

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

VICTOR EDUARDO SLOMPO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES
GEOGRÁFICAS: Ênfase em Planejamento do Uso do Solo**

BAURU
2008

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

VICTOR EDUARDO SLOMPO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES
GEOGRÁFICAS: Ênfase em Planejamento do Uso do Solo**

MONOGRAFIA APRESENTADA À UNIVERSIDADE
DO SAGRADO CORAÇÃO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
BACHAREL EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.

BAURU

2008

Victor Eduardo Slompo

Desenvolvimento de um Sistema de Informações Geográficas: Ênfase em Planejamento do Solo / Victor Eduardo Slompo - 2008

57 p.

Orientador: Prof. Ms. Elvio Gilberto da Silva
Trabalho de Conclusão de Curso (Ciência da Computação) - Universidade do Sagrado Coração - Bauru - SP.

1. Sistema de Informações Geográficas 2. Geoprocessamento 3. Planejamento do Solo 4. Ciência da Computação I. Elvio Gilberto da Silva II. Título

VICTOR EDUARDO SLOMPO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES
GEOGRÁFICAS: ÊNFASE EM PLANEJAMENTO DO SOLO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Ciência da Computação, sob orientação do Prof. Ms. Elvio Gilberto da Silva

Banca Examinadora:

Prof. Ms. Elvio Gilberto da Silva
Orientador

Prof. Ms. Marcelo Fornazin
Membro da Banca

Prof. Ms. Richard Gebara
Membro da Banca

Bauru, 09/12/2008.

A **Deus**, pelo dom da vida e sabedoria.

Aos meus pais, **Aquiles e Rosane**, pelo amor incondicional sempre dedicado e por sempre caminharem junto de mim, torcendo pelas minhas vitórias e conquistas.

As minhas irmãs **Fabiane e Fernanda**, pela convivência e força nas minhas batalhas.

Aos meus **amigos**, pela compreensão nas minhas ausências e nos meus horários progressivamente alterados.

Ao Prof. **Elvio Gilberto da Silva**, pela orientação e dedicação ao máximo desde o início até o final, pela elaboração deste trabalho de conclusão de curso.

AGRADECIMENTOS

A **Universidade do Sagrado Coração - USC**, patrimônio que me abrigou calorosamente no decorrer de toda minha trajetória acadêmica.

Aos dirigentes da Universidade do Sagrado Coração, representados pela **Magnífica Reitora Irmã Elvira Milani**, e pelo **Chanceler Rodrigo Veras**, que não medem esforços na busca contínua de um ensino de qualidade, conceito e prosperidade.

Aos **professores do curso de Ciência da Computação**, pela base da qual eu adquiri até a presente data.

Em especial aos professores **Marcelo Fornazin, Marcio Cardim, Natalio Felipe Koffler** e **Ana Maria Penteado Bortolozzi** pela ajuda nas dúvidas que tive no decorrer do trabalho.

Aos meus **colegas de turma e amigos**, que torceram por mim nessa jornada.

Meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um Sistema de Informações Geográficas, que auxilie na elaboração de uma proposta para um melhor aproveitamento do solo, levando em conta os dados informados pelo usuário, comparando com as informações contidas dentro do banco de dados, sendo utilizado dentro da universidade no curso de Geografia. Utilizando uma metodologia de caráter exploratório, visando desenvolver o sistema através de uma mudança do que é utilizado atualmente. Em primeiro lugar, conceitua-se o que vem a ser um SIG (sua origem, características, entre outros), tratando também das áreas pertinentes ao assunto, como a cartografia (na parte de mapas), a questão do geoprocessamento, e as definições de solo, e quais são as culturas que irão fazer parte do banco de dados. Com o uso da plataforma .NET em conjunto com a ferramenta C# e o banco de dados do Microsoft SQL Server 2005, que resulta em uma combinação de uma linguagem atual com um banco de dados robusto e de uma sintaxe que é utilizada mundialmente, a SQL. Com isso chegamos ao final da proposta que é fazer do sistema uma ferramenta adequada ao mundo tecnológico acadêmico atual.

Palavras-chave: Sistema de Informações Geográficas, planejamento do solo, cartografia, geoprocessamento, C#, SQL Server 2005.

ABSTRACT

This study aims at the development of a Geographic Information System, which will help in drafting a proposal for a better use of soil, taking into account the data reported by the user, compared with the information contained within the bank of data, and use within the university in the area of Geography. Using a methodology exploratory in nature, aiming to develop the system through a change from what is used today. First, it is conceptualized what has to be a GIS (their origin, characteristics, among others), also addressing the areas relevant to the subject, such as mapping (as part of maps), the question of geoprocessing, and the definitions of soil, and what are the crops that will be part of the database. With the use of the platform .NET together with the C# language and database Microsoft SQL Server 2005, resulting in a combination of a current language with a robust database and a syntax that is used worldwide, the SQL. With that we arrive at the end of that proposal is to make the system an appropriate tool to academic art world today.

Key-Words: Geographic Information System, planning of land, cartography, geoprocessing, C#, SQL Server 2005

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Base de dados necessária para um SIG.....	17
Figura 2.2 – Base de dados espaciais de um SIG	18
Figura 2.3 – Um SIG de um modo generalizado	21
Figura 3.1 – Acesso ao Sistema.....	31
Figura 3.2 – Menu do Sistema	32
Figura 3.3 – Menu Arquivo	33
Figura 3.4 – Menu Inserir	33
Figura 3.5 – Menu Editar.....	34
Figura 3.6 – Menu Exibir	34
Figura 3.7 – Menu Ferramentas	35
Figura 3.8 – Menu Ajuda	35
Figura 3.9 – Menu Administração.....	36
Figura 3.10 – Novo Projeto.....	36
Figura 3.11 – Tela de Inserção de Solos.....	38
Figura 3.12 - Tela de Inserção de Mapa de Declividade	39
Figura 3.13 - Tela de Inserção de Mapa de Uso Atual	39
Figura 3.14 – Tela de Inserção de Características dos Solos (Parte Química)	40
Figura 3.15 – Tela de Inserção de Características dos Solos (Parte Física).....	41
Figura 3.16 – Tabela de Solos X Declividade.....	42
Figura 3.17 – Tabela de Características dos Solos.....	43
Figura 3.18 – Quadro Geral de Aptidão Agrícola	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Grupos de Aptidão.....	45
Tabela 3.2 – Limitação de Nutrientes (na, nb).....	49
Tabela 3.3 – Limitação à Alumínio (aa, ab).....	50
Tabela 3.4 – Limitação quanto à Salinidade (s)	50
Tabela 3.5 – Limitação quanto à Profundidade (p).....	50
Tabela 3.6 – Limitação quanto à Disponibilidade de Água (h)	51
Tabela 3.7 – Limitação quanto à Drenagem Interna (d)	51
Tabela 3.8 – Limitação quanto à Suscetibilidade de Erosão (e).....	52
Tabela 3.9 – Limitação quanto à Mecanização (m).....	52
Tabela 3.10 – Aptidão para Ciclo Curto (C).....	53
Tabela 3.11 – Aptidão para Ciclo Longo (L)	53
Tabela 3.12 – Aptidão para Pastagem (P)	54
Tabela 3.13 – Aptidão para Silvicultura (S)	54
Tabela 3.14 – Limitações que restringem o uso agrícola (R)	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SIG	Sistema de Informações Geográficas
USC	Universidade do Sagrado Coração
SYMAP	Mapping System
DDL	Data Definition Language
DML	Data Manipulation Language
SQL	Structured Query Language

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Situação Problema	12
1.2 Objetivos	12
1.2.1 Objetivo Geral	12
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3 Justificativa	13
1.4 Estrutura do Projeto	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 Geoprocessamento	15
2.2 Sistema de Informações Geográficas	16
2.3 Cartografia	22
2.4 Declive	24
2.5 Planejamento do Solo	24
3 METODOLOGIA	27
3.1 Linguagem C# e Orientação a Objetos	28
3.2 Banco de Dados SQL Server 2005 e a Linguagem SQL	29
3.3 Apresentação das Telas do Sistema	31
3.3.1 Menu do Sistema	32
3.3.2 Gerando Projeto	36
3.3.3 Resultados	41
4 CONCLUSÃO	46
5 REFERÊNCIAS	47
ANEXOS	49

1 INTRODUÇÃO

Dentro da área da Geografia, cada dia mais se torna importante tratar dos fatos de maneira precisa e rápida, para se ter o acesso às respostas dos problemas. Se você tem um terremoto, por exemplo, com a tecnologia adequada, se tem uma ação mais eficaz em torno de qual a intensidade, os danos relevantes nas partes afetadas, entre outros.

Com isso em mente, tem-se a hipótese de uma empresa economizar seus gastos desnecessários, ou indo para uma parte mais simplificada, uma universidade tendo que obter um *software* para o curso de Geografia, que faça seus cálculos em menos tempo, tenha uma *interface* gráfica mais agradável, trazendo assim mais benefícios aos usuários do sistema que compreendem o professor e os alunos da disciplina, dentre eles:

- Uma melhor eficácia nos resultados dos projetos;
- Rapidez no repasse do conteúdo programático para os alunos;
- Interesse maior por parte dos alunos, por estarem trabalhando com uma ferramenta que é interativa e visual, entre outros.

O sistema atualmente utilizado no curso, utiliza-se de uma tela em modo DOS no qual o usuário digita os dados através do teclado e tem após a realização dos cálculos a resposta adequada ao melhor uso do solo em questão.

O tema em questão é o desenvolvimento de um sistema, dentro do curso de Geografia da USC, para inicialmente resolver a questão de se ter um sistema atualizado, a fim de se conseguir uma melhor aula prática na obtenção dos mapas que serão digitados pelos alunos.

Para tal, é imprescindível que se consiga reunir todos os dados de uma forma organizada e coerente, tendo em mente que a área da Geografia possui na junção dos dados, devido a apenas uma coordenada diferente digitada, ter duas ou mais possibilidades de respostas a serem mostradas.

Diante da situação acima demonstrada, tem-se em vista que será necessária uma reestruturação do sistema atual, a fim de solucionar os problemas propostos pelos usuários da melhor maneira possível, trazendo para a área acadêmica da USC, um

sistema que seja compatível com as atuais universidades de grande porte de nosso país.

1.1 Situação Problema

Os problemas propostos pelos usuários, podem ser colocados da seguinte maneira, em ordem prioritária:

- Incompatibilidade com os sistemas operacionais atuais;
- Incapacidade de criar mapas de uma determinada dimensão;
- Reinicialização do sistema, diante de erros de compilação do mesmo;
- Qualidade visual baixa, comparada com as atuais versões de sistemas disponíveis nas universidades.

É importante frisar que com um sistema desatualizado, não se consegue um bom desempenho nos resultados obtidos, uma vez que em meio às falhas de compilação, tem que se voltar ao início muitas vezes para se reiniciar a digitação dos dados. Resolver a questão da incompatibilidade do em sistemas operacionais também é importante, já que atualmente surgem novas tecnologias a cada dia, não se podendo ficar atrelado a uma tecnologia antiga e suas limitações.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um *software* na área da Geografia, que elabore uma resolução de cálculos através de comparações de dados previamente gravados com os dados digitados pelo usuário, tendo assim uma resposta de qual a melhor saída para o problema proposto pelo usuário, utilizando técnicas que tenham como objetivo reduzir os re-trabalhos, tornando a pesquisa por parte do usuário mais ágil e conceptiva com a realidade do mundo atual.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Utilizar um banco de dados que seja adequado ao sistema, dando o suporte ao usuário que ele necessitar.
- Desenvolver o sistema em uma ferramenta atual e funcional, com uma linguagem mais adaptada ao mundo tecnológico atual, a fim de deixar o *software* com uma *interface* mais amigável para com o usuário e também permitir que os erros de compilação sejam menos freqüentes.
- Tornar maior a portabilidade do sistema.

1.3 Justificativa

Em qualquer sistema que seja administrado atualmente, é inadmissível que seja utilizada uma tecnologia ultrapassada, que permite assim, que ocorram falhas nas compilações, nas seguranças dos dados entre outros efeitos causados pela evolução da informática. Por esse motivo, a escolha do desenvolvimento de um *software* com base em outro já existente, melhorando seus algoritmos, suas especificações e também sua *interface*, se torna algo importante para a evolução de um pensamento que pode ter sido iniciado, mas tem de ser atualizado.

1.4 Estrutura do Projeto

Em sua primeira parte, no capítulo 1, são abordados os princípios do porque o tema é importante, tais como seus problemas, os objetivos dentro da execução do projeto, o porquê da escolha do tema, e uma introdução geral sobre o assunto.

No capítulo 2, segue a revisão da literatura, também denominada aqui de fundamentação teórica, que traz o que foi pesquisado pertinente ao assunto (SIG, cartografia, geoprocessamento e planejamento do solo), suas explicações e terminologias. Em síntese é uma introdução específica sobre o assunto, entrando um pouco mais afundo no tema do trabalho.

Em seu terceiro capítulo, os métodos e técnicas que serão utilizados para o desenvolvimento do sistema, a ferramenta a ser utilizada, o banco de dados, as telas do sistema implementado.

Por fim, um anexo contendo a base de dados utilizada para se calcular os melhores usos de solo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Atualmente, todas as áreas de estudo estão vinculadas à informática, pois dependem dela para um melhor entendimento nos casos mais complexos, e também para ajudar a não desperdiçar tempo, tornando tudo mais ágil. Seja através de cálculos mais precisos, uma melhor visão em uma imagem distorcida ou até mesmo através de um levantamento de dados para informar ao usuário um melhor manejo de terra na agricultura.

Nos dias atuais se torna inadmissível utilizar-se de meios ultrapassados para se obter respostas precisas, tornando assim a computação uma área que definitivamente não pode parar no tempo, trazendo sempre novos métodos para o aprimoramento de técnicas já existentes.

No campo da geografia, se destacam os SIGs, os quais consistem um modelo de geoprocessamento, que acaba envolvendo várias disciplinas, dentre elas: a própria geografia (na área da cartografia), ciência da computação (sensoriamento remoto), matemática (pesquisas operacionais), estatística, entre outras.

2.1 Geoprocessamento

Segundo Grossi (2006), geoprocessamento é composto da utilização de técnicas computacionais para o tratamento de informações geográficas, e tem como objetivo principal fornecer ferramentas computacionais em que sejam determinadas as evoluções espacial e temporal de um fenômeno geográfico e as inter-relações entre diferentes fenômenos.

Esse mesmo autor coloca que o geoprocessamento trata-se de uma transferência de dados do sistema real para um sistema computacional, onde essa transferência é feita através dos dados georreferenciados, ou seja, localizados na superfície terrestre e numa posição cartográfica qualquer, desde a sua aquisição até a geração de saídas, seja através de mapas, relatórios, etc. Pode-se colocar sendo geoprocessamento, uma ciência que utiliza técnicas matemáticas e computacionais

para tratamento de informações geográficas juntamente com dados alfanuméricos.

2.2 Sistema de Informações Geográficas

Almeida et al (2001) colocam que SIG, é um sistema de informação que grava, armazena e analisa as informações sobre os elementos que compõem a superfície da Terra. Um SIG pode gerar imagens de uma área em duas ou três dimensões, representando elementos naturais, junto a elementos artificiais.

Um SIG armazena os dados georreferenciados, seus atributos e sua geometria, podendo existir três maneiras de se utilizá-lo: como uma ferramenta de produção de mapas, como uma ferramenta para a análise espacial de fenômenos e como um banco de dados geográficos (MEDEIROS, 1998).

Em se tratando de SIG, podemos dizer que se trata de um ambiente informatizado, capaz de capturar, armazenar, consultar, manipular, analisar e imprimir dados referenciados espacialmente em relação à superfície da Terra. Essa tecnologia pode ser tanto utilizada dentro de um ambiente de trabalho, como também para fins didáticos em universidades, por exemplo. Suas áreas de aplicação podem ser várias, tais como: o planejamento e gerenciamento urbano (área da saúde, educação, transporte, etc), cadastramento territorial e urbano, gerenciamento de bacias hidrográficas, estudos de modificações climáticas, entre outros, conforme pode ser observado na figura 2.1.



Figura 2.1 – Base de dados necessária para um SIG
 Fonte: <http://www.fgel.uerj.br>

Um SIG é projetado para aceitar dados de uma grande variedade de fontes, incluindo mapas, fotografias de satélites, textos impressos ou estatísticas. Dentro do sistema ocorre a conversão de todos os dados geográficos em um código digital que é programado para processar as informações e, em seguida, obter as imagens (ALMEIDA et al, 2001).

Em 1963, Howard Fisher, um arquiteto e urbanista norte-americano, teve a idéia de utilizar de um computador e de seu conhecimento em cartografia em seu próprio benefício, para sua análise. A partir daí, surgia a primeira idéia do que seria um SIG, denominado SYMAP, o primeiro *software* de mapeamento divulgado com algum sucesso comercialmente, sendo utilizado não só nos EUA como na Europa e no Japão (FERREIRA, 1998).

Ferreira (1998) ainda coloca que pelo fato do SYMAP de Fisher não ser considerado um verdadeiro SIG, é considerado como o criador do SIG, Tomlinson, que trabalhava em uma companhia de reconhecimento aéreo. Em um projeto de inventário agrícola no Canadá (o qual utilizaria vários mapas, realizando várias análises), Tomlinson propõe ao administrador do Departamento Agrícola do Canadá, a realização do trabalho através das técnicas computacionais, argumentando que os trabalhos seriam mais rápidos e baratos. Com o auxílio da IBM, foi então desenvolvido o *Canadá Geographic Information System* (CGIS), considerado por muitos o primeiro Sistema de

Informação Geográfica da história.

Segundo Bortolozzi (1998), os SIGs podem ser definidos como sistemas destinados ao tratamento automatizado de dados georreferenciados, fazendo a análise dos mesmos com dados existentes, com projeções e simulações ideais e potenciais, fazendo previsões e modelos de simulação. Dessa maneira, se torna uma importante ferramenta para os profissionais das áreas que trabalham com geoprocessamento, cartografia e meio ambiente.

Ainda segundo a autora, com essa tecnologia, a partir de dados coletados de uso e ocupação de terras, é possível obter mapas que permitem comparar o uso atual do solo e o uso mais adequado. Nesse sentido, os sistemas se tornam de fundamental importância para inúmeras aplicações.

A obtenção dos dados georreferenciados, por meio de digitalização de mapas, fotos de satélite, sensoriamento remoto e levantamento de campo. Os mapas são as principais fontes de dados de um SIG, pois se trata de uma representação em escala, de uma seleção de características da terra em estudo (vegetação, declividade, etc), como pode ser observado na figura 2.2.

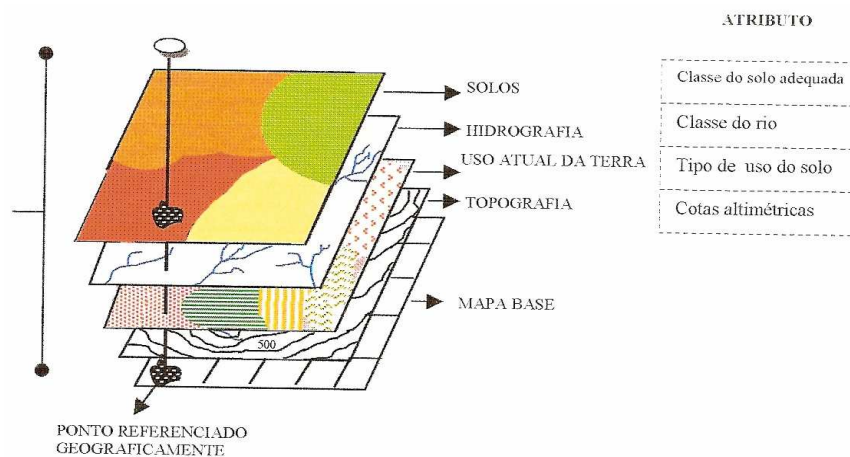


Figura 2.2 – Base de dados espaciais de um SIG

Fonte: TORNERO, M. T. **Análise Ambiental através de Sistema de Informações Geográficas (SIG), como Subsídio ao Planejamento do Município de Maringá-PR.** 168 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Área de Concentração em Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2000.

Num SIG, os dados de variabilidade espacial podem ser analisados conjuntamente com outros dados a fim de se ter uma modelagem de cenários futuros, por exemplo. A análise então pode ser resumida como sendo a recuperação dos dados, classificação e comparação. A partir dessas etapas, consegue-se tomar decisões corretas com relação à área geográfica analisada.

Considerando a importância da informática para um SIG, Silva (2000) coloca que deve existir uma base de dados integrada, georreferenciados e com controle de erro, deve conter também, funções de análise destes dados utilizando de matemática e lógica. Com isso, os sistemas que o compõem podem ser divididos em:

- Sistema de entrada de dados: processamento de imagens, digitalização de mapas, dados estatísticos, etc.
- Sistema de armazenamento de dados: banco de dados (espacial e de atributos);
- Sistema de análise de dados: análise geográfica, estatística e gerenciamento de banco de dados;
- Sistema de saída de dados: exibição cartográfica (podendo tanto ser em mapas em tela, impressora, etc).

Tornero (2000) cita que, com relação à entrada de dados nos SIGs, existem cinco maneiras:

- Via mesa digitalizadora: que é a maneira utilizada em SIGs comerciais, e consiste uma base conectada ao computador, capaz de captar e enviar os desenhos para um *software*.
- Via teclado: é a maneira mais simples, utilizada normalmente para dados não espaciais, isto é, diz respeito a atributos dos entes de natureza espacial.
- Por meio de digitalização ótica: é o processo no qual a partir de um mapa é produzida uma imagem digital através do movimento de um defletor eletrônico que percorre a superfície do mapa.
- Via caderneta de campo: através da realização de trabalhos de campo com GPS (Global Positioning System).
- Mediante a importação de dados digitais: como as fitas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), dados digitais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), etc.

O mesmo autor ressalta que, o banco de dados representa as características da superfície do terreno, sendo composto por dois elementos: um banco de dados espaciais, o qual descreve as características geográficas da superfície do terreno, e um banco de dados de atributos, o qual descreve as qualidades dessas características.

Muitos bancos de dados do SIG consistem de conjuntos de dados que são agrupados em camadas, onde cada camada representa um determinado tipo de dado geográfico. O SIG pode combinar essas camadas em uma só imagem (ALMEIDA et al, 2001).

Com a utilização de um SIG, é possível a elaboração de projetos de conservação de solos, por exemplo, pois utilizam como banco de dados base mapas de solos, fotografias de satélite, entre outros dados eficientes. Os SIGs vêm sendo utilizados não para abolir os sistemas manuais utilizados antes dele, e sim porque possuem muito mais eficiência e rapidez na sua análise (CAMPOS, 2001).

Quando se fala em SIG, acaba-se atingindo uma grande abrangência, por causa da existência de vários modelos. Mas em sua maioria, de acordo com Grossi (2006), possuem entre si alguns módulos em comum que podem ser observados na figura 2.3, detalhados como:

- Aquisição e conversão dos dados;
- Banco de dados espaciais e atributos;
- Gerenciamento de banco de dados;
- Análise geográfica;
- Processamento de imagens;
- Modelagem digital do terreno;
- Análises estatísticas;
- Apresentação cartográfica.

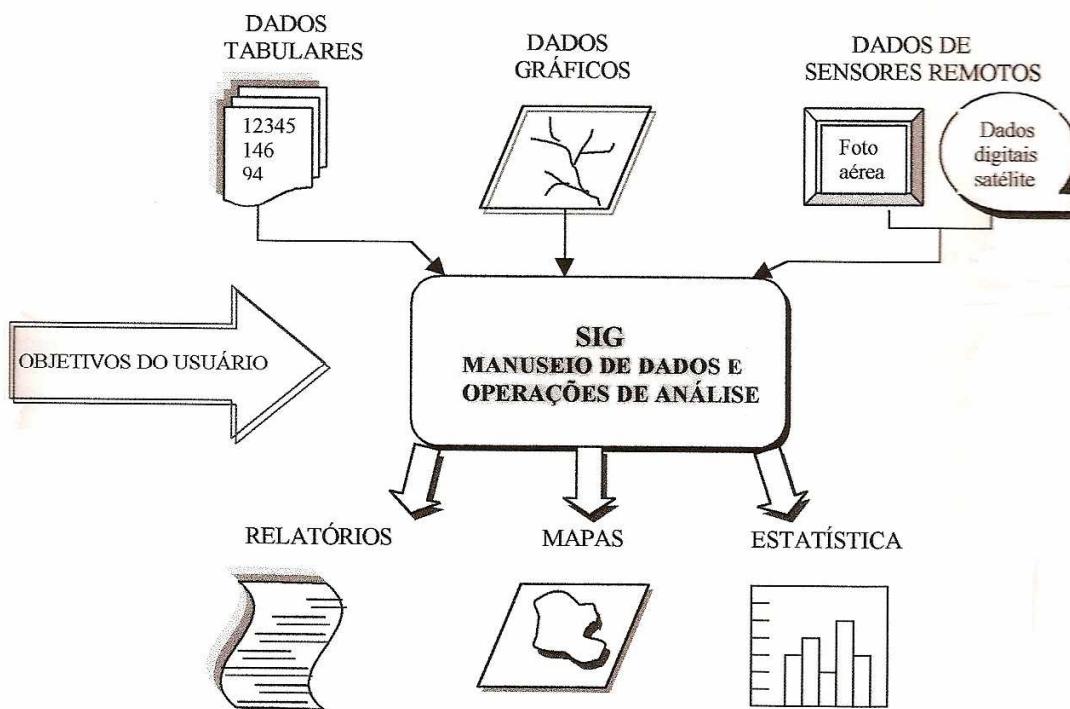


Figura 2.3 – Um SIG de um modo generalizado

Fonte: GROSSI, C. H. **Diagnóstico e Monitoramento Ambiental da Microbacia do Rio Queima-Pé, MT**. 116 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2006.

Existem dois modelos principais de representação de dados espaciais: o matricial e o vetorial. O matricial, podendo também ser chamado de *raster*, é caracterizado por uma matriz onde cada célula é associada a um conjunto de valores representando as características geográficas da região. O vetorial utiliza pontos, linhas e polígonos para representar as fronteiras das entidades geométricas, tais como estão no mapa (TORNERO, 2000).

A principal vantagem dos sistemas raster é na sua relativa simplicidade, que não exige programas muito complexos na manipulação dos dados, o que acaba facilitando a elaboração de aplicações específicas. No modelo vetorial, além de sua qualidade visual das informações, possui um nível maior de precisão, apesar de ser mais complexo do que o *raster*.

2.3 Cartografia

Quando se entra na parte de visualização dos dados do sistema, começa-se a utilizar a cartografia, que segundo a Organização das Nações Unidas em 1949, reconhecia não apenas como sendo uma das ferramentas básicas do desenvolvimento econômico, e sim como a primordial a ser utilizada antes de outras ferramentas serem colocadas em trabalho.

Segundo Almeida et al (2001) a cartografia consiste na arte e ciência que tem por objeto traçar mapas. A confecção de mapas requeria tradicionalmente:

- Habilidade para encontrar e selecionar informações sobre os diferentes aspectos da geografia;
- Técnicas e habilidades de desenho com o objetivo de criar um mapa final capaz de representar com fidelidade as informações;
- Destreza manual para desenhar as informações através do uso de símbolos, linhas e cores;
- Técnicas de desenho para simplificar os desenhos.

A cartografia apresenta-se como o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e sócio-econômicos, bem como a sua utilização (IBGE, 1998).

Segundo Oliveira (2004), a cartografia pode ser definida como a técnica de produzir mapas (representações bidimensionais da superfície terrestre), projetado num plano. Os mapas possuem uma grande importância no papel de realizar uma comunicação, para relatar os conhecimentos sobre o espaço de vivência.

Mapeamento é caracterizado como sendo um processo cartográfico que é realizado sobre uma coleção de dados, tendo por obter-se uma representação gráfica da realidade perceptível, associando símbolos e outros recursos gráficos que caracterizam a linguagem cartográfica (IBGE, 1998).

A necessidade de reduzir a proporção dos acidentes geográficos à se representar, a fim de tornar possível a representação dos mesmos em um espaço

limitado, convencionou-se o nome de escala. Portanto, escala é a relação entre a medida de um objeto ou lugar representado no papel e sua medida real (IBGE, 1998).

Das representações cartográficas colocadas pelo IBGE, destacam-se duas:

- Mapa: que tem como característica a representação plana, em escala pequena, em áreas delimitadas por acidentes naturais (bacias hidrográficas, por exemplo), e é mais destinado a fins temáticos, culturais ou ilustrativos;
- Carta: também em representação plana, porém com escala média ou grande, representa os aspectos artificiais e naturais de uma área, subdivido em folhas delimitadas por linhas (paralelos e meridianos).

Quanto à classificação de cartas e mapas, destacam-se: a cadastral, que é uma representação em escala grande, plana e com um nível de detalhamento maior, apresentando assim maior precisão geométrica; e a temática, que podem ser em qualquer escala, destinadas a um tema específico.

Almeida et al (2001) cita que existem diferentes tipos de mapas; os topográficos mostram as características naturais ou artificiais da paisagem, os temáticos mostram temas específicos e geralmente se baseiam em um mapa topográfico. Durante cinco séculos, os cartógrafos criaram os mapas em papel, porém, nos últimos trinta anos, esse procedimento mudou com a introdução dos computadores, que automatizaram as técnicas cartográficas.

Nos mapas temáticos, são expressos conhecimentos particulares de um tema, para uso geral, isto é, mapas de densidade populacional, precipitação pluviométrica, produção agrícola, fluxos de mercadorias, podem ser tomados como exemplos. Em sua elaboração, são estabelecidos limites a partir dos dados que são pertinentes ao estudo, não importando a forma pelos quais foram obtidos.

Ferreira (1998) ressalta que há muito tempo a cartografia é colocada com tendo um papel muito importante na tomada de decisões, podendo ser desenvolvidas para objetivos específicos, dessa forma elaborando os mapas temáticos, que são desenvolvidos para especialistas de diversas áreas.

2.4 Declive

Segundo Almeida et al (2001), declive é inclinação existente no relevo, que por sua vez é o contrário de aclave, sendo assim a inclinação de um trecho da superfície considerado de baixo para cima. O declive pode ser representado cartograficamente através das curvas de nível. Quando elas estão muito próximas correspondem a áreas onde o declive é mais acentuado. Quando o declive apresenta-se suave, a representação cartográfica se dá por curvas de nível mais afastadas. A declividade é medida em graus, de 0° a 90° e também pode ser expr essa em percentagem: um declive de 20% significa, por exemplo, que num trecho de 100 m a altura caiu de 20 m para zero.

A importância de se tratar da declividade dentro de um SIG, é devido ao fato de que uma percentagem alta do declive pode ocasionar a mudança da resolução do planejamento por parte do sistema.

2.5 Planejamento do Solo

Com base em Almeida et al (2001), planejamento do solo, consiste na técnica agrícola que possibilita manter ou melhorar a produtividade do solo. É a base da agricultura científica e implica em seis práticas essenciais: lavragem adequada, conservação da quantidade necessária de matéria orgânica, fornecimento de um nível conveniente de nutrientes, controle da contaminação do solo, manutenção da acidez correta do solo e controle da erosão.

Ainda segundo os autores, a conservação da matéria orgânica é importante para manter o solo em boas condições físicas, contendo a reserva integral de nitrogênio, bem como quantidades significativas de outros nutrientes, como fósforo e enxofre. Tendo em vista que a maior parte dos vegetais plantados é colhida, a matéria orgânica que normalmente reverteria ao solo com a decomposição das plantas se perde, para compensar essa perda existem vários métodos padronizados onde os dois mais importantes são: a rotação de culturas e a fecundação artificial. A manutenção de uma

acidez específica é importante na preparação do solo, com a finalidade de controlar a adaptação das diversas culturas e da vegetação nativa aos diferentes solos. O controle mecânico da erosão tem por objetivo evitar a perda da camada fértil do solo, o que constitui um dos problemas mais graves da agricultura. Quase sempre, essa perda deve-se à ação da água ou do vento sobre a superfície.

Para se avaliar as características, limitações e potencialidades de uma área são necessárias informações biológicas, geográficas e climáticas, entre outras, e é a partir desse conhecimento que se pode planejar o melhor uso de um território.

Bohrer (2000) coloca que, o solo, incluindo atributos como água, solo e vegetação, pode ser considerado como sendo o maior recurso disponível para o desenvolvimento econômico em regiões tropicais. No planejamento do uso do solo, os seus diversos atributos são analisados e avaliados tendo em vista um uso adequado e sustentável, onde as informações obtidas sobre os mesmos são a sua distribuição espacial, os padrões (forma e arranjo das unidades de recursos) e o tipo de recurso. A análise em conjunto dos padrões do solo com os fatores econômicos e sociais que afetam o uso do solo são importantes no processo de planejamento.

Ainda considerando o mesmo autor, destacam-se várias metodologias e procedimentos que são desenvolvidos e aplicados na análise dos recursos naturais, permitindo vários níveis de enfoque, de acordo com as necessidades dos responsáveis para a tomada de decisões.

No caso de se obter um planejamento do uso do solo tendo como base a utilização desse solo, Botolozzi (1998) explica que são feitas comparações com os dados da utilização da terra com os dados do SIG de como se pode utilizar a terra mais adequadamente.

São quatro tipos de cultura de solo estudados pela autora:

- Culturas de ciclo curto: são aquelas que são semeadas e colhidas dentro de um período de seis meses ou menos, correspondem as plantas herbáceas, com raízes pouco profundas (cereais e hortaliças em geral). As plantas desse ciclo são as que mais exigem do solo;
- Culturas de ciclo longo: são aquelas que têm um período desde a sua sementeira até sua colheita ultrapassando um ano, possuem as raízes

mais profundas do que as de ciclo curto (frutíferas em geral, cana-de-açúcar, café, etc). Exigem menos do solo, por conta de suas raízes, podendo ser plantadas em áreas em que ocorre erosão ou solos inclinados.

- Pastagem: são espécies de plantas rasteiras com raízes pouco profundas, cobrem o solo no qual estão geralmente durante o ano todo e não necessitam de muitos nutrientes do solo para se desenvolverem.
- Silvicultura: são formações florestais implantadas pelo homem com finalidade econômica (reflorestamento), também não exigem muito do solo onde são cultivadas e ajudam na proteção contra a erosão.

3 METODOLOGIA

Segundo Gil (1991) existem três níveis de pesquisa: a exploratória, a descritiva e a explicativa. A pesquisa de caráter exploratório tem como objetivo desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias, geralmente assumindo um tema amplo que posteriormente acaba por ter de ser delimitado para o aprofundamento da pesquisa.

Dentro do desenvolvimento de um SIG, a pesquisa de nível exploratório se encaixa da melhor forma, já que utiliza-se de uma pesquisa na área de dados da Geografia, verificando os que são mais pertinentes, combinando com os que já existem dentro de uma base de dados do sistema. Isto através do desenvolvimento de um sistema totalmente novo a partir de um modelo antigo, melhorando as suas técnicas e algoritmos.

Dencker (2002) coloca que o início da pesquisa é marcado pela pesquisa bibliográfica por meio de livros, monografias, teses de mestrado e/ou doutorado, e da internet. Através de trabalhos que se adequam ao tema em estudo, a pesquisa se torna mais contundente e rica, pois são diversas opiniões e teorias que entram em conflito para se obter uma idéia em comum.

Entende-se então que o SIG será constituído primordialmente de uma base de dados previamente gravados, tendo em seus atributos: os índices de acidez do solo, os níveis de declividade e as possíveis comparações para um melhor uso da terra. Através de uma interação com os dados digitados pelo usuário serão feitos os cálculos pertinentes.

Em tela, será requisitado ao usuário que este entre com os dados do mapa a ser pesquisado. Utilizado o mouse e o teclado, os dados são digitados em tela, sendo diferenciados pela numeração que o usuário colocar como sendo a de cada tipo de solo. Como por exemplo: é delimitado um espaço do mapa onde é colocado como sendo o solo do tipo 1 (um), logo após em outra tela do SIG é colocada a declividade do espaço, podendo este ser ou não da mesma dimensão do espaço do tipo do solo, posteriormente o usuário coloca as características do tipo do solo 1 (propriedades químicas e físicas), com os dados que o SIG possui, são realizados cálculos onde são comparados os dados do banco com os dados informados pelo usuário.

Nas comparações que o SIG desenvolve, são avaliadas as características do tipo do solo em questão (declividade X propriedades químicas/físicas X uso do solo), com as que estão no banco de dados. Através dessas comparações será gerada:

- A quantidade de limitações que o solo em questão está disposto a sofrer;
- A aptidão agrícola de cada tipo de solo de acordo com a sua declividade em questão e suas características;
- A junção dos mesmos dados em uma tabela geral, que será denominada posteriormente de Quadro Geral de Aptidão Agrícola.

3.1 Linguagem C# e Orientação a Objetos

Segundo a Almeida et al (2001), entre as vantagens da orientação a objeto podemos colocar como exemplo grandes equipes de programadores podem trabalhar em colaboração, assim um membro da equipe pode utilizar um objeto criado por outro sem necessitar de um grande aprofundamento em sua forma de funcionar; um objeto criado no Brasil pode ser utilizado por um programador do Japão, tendo esta facilidade uma grande importância no processo de globalização das empresas; um programador pode reutilizar um objeto que criou sem lembrar como o implementou e o patrimônio de software de uma empresa é válido mesmo quando um programador muda de emprego ou se aposenta. Novos programadores podem ser facilmente instruídos em como utilizar os objetos já existentes. A quase totalidade das linguagens utilizadas nas grandes e pequenas corporações hoje em dia é orientada a objetos. Entre elas podemos destacar o Delphi, Java e o C#.

Uma das grandes inovações que surgiram com a programação orientada a objetos, foi a plataforma .NET (que lê-se *dot net*), que é uma iniciativa da Microsoft em que visa uma plataforma única para desenvolvimento e execução de sistemas e aplicações. Todo e qualquer código gerado para .NET, pode ser executado em qualquer dispositivo ou plataforma que possua um *framework*: a plataforma .NET (.NET Framework). A plataforma é executada sobre uma CLR (Common Language Runtime, que em português pode se entender como Ambiente de Execução Independente de

Linguagem), interagindo assim como uma coleção de bibliotecas unificadas capazes de executar diferentes linguagens de programação que interagem entre si, tais como: VB .NET, C#, ASP .NET, entre outras.

A linguagem C# (que se pronuncia C Sharp), foi desenvolvida durante a criação da plataforma .NET e é tida como a linguagem principal, já que muitas das classe da plataforma foram desenvolvidas na linguagem. Sua criação, embora tenha sido realizada por vários programadores, é atribuída principalmente a Anders Hejlsberg, que também foi o criador do Delphi.

Uma curiosidade sobre a linguagem C# é que, durante o desenvolvimento da plataforma .NET, as *class libraries* foram escritas originalmente em uma linguagem denominada Simple Managed C (SMC). Porém, em Janeiro de 1999, quando Anders Hejlsberg fora escolhido pela Microsoft para desenvolver a linguagem, forma uma equipa desenvolvimento e dá início à criação da linguagem chamada de Cool. Um pouco mais tarde, em 2000, o projeto .NET era apresentado ao publico na Professional Developers Conference (PDC), e a linguagem Cool fora renomeada e apresentada do modo pelo qual a conhecemos atualmente, C#.

Dentre as vantagens do C#, podemos citar:

- A existência da coleta de lixo (*gabage collector*), para os objetos que estão no código fonte e não foram utilizados, alertando assim para prevenir referências inválidas;
- Ter como objetivo, simplificar a implementação no ambiente de execução, como por exemplo, não permitindo a herança múltipla, mas sim uma classe que pode implementar várias interfaces abstratas;
- Suas estruturas de dados primitivas são objetos que correspondem a tipos em .NET.

3.2 Banco de Dados SQL Server 2005 e a Linguagem SQL

Um banco de dados pode ser definido como um conjunto de dados armazenados em uma estrutura regular e que tem relações entre si. Para a organização dos dados

dentro do banco, é adotado um modelo de dados, sendo o mais utilizado atualmente o modelo relacional, que consiste em utilizar-se de tabelas, compostas por linhas e colunas.

Os bancos de dados são utilizados em muitas aplicações atualmente, abrangendo praticamente todo tipo de *software*. Podem ser utilizados em sistemas multiusuários, nos quais os usuários interagem entre si, como também em sistemas individuais, ou em *softwares* de correio eletrônico. Para garantir a segurança dentro de um banco, podem ser implementados o uso de senhas, criptografias e backup.

As transações que ocorrem para a busca dos dados dentro de um banco, dependem de quatro aspectos para que possam ser efetuadas:

- Atomicidade: todas as ações realizadas devem ser concluídas com sucesso, caso não sejam, devem ser desfeitas, caso contrário são efetivadas;
- Consistência: as operações não podem ser parciais;
- Isolamento: as transações não podem depender umas das outras para poderem operar, ou seja, nenhuma operação, em um mesmo sistema, deve interferir na transação de outra operação;
- Durabilidade: os dados alterados após uma transação não podem ser desfeitos, somente através de outra transação.

SQL é uma linguagem de computador destinada à manipulação de bancos de dados relacionais. O departamento de pesquisas da IBM desenvolveu a SQL como forma de interface para o sistema de banco de dados relacional denominado System R no início da década de 1970. Em 1986 o *American National Standard Institute* (ANSI) publicou um padrão SQL oficial. Daí em diante a linguagem tornou-se a linguagem padrão de bancos de dados relacionais (ALMEIDA et al, 2001).

Ainda segundo os autores, a linguagem SQL apresenta uma série de comandos que permitem a definição dos dados chamada de DDL (em português, Linguagem para Definição de Dados), composta por comandos para criação de bancos de dados, tabelas e das relações existentes entre estas últimas. Também existem comandos da série DML (em português, Linguagem para Manipulação de Dados), destinados a consultas, inserções, exclusões e alterações em um ou mais registros de uma ou mais tabelas simultaneamente. Por último existe uma subclasse de comandos de controle.

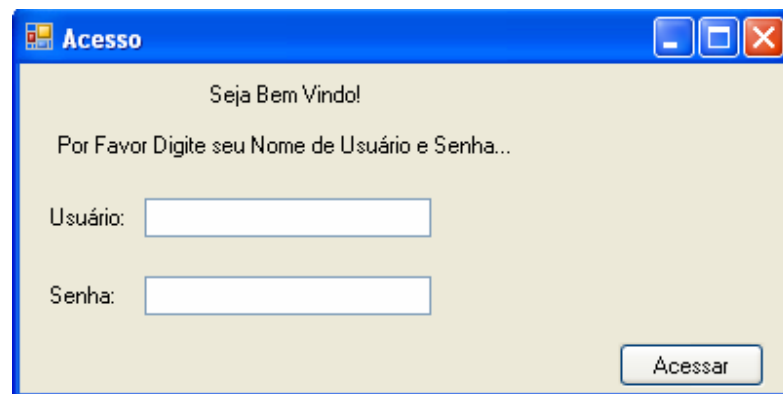
Também tem como grande virtude sua capacidade de gerenciar índices sem a necessidade de um controle individualizado do índice corrente, algo muito comum nas linguagens de manipulação de dados do tipo registro a registro. Outra característica muito importante é a capacidade de construção de visões que são formas de visualizar os dados na forma de listagens independentes das tabelas e organização lógica dos dados. Outra facilidade é a capacidade de cancelar uma série de alterações ou de gravar todo o conjunto de mudanças depois de iniciada uma seqüência de atualizações.

Dentre os bancos de dados que utilizam a linguagem SQL, está o Microsoft SQL Server 2005, que trata-se de uma plataforma abrangente de banco de dados a qual fornece recursos de gerenciamento de dados de classe empresarial com ferramentas de BI (*Business Intelligence*) integradas. Seu mecanismo de banco de dados oferece um armazenamento mais seguro e confiável tanto para dados relacionais quanto estruturados, permitindo a criação e o gerenciamento de aplicativos de dados altamente disponíveis e eficientes.

A total integração com o Microsoft Visual Studio (o qual trata da plataforma .NET), o Microsoft Office System e um conjunto de novas ferramentas de desenvolvimento da Microsoft, tornam do SQL Server 2005 um sistema de gerenciamento de banco de dados forte.

3.3 Apresentação das Telas do Sistema

O acesso ao sistema se dá através da tela de *Login*, correspondente a figura 3.1.



A captura de tela mostra uma janela de aplicativo com o título "Acesso". O conteúdo da janela é o seguinte:

- Seja Bem Vindo!
- Por Favor Digite seu Nome de Usuário e Senha...
- Usuário: [campo de texto]
- Senha: [campo de texto]
- [Botão Acessar]

Figura 3.1 – Acesso ao Sistema

Nesse momento, dá-se o acesso ao sistema, que será passado por:

- Usuário: Campo onde o usuário digita seu nome de usuário;
- Senha: Campo onde será digitada a senha do nome de usuário;
- Acessar: Botão que fará a verificação da autenticidade de Usuário e Senha e dará acesso ao sistema.

3.3.1 Menu do Sistema

A primeira tela logo após a execução do *login* do usuário será a tela do menu, na qual contém os passos necessários para a criação do projeto, conforme pode ser observado na figura 3.2.

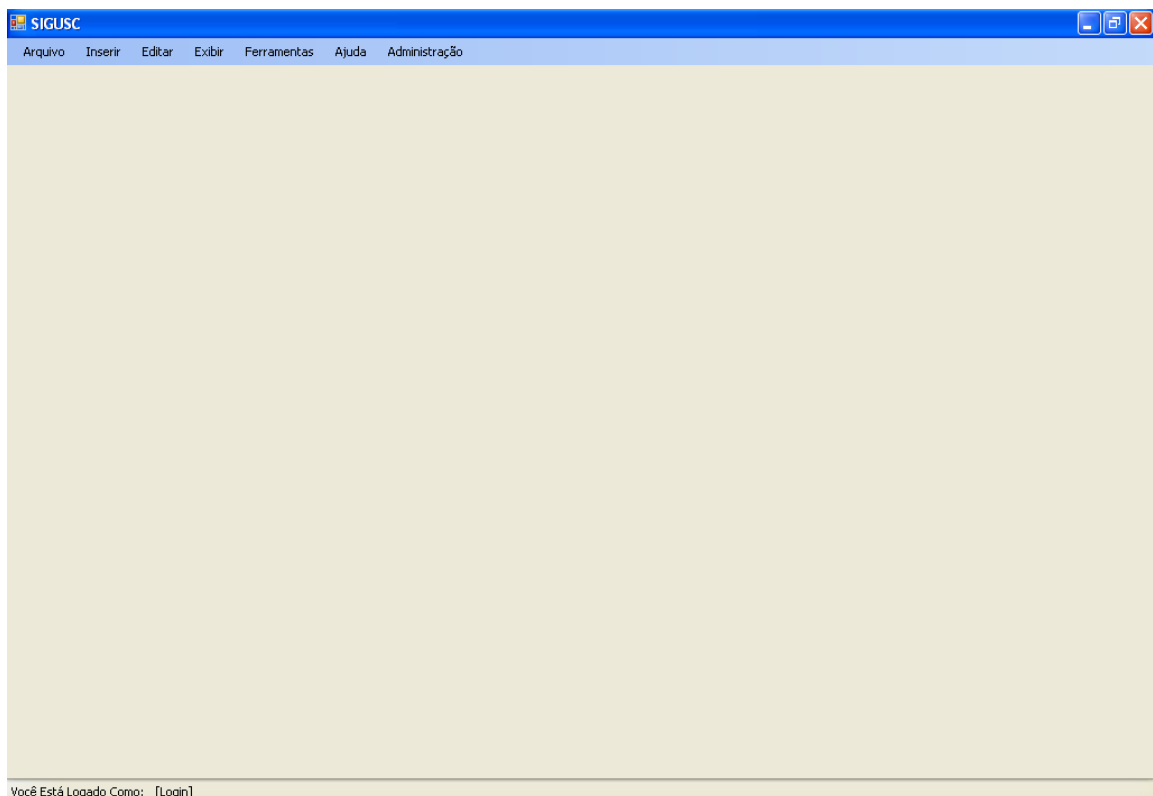


Figura 3.2 – Menu do Sistema

No menu **Arquivo**, o usuário encontrará as opções básicas para começar a utilização do sistema bem como também a saída de impressão, conforme a figura 3.3.

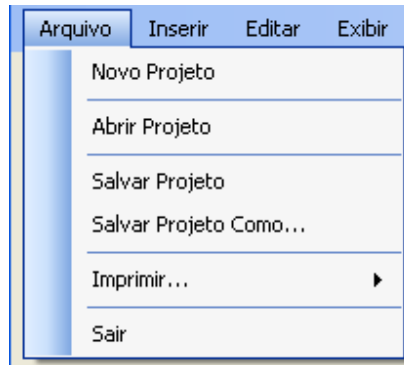


Figura 3.3 – Menu Arquivo

Uma breve explicação sobre os menus:

- Novo Projeto: Habilita o sistema a criar um novo projeto iniciado do zero;
- Abrir Projeto: Possibilita ao usuário abrir um projeto existente para possíveis modificações ou mesmo visualizações;
- Salvar Projeto: Salva o projeto com o nome que o usuário escolher;
- Salvar Projeto Como... : Dá a opção do usuário salvar o projeto com um nome diferente ou em outro local da máquina;
- Imprimir: Possibilita a opção do usuário imprimir os mapas gerados pelo sistema;
- Sair: Sai do sistema.

No menu **Inserir**, encontram-se as opções conforme a figura 3.4 detalha.

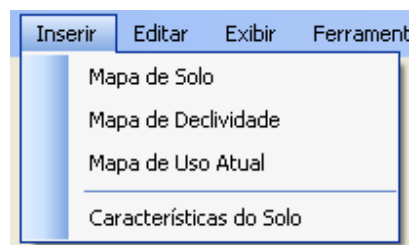


Figura 3.4 – Menu Inserir

Cada opção do menu Inserir tem como objetivo:

- Mapa de Solo: Inserir um mapa com os tipos de solo;

- Mapa de Declividade: Inserir um mapa com as classes de declividade encontradas;
- Mapa de Uso Atual: Inserir um mapa com a utilização atual do solo pesquisado no projeto;
- Características do Solo: Inserir as características dos solos presentes no projeto;

O menu **Editar** tem como base a função de editar as legendas e títulos dos mapas gerados pelo sistema e editar também os mapas digitados pelo usuário, bem como a figura 3.5.

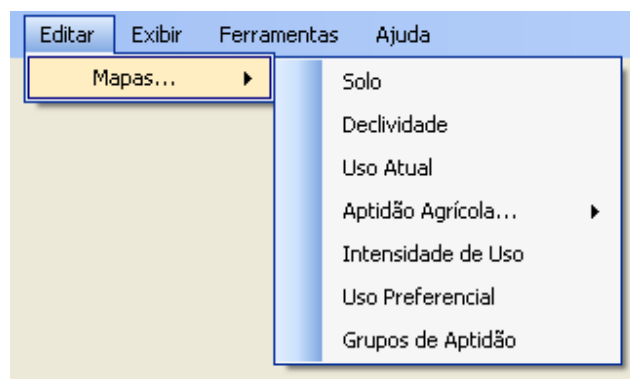


Figura 3.5 – Menu Editar

Já o menu **Exibir** mostra para o usuário as seguintes opções conforme a figura 3.6.

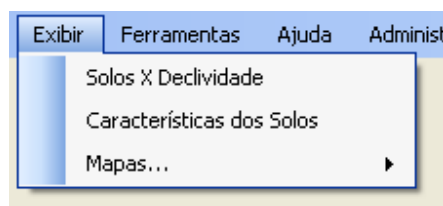


Figura 3.6 – Menu Exibir

Cada opção do menu da figura acima tem como finalidade:

- Solos X Declividade: Mostrar uma tabela contendo os tipos de solos e os tipos de declividade encontrados no mesmo;

- Características dos Solos: Mostra uma tabela contendo as características informadas pelo usuário dos tipos de solo que ele também digitou;
- Cálculo da Área: Permite mostrar ao usuário o cálculo da área dos mapas do sistema.

O menu **Ferramentas** possui as seguintes opções, conforme figura 3.7.

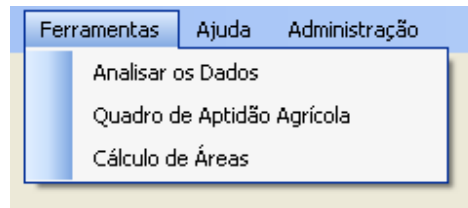


Figura 3.7 – Menu Ferramentas

Cada opção corresponde à:

- Analisar os Dados: Faz com que o sistema analise os dados informados pelo usuário com os dados que ele possui em seu banco de dados;
- Quadro de Aptidão Agrícola: É um quadro gerado após a análise dos dados que mostra as limitações para cada tipo de solo.

O menu **Ajuda** corresponde à figura 3.8.

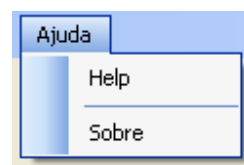


Figura 3.8 – Menu Ajuda

As opções são as seguintes:

- Help: Uma ajuda básica dos comandos do sistema;
- Sobre: Traz um resumo do programador do sistema e contato para suporte.

O menu **Administração**, só poderá ser acessado pelo usuário que estiver cadastrado como o administrador do sistema, é o único menu que possui tal diferenciação, conforme a figura 3.9.

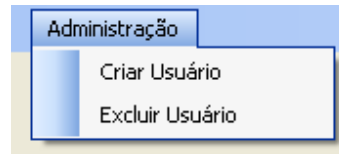


Figura 3.9 – Menu Administração

As opções são as seguintes:

- Criar Usuário: permite ao administrador criar um usuário para o acesso ao sistema;
- Excluir Usuário: permite ao administrador excluir o usuário que ele deseja.

3.3.2 Gerando Projeto

Após o usuário realizar o login, ele agora usará a opção do Arquivo > Novo Projeto, sendo que após o procedimento, ele deve preencher os dados conforme na figura 3.10.

 A imagem mostra uma janela de diálogo intitulada 'Novo Projeto...'. No topo, há uma barra azul com o ícone de uma pasta e os botões de minimizar, maximizar e fechar. O conteúdo da janela é o seguinte:

- Um campo de texto rotulado 'Digite o Nome do Projeto:'.
- Uma seção rotulada 'Escolha a Escala:' com três opções de radio button: '125 pixels/cm', '250 pixels/cm' e '500 pixels/cm'.
- Três campos de texto rotulados 'Digite o Número de Colunas:', 'Digite o Número de Linhas:' e 'Digite a Quantidade de Solos:'.
- Um botão 'Concluir' no canto inferior direito.

Figura 3.10 – Novo Projeto

A tela da figura 3.10 mostra os campos que o usuário terá de completar sendo os seguintes:

- Digite o Nome do Projeto: é o local onde será colocado o nome do projeto sendo que, não pode ser deixado em branco, sendo assim passível de verificação;

- Escolha a Escala: é o campo que o usuário optará por escolher entre 3 escalas de acordo com o mapa que têm em mãos, sendo indispensável a escolha de ao menos uma;
- Digite o Número de Colunas: corresponde ao campo onde serão digitadas as quantidades de colunas que os mapas terão, sendo que serão aceitos somente números não aceitando valores nulos;
- Digite o Número de Linhas: corresponde ao campo onde serão digitadas as quantidades de linhas que os mapas terão, sendo que serão aceitos somente números não aceitando valores nulos;
- Digite a quantidade de Solos: corresponde ao campo onde serão digitados a quantidade de tipos de solos que o projeto terá;
- Concluir: é o botão que levará para a partida do projeto, nele são realizadas as verificações necessárias e o avanço do sistema.

Após a inserção dos dados principais do projeto, o usuário usará a tela de Inserção de Mapa de Solos, que é o local onde serão digitados os números correspondentes aos tipos de solos encontrados na região do projeto estudado. A tela corresponde a figura 3.11.

Digite os tipos de solos do mapa na tabela abaixo:
Obs: São válidos somente números no intervalo de 0 a 15.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															

Salvar


Figura 3.11 – Tela de Inserção de Solos

Nessa parte do sistema, a tabela é gerada pelos números de linhas e colunas digitados pelo usuário na tela de **Novo Projeto**. Aqui são digitados os tipos de solos e feitas as validações necessárias, tal como a dos números digitados, não sendo permitidos números fora do intervalo entre 0 e a quantidade de tipos digitados pelo usuário no início do projeto e também letras. Informações essas que são disponibilizadas na parte superior da tela. Após o término da digitação, o usuário clica no botão **Salvar** e seu Mapa de Solos estará salvo no banco.

Na digitação das classes das declividades do projeto e do mapa de uso atual, os processos são os mesmos, conforme podem ser observados nas figuras 3.12 e 3.13.

Inserir Mapa de Declividade...

Digite as classes de Declividade encontradas na tabela abaixo:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
	1	1	1	1	1	1									


Obs: As classes variam de 1 a 6, sendo:
 1 = Plano ou Quase Plano 4 = Forte Ondulado
 2 = Suave Ondulado 5 = Montanhoso
 3 = Ondulado 6 = Escarpado

Salvar

Figura 3.12 - Tela de Inserção de Mapa de Declividade

Inserir Mapa de Uso Atual...

Digite números que correspondam ao Uso Atual do solo na tabela abaixo:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	5	5	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	5	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	5	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	5	5	5	1	1	1	1								

Obs: Os números podem variar de 1 a 6, sendo:
 1 = Ciclo Curto 4 = Silvicultura
 2 = Ciclo Longo 5 = Outros Usos
 3 = Pastagem 6 = Área Urbana

Salvar

Figura 3.13 - Tela de Inserção de Mapa de Uso Atual

As diferenças variam na forma como são feitas as validações: na parte de declividade (Figura 3.12), os números digitados além de não poderem ter mais de um dígito, tem de estar no intervalo de 1 a 6; e na parte de uso atual do solo (Figura 3.13), também devem estar no intervalo de 1 a 6. Em ambas as telas as legendas estão dispostas na parte inferior para a melhor compreensão do usuário, e será aceito o dígito 0 nas regiões nulas.

Após os passos descritos, serão digitadas as características dos tipos de solos encontrados, variando entre químicas e físicas, conforme as figuras 3.13, e 3.14.

The screenshot shows a software window titled "Inserir Características dos Solos...". At the top left, there is a dropdown menu labeled "Escolha o Solo:". Below this, there are two tabs: "Características Químicas" (selected) and "Características Físicas". The "Características Químicas" tab contains a list of seven chemical characteristics, each with a corresponding "Gradação" dropdown menu:

- Saturação com Bases no Horizonte A (Va):
- Saturação com Bases no Horizonte B (Vb):
- Saturação com Alumínio no Horizonte A (SAa):
- Saturação com Alumínio no Horizonte B (SAb):
- Saturação com Sódio (SS):
- Capacidade de Troca Catiônica no Horizonte A (CTCa):
- Capacidade de Troca Catiônica no Horizonte B (CTCb):

Below the list, there is a section titled "Legendas das Gradações:" with the following values:

1 = Muito Baixo	6 = Sem Impedimento	11 = Não Expansiva
2 = Baixo	7 = Rocha Dura	
3 = Moderado	8 = Lençol Freático	
4 = Alto	9 = Rocha Branda	
5 = Muito Alto	10 = Expansiva	

A "Salvar" button is located at the bottom right of the dialog box.

Figura 3.14 – Tela de Inserção de Características dos Solos (Parte Química)

Inserir Características dos Solos...

Escolha o Solo:

Características Químicas | **Características Físicas**

	Gradação
Profundidade Efetiva:	<input type="text"/>
Natureza do Impedimento Físico:	<input type="text"/>
Razão Textural:	<input type="text"/>
Natureza das Argilas:	<input type="text"/>
Pedregosidade:	<input type="text"/>
Condutividade Elétrica:	<input type="text"/>
Argila no Horizonte A:	<input type="text"/>
Argila no Horizonte B:	<input type="text"/>

Legendas das Gradações:

1 = Muito Baixo	6 = Sem Impedimento	11 = Não Expansiva
2 = Baixo	7 = Rocha Dura	
3 = Moderado	8 = Lençol Freático	
4 = Alto	9 = Rocha Branda	
5 = Muito Alto	10 = Expansiva	

Salvar

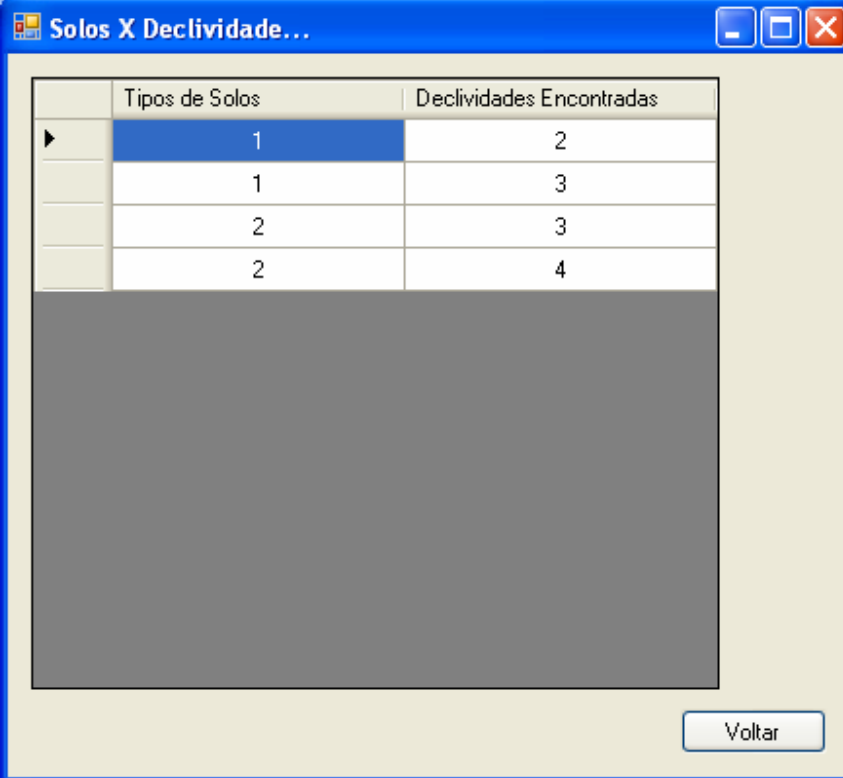
Figura 3.15 – Tela de Inserção de Características dos Solos (Parte Física)

Nessas duas telas (figuras 3.14 e 3.15), o usuário deve escolher um dos tipos de solo digitados no mapa no campo Escolha o Solo, e depois passar para os campos seguintes onde serão digitadas as graduações das propriedades físico/químicas dos solos, variando de 6 a 9 (natureza do impedimento físico), 10 ou 11 (natureza das argilas) e de 1 a 5 no restante dos casos, conforme a legenda na parte inferior da tela. Não são permitidas letras e nem outros números que fujam da regra de graduação, sendo feitas essas validações e outras posteriores, assim que o usuário clicar no botão Salvar.

Após o usuário passar pelo processo completo de digitação das informações, ele deverá clicar no menu Ferramentas > Analisar Dados, e assim poderá obter seus resultados.

3.3.3 Resultados

Os resultados provenientes do clique no menu Analisar os Dados, começam pela liberação do menu Exibir, com a opção Solos X Declividade, correspondente a figura 3.16.



	Tipos de Solos	Declividades Encontradas
▶	1	2
	1	3
	2	3
	2	4

Voltar

Figura 3.16 – Tabela de Solos X Declividade

Nela são demonstrados os tipos de solos encontrados (digitados pelo usuário), e as declividades encontradas dentro da região do tipo do solo correspondente.

A próxima opção liberada é a da consulta da tabela de Características dos Solos, conforme representa a figura 3.17.

Tabela de Características dos Solos...

Solos	Va	Vb	CTCa	CTCb	SAa	SAb	SS	CE	PE	NI	ARGa	ARGb
1	4	2	2	2	2	3	2	2	3	7	1	3
2	4	1	4	2	2	2	2	1	3	7	2	1
1	4	2	2	2	2	3	2	2	3	7	1	3
1	4	2	2	2	2	3	2	2	3	7	1	3
2	4	1	4	2	2	2	2	1	3	7	2	1
2	4	1	4	2	2	2	2	1	3	7	2	1

Legendas:

1 = Muito Baixo	4 = Alto	7 = Rocha Dura	10 = Não Expansivas
2 = Baixo	5 = Muito Alto	8 = Rocha Branda	11 = Expansivas
3 = Moderado	6 = Sem Impedimento	9 = Lençol Freático	* = Dados Não Fornecidos

Voltar

Figura 3.17 – Tabela de Características dos Solos

Na figura, são demonstradas as características químicas e físicas digitadas pelo usuário, e seus tipos de solos correspondentes.

No menu ferramentas, a opção Quadro Geral de Aptidão Agrícola, é a base fundamental do sistema, pois nela, o usuário tem as qualificações do solo, levando em conta a declividade e as características digitadas por ele anteriormente, conforme a figura 3.18.

Quadro Geral de Aptidão Agrícola...

	Solo	Declividade	na	nb	aa	ab	s	p	h	d	e	m	C	L	P1	S1	Uso Preferencial	Grupo de Aptidão
▶	1	3	1	3	1	1	1	2	3	0	3	3	r	r	r	r	C	5
	2	4	0	4	1	1	1	2	4	0	3	4	i	i	r	r	P	7

Legendas:

na, nb = Nutrientes nos Horizontes A e B	e = Suscetibilidade de Erosão	A = Regular	3 = Forte
aa, ab = Alumínio nos Horizontes A e B	m = Mecanização	B = Boa	4 = Muito Forte
s = Salinidade	C = Ciclo Curto	C = Restrito	5 = Excessiva
p = Profundidade	L = Ciclo Longo	0 = Nula	* = Dados Não Informados
h = Disponibilidade de Água	P = Pastagem	1 = Ligeira	
d = Drenagem	S = Silvicultura	2 = Moderada	

Voltar

Figura 3.18 – Quadro Geral de Aptidão Agrícola

As características constantes no quadro geral de aptidão agrícola, são resultantes de cálculos que serão posteriormente descritos, no módulo de Base de Dados. As variações vão de 0 a 5 (nula, ligeira, moderada, forte, muito forte e excessiva), e compreendem:

- na e nb: limitações de nutrientes nos horizontes A e B;
- aa e ab: limitações quanto a quantidade de alumínio nos horizontes A e B.
- s: limitação quanto à salinidade;
- p: limitação quanto à profundidade;
- h: limitação quanto à disponibilidade de água do solo;
- d: limitação quanto à drenagem interna do solo em questão;
- e: limitação quanto à suscetibilidade de erosão;
- m: limitação quanto à utilização da mecanização do solo.

Após realizados os cálculos das limitações, são feitos os procedimentos para se verificar qual a melhor maneira de se utilizar o solo, seja ela para ciclo curto (C), ciclo

longo (L), pastagem (P) ou silvicultura (S), sendo classificados em b (bom), r (regular) ou i (restrito). De acordo com combinações prévias, esclarecidas na tabela 3.1, calculam-se também os grupos de aptidão, que variam de 1 a 10.

Grupo de Aptidão	Tipos de Aptidão			
	Ciclo Curto (C)	Ciclo Longo (L)	Pastagem (P)	Silvicultura (S)
1	b	b	b	b
2	r	b	b	b
3	r	r	b	b
4	r	r	r	b
5	r	r	r	r
6	i	r	r	r
7	i	i	r	r
8	i	i	i	r
9	i	i	i	i
10	Outras Combinações			

Tabela 3.1 – Grupos de Aptidão

4 CONCLUSÃO

A implantação de um Sistema de Informações Geográficas seja na área comercial, ou na área acadêmica como é o caso do SAMPA Beta, se torna importante visto que em um mundo repleto de transformações tais como: a sustentabilidade do meio ambiente, aquecimento global, entre outras; a informatização de tarefas é cada vez mais indispensável para não se perder tempo com processos manuais.

O curso de Geografia da USC tem muito a ganhar com a renovação de uma tecnologia, que até então, estava ultrapassada, considerando que os alunos e nem o professor tinham de conviver com as falhas de compilação do programa em vigência, ou com as suas limitações, que vão desde a entrada de dados até a *interface* gráfica.

Com a implantação deste projeto, o curso não ganha somente uma nova ferramenta para suas aulas teóricas, e sim uma visão prática da situação real dentro da área de Agronomia, podendo assim despertar nos alunos o ponto de partida para tal área que no Brasil tende a crescer cada vez mais com a expansão de nossos cultivos e pela dimensão do nosso território.

5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. ; et al. **Enciclopédia Microsoft® Encarta® 2001**. Microsoft, 2001 CD-ROM. Produzida por Microsoft Corporation.

BOHRER, C. B. A. **Vegetação, Paisagem e Planejamento do Uso da Terra**. GEOgraphia, Ano II, n.º 4, p. 103-120, 2000.

BORTOLOZZI, A. M. P. **Análise do Uso das Terras da Bacia do Ribeirão Pederneiras (SP) Através de Técnicas Automatizadas**. 120 f. Tese (Mestrado em Projeto, Arte e Sociedade/Área de Concentração: Planejamento Urbano e Regional – Assentamentos Humanos) Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP, Bauru, 1998.

CAMPOS, S. P. **Planejamento Agroambiental de uma Microbacia Hidrográfica Utilizando um Sistema de Informações Geográficas**. 137 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2001.

DENCKER, Ada de Freitas Maneti. **Pesquisa e interdisciplinaridade no Ensino Superior: uma experiência no Curso de Turismo**. São Paulo: Aleph, 2002. 111p.

FERREIRA, L. M. **O Nascimento dos SIG**. 1998. Disponível em: <<http://w3.ualg.pt/~tpanago/SIGOrigem.htm>>. Acessado em 23/abr/2008.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1991. 207 p.

GROSSI, C. H. **Diagnóstico e Monitoramento Ambiental da Microbacia do Rio Queima-Pé, MT**. 116 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2006.

IBGE. **Noções Básicas de Cartografia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. 127 p.

KOFFLER, N. F.; et al. **SAMPA: Sistema de Análise Ambiental para Planejamento Agrícola (Versão 2.0)/Manual do Usuário**. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1995. 35 p.

MATTAR, João. **Metodologia Científica na Era da Informática**. 3.ed. São Paulo: Saraiva. 2008.

MEDEIROS, G. B. **Planejamento do uso da Terra**. In: MANUAL agropecuário para o Paraná. Londrina: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, 1978. p. 29-36.

MICROSOFT, **Microsoft SQL Server 2005**. Disponível em: <<http://www.microsoft.com/brasil/servidores/sql/2005/default.aspx>>. Acessado em 31/out/2008.

MICROSOFT, **Visual C# - Developer Center**. Disponível em: <<http://www.microsoft.com/brasil/msdn/csharp/default.aspx>>. Acessado em 31/out/2008.

SILVA, A. B. **Sistemas de Informações Geo-referenciados (SIG): conceitos e fundamentos**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2000. 240 p.

TORNERO, M. T. **Análise Ambiental através de Sistema de Informações Geográficas (SIG), como Subsídio ao Planejamento do Município de Maringá-PR**. 168 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Área de Concentração em Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2000.

ANEXOS

A base de dados, pela qual o sistema faz as comparações necessárias para a classificação dos solos em bom, regular ou restrito para tal cultura, segue das tabelas 3.2 até 3.10. Para o melhor entendimento das tabelas, considera-se que em todas:

- MA = Muito Alto;
- A = Alto;
- M = Moderado;
- B = Baixo;
- MB = Muito Baixo;
- 0 = Nula;
- 1 = Ligeira;
- 2 = Moderada;
- 3 = Forte;
- 4 = Muito Forte;
- 5 = Excessiva;
- * = Não Considerar.

Para se calcular a limitação quanto à quantidade de nutrientes, tanto no horizonte A como no B, segue a tabela 3.2, onde se comparam os índices de CTC (capacidade de troca catiônica) e V (saturação com bases).

CTC (a, b)	Saturação com Bases V (a, b)				
	MA	A	M	B	MB
MA	0	0	1	2	3
A	0	0	1	2	3
M	0	0	1	2	3
B	0	1	2	3	4
MB	1	2	3	4	5

Tabela 3.2 – Limitação de Nutrientes (na, nb)

Para se calcular a limitação quanto à quantidade de alumínio no solo, tanto no horizonte A como no B, segue a tabela 3.3, na qual se comparam os índices de CTC (capacidade de troca catiônica) e As (saturação com alumínio).

CTC (a, b)	Saturação com Alumínio Sa (a, b)				
	MA	A	M	B	MB
MA	0	1	2	3	4
A	0	1	2	3	4
M	0	1	1	2	3
B	0	1	1	2	3
MB	0	1	1	2	3

Tabela 3.3 – Limitação à Alumínio (aa, ab)

Para se calcular a limitação quanto à salinidade, segue a tabela 3.4, sendo que se considera o maior índice, ou de SS (saturação com sódio) ou de CE (condutividade elétrica).

SS ou CE	Graus de Limitação
MB	0
B	1
M	2
A	3
MA	4

Tabela 3.4 – Limitação quanto à Salinidade (s)

Já para se calcular a limitação quanto à profundidade, segue a tabela 3.5, onde são levados em conta os índices de PE (profundidade efetiva) e NI (natureza do impedimento).

PE	Natureza do Impedimento Físico NI	
	SI, RD ou LF	RB
MA	0	0
A	1	0
M	2	1
B	3	2
MB	4	3

Tabela 3.5 – Limitação quanto à Profundidade (p)

Para se calcular quanto à disponibilidade de água, se consideram 3 índices: PE (profundidade efetiva), ARGb (argila no horizonte B) e NI (natureza do impedimento), seguindo a tabela 3.6.

PE	ARGb	Natureza do Impedimento Físico NI		
		SI ou RD	LF	RB
MA ou A	MA ou A	1	1	1
	M	2	2	2
	B	3	3	3
	MB	4	4	4
M	MA ou A	2	0	1
	M	3	1	2
	B	4	2	3
	MB	4	3	4
B	MA ou A	3	0	2
	M	4	0	3
	B	4	1	4
	MB	4	2	4
MB	*	4	0	3

Tabela 3.6 – Limitação quanto à Disponibilidade de Água (h)

Para se calcular a limitação quanto à drenagem interna, se utilizam os índices de PE (profundidade efetiva), NI (natureza do impedimento) e RT (razão textural), sendo que, considera-se o índice que tiver o maior grau após o cálculo, seguindo a tabela 3.7.

PE	NI			RT			
	RB	RD ou SI	LF	B ou MB	M	A	MA
MA	0	0	0	0	0	1	2
A	0	0	1	0	0	1	2
M	0	1	2	0	1	2	3
B	1	2	3	0	1	2	3
MB	2	3	4	*	*	*	*

Tabela 3.7 – Limitação quanto à Drenagem Interna (d)

Para se calcular a limitação quanto à suscetibilidade à erosão, utilizam-se os índices de ARGa (argila no horizonte A), RT (razão textural) e os graus das classes de declividade, seguindo a tabela 3.8.

ARGa	RT	Classes de Declividade					
		A	B	C	D	E	F
MA ou A	*	0	1	2	3	4	5
M	MA ou A	1	2	3	4	5	5
	M, B ou MB	0	1	2	3	4	5
B ou MB	*	1	2	3	4	5	5

Tabela 3.8 – Limitação quanto à Suscetibilidade de Erosão (e)

Por fim, para se calcular o grau de limitação quanto à mecanização (utilização de máquinas agrícolas para o cultivo da terra), utilizam-se os índices de PED (pedregosidade), PE (profundidade efetiva), NI (natureza do impedimento) ARGa (argila no horizonte A) e os graus das classes de declividade. Para tanto, segue a tabela 3.9.

Deve se considerar para a tabela 3.9, que:

- ** = substituir por m = 2.

PED	PE	NI	ARGa	Classes de Declividade				
				A	B	C ou D	E	F
MB	MA, A ou M	*	A, M ou B	0**	1**	2	3	5
			MA ou MB	1**	2	3	4	5
	B ou MB	RD ou RB	*	1**	2	3	4	5
B	MA, A ou M	*	*	1**	2	3	4	5
	B ou MB	RD ou RB		1**	2	3	4	5
MB	MA, A ou M	*	*	2	3	4	5	5
	B ou MB	RD ou RB		2	3	4	5	5
A	MA, A ou M	*	*	3	4	5	5	5
	B ou MB	RD ou RB		4	5	5	5	5
MA	*	*	*	5	5	5	5	5
MB, B ou M	B ou MB	LF	*	3	3	*	*	*

Tabela 3.9 – Limitação quanto à Mecanização (m)

Após os cálculos das limitações, os dados adquiridos são colocados em conjunto, para que conforme os seus graus de limitação, sejam indicados os melhores usos para o solo. Para isso deve-se considerar:

- b = bom;
- r = regular;
- i = restrito.

Assim, temos a tabela 3.10, que indica quais são as limitações para o cultivo de culturas de ciclo curto.

Tipos de Limitação	Aptidão		
	b	r	i
na	0 a 2	3	4 ou 5
nb	0 a 2	3	4 ou 5
aa	0 a 2	3	4
ab	0 ou 1	2 a 4	-
s	0 ou 1	2	3 ou 4
p	0 ou 1	2 ou 3	4
h	0 ou 1	2	3 ou 4
d	0 ou 1	2 ou 3	4
e	0 ou 1	2	3 a 5
m	0 ou 1	2 ou 3	4 ou 5

Tabela 3.10 – Aptidão para Ciclo Curto (C)

A tabela 3.11, indica quais as limitações para o cultivo de culturas de ciclo longo.

Tipos de Limitação	Aptidão		
	b	r	i
na	0 a 2	3 ou 4	5
nb	0 a 2	3 ou 4	5
aa	0 a 2	3 ou 4	-
ab	0 ou 1	2 a 4	-
s	0 ou 1	2 ou 3	4
p	0 ou 1	2	3 ou 4
h	0 ou 1	2 ou 3	4
d	0 ou 1	2	3 ou 4
e	0 a 2	3	4 ou 5
m	0 a 2	3	4 ou 5

Tabela 3.11 – Aptidão para Ciclo Longo (L)

Na tabela 3.12, são indicadas as limitações para o cultivo de pastagem.

Tipos de Limitação	Aptidão		
	b	r	i
na	0 a 2	3 ou 4	5
nb	0 a 3	4	5
aa	0 a 2	3 ou 4	-
ab	0 a 2	3 ou 4	-
s	0 a 2	3	4
p	0 a 2	3	4
h	0 a 2	3	4
d	0 a 2	3	4
e	0 a 2	3 ou 4	5
m	0 a 2	3 ou 4	5

Tabela 3.12 – Aptidão para Pastagem (P)

A tabela 3.13, indica quais são as limitações para o cultivo da silvicultura.

Tipos de Limitação	Aptidão		
	b	r	i
na	0 a 3	4	5
nb	0 a 3	4	5
aa	0 a 2	3 ou 4	-
ab	0 a 2	3 ou 4	-
s	0 a 2	3	4
p	0 a 2	3	4
h	0 a 2	3 ou 4	-
d	0 ou 1	2	3 ou 4
e	0 a 2	3 a 5	-
m	0 a 2	3 ou 4	5

Tabela 3.13 – Aptidão para Silvicultura (S)

Existe também a possibilidade da terra ser restrita para o uso agrícola, por conter limitações muito altas, como segue na tabela 3.14.

Tipos de Limitação	Graus de Limitação
na	5
nb	5
aa	-
ab	-
s	4
p	4
h	-
d	4
e	-
m	5

Tabela 3.14 – Limitações que restringem o uso agrícola (R)