 ou 5	*
ce	0	1 ou 2	3 ou 4	5	*
pf	0 ou 1	2 ou 3	4	5	*
up	0 ou 1	2 ou 3	4 ou 5	*	6
mp	0 ou 1	2 ou 3	4	5	*
e	0 ou 1	2 a 4	5	*	*
mc	0 a 2	3 ou 4	5	*	*
pdg	0 a 1	2 ou 3	4	5	*
ms	0 a 2	3 ou 4	5	*	6

APÊNDICE M - Classes de aptidão para silvicultura segundo os graus de limitação dos solos.

TIPO DE LIMITAÇÃO	APTIDÃO				
	mb	b	r	res	inp
f.A	0 ou 1	2 a 4	5	*	*
f.B	0 ou 1	2 a 4	5	*	*
Al.A	0 ou 1	2 ou 3	4	5	*
Al.B	0 ou 1	2 ou 3	4	5	*
ce	0	1 ou 2	3 ou 4	5	*
pf	0	1	2	*	3 ou 5
up	0 ou 1	2	3	4 ou 5	6
mp	0 ou 1	2 ou 3	4	5	*
e	0 a 2	3 ou 4	5	*	*
mc	0 ou 1	2 ou 3	4	5	*
pdg	0 a 2	3 ou 4	5	*	*
ms	0 ou 1	2 a 4	5	*	6

APÊNDICE N - Critério geral para recomendação do uso preferencial segundo a intensidade de uso da terra.

USO PREFERENCIAL	CONDIÇÕES
Cultura Anual	mb, b, r para Cultura Anual.
Cultura Perene	mb, b, r para Cultura Perene; res, inp para Cultura Anual.
Pastagem	mb, b, r para Pastagem, res, inp para Cultura Anual e Cultura Perene.
Silvicultura	mb, b, r para Silvicultura; res, inp para Cultura Anual e Cultura Perene e Pastagem.
Uso Restrito ou Reserva	Inp ou res para todos os usos.
APP	Limitações 6 para Proundidade Efetiva, Interação Umidade Permanente x Macroporos ou Umidade Permanente acima de 34%, ou Relevo Escarpado, com declividade acima de 45%.

APÊNDICE O – Critério geral para determinação da intensidade de uso do solo.

		RECOMENDAÇÃO						
		C.A	C.P	PA	SV	RES	APP	RSV
USO	C.A	AD	SUP	SUP	SUP	SUP	INAD	INAD
	C.P	SUB	AD	SUP	SUP	SUP	INAD	INAD
	PA	SUB	SUB	AD	SUP	SUP	INAD	INAD
	SV	SUB	SUB	SUB	AD	SUP	INAD	INAD
	APP	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD
	O.U	SUB	SUB	SUB	SUB	IND	INAD	INAD
	RSV	AD	AD	AD	AD	AD	INAD	AD

C.A = Cultura Anual; C.P = Cultura Perene; PA = Pastagem; SV = Silvicultura; RES = Restrito; APP = Área de Preservação Permanente; RSV = Reserva; O.U = Outros Usos; AD = Adequado; INAD = Inadequado; IND = Indefinido; SUB = Subutilizado; SUP = Superutilizado.