

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - FEAGRI

Parecer

Este exemplar corresponde a redação final da dissertação de Mestrado defendida por Carlos Alberto Arantes Lagrotti e aprovada pela Comissão Julgadora em 09 de novembro de 1995. Campinas, 21 de dezembro de

  
Presidente da Banca

ESPAÇAMENTO E DIMENSIONAMENTO DE TERRAÇOS

AGRÍCOLAS : AUTOMATIZAÇÃO NA LINGUAGEM DE

PROGRAMAÇÃO VISUAL BASIC

Por : Carlos Alberto Arantes Lagrotti

Campinas, Setembro de 1995

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - FEAGRI

**ESPAÇAMENTO E DIMENSIONAMENTO DE TERRAÇOS  
AGRÍCOLAS : AUTOMATIZAÇÃO NA LINGUAGEM DE  
PROGRAMAÇÃO VISUAL BASIC.**

POR

CARLOS ALBERTO ARANTES LAGROTTI

Orientador: Dr. Carlos Roberto Espíndola

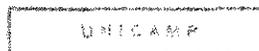
Colaborador: Dr. Francisco Lombardi Neto

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Campinas, SP-Brasil

Setembro 1995

5418196



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

L138e Lagrotti, Carlos Alberto Arantes  
Espaçamento e dimensionamento de terraços agrícolas:  
automatização na linguagem de programação visual basic  
Carlos Alberto Arantes Lagrotti.--Campinas, SP: [s.n.],  
1995.

Orientadores: Carlos Roberto Espindola, Francisco  
Lombardi Neto.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Solos -Conservação. 2. Erosão. 3. Solos, Erosão  
dos. 4. Terraços (Agricultura). 5. Programação de  
computador. I. Espindola, Carlos Roberto. II. Lombardi  
Neto, Francisco. III. Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Engenharia Agrícola. IV. Título.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho é dedicado em memória de Caetano Lagrotti, Diniz Cambraia F. Sardão e Roberto Plutarco, pessoas que foram embora cedo demais (até a próxima vez...), e que me ensinaram, cada uma a seu modo, o valor da luta pela vida e pelas coisas nas quais se acredita.

Com especial carinho à eterna orientadora e amiga, Doutora Selma Simões de Castro, que me iniciou nos passos da pesquisa científica e ao colega Edson Roberto Zanon, pela compreensão e companheirismo nos momentos difíceis.

Ao comitê orientador da presente dissertação formado pelos Professores Doutores Carlos Roberto Espíndola e Luiz Antonio Daniel e pelo Pesquisador Científico, Dr. Francisco Lombardi Neto sempre presentes nos momentos cruciais desta realização.

E por último, à minha mãe, Haydeé Arantes Lagrotti, pelo ombro amigo e aos demais colegas da pós-graduação, pelo auxílio e pelos momentos de descontração.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	iii
SUMÁRIO .....	iv
LISTA DE FIGURAS .....	vi
LISTA DE TABELAS .....	vii
RESUMO .....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	6
3.1 Tecnologias disponíveis para a conservação do solo .....	6
3.1.1 Preparo do solo adaptado às condições tropicais ....	7
3.1.2 Práticas conservacionistas .....	10
3.2 Terraceamento agrícola .....	13
3.3 Utilização da Informática na área de manejo e conservação de solos .....	20
3.3.1 Situação Brasileira .....	20
3.3.2 Sistemas norte-americanos para o planejamento de terraços .....	25
3.4 Evolução da linguagem "Basic" de programação e advento do sistema operacional WINDOWS .....	33
4. METODOLOGIA .....	39

4.1	Diagramas de Fluxos de dados (DFD's) . . . . .	42
4.2	Definição das bases de dados . . . . .	51
4.2.1	Base de dados - SOLOS . . . . .	53
4.2.2	Base de dados - CULTURA . . . . .	56
4.2.3	Base de dados - MANEJO . . . . .	57
4.2.4	Base de dados - ESPACAM . . . . .	59
4.2.5	Base de dados - FATORC . . . . .	62
4.2.6	Base de dados - CDMAX . . . . .	64
4.2.7	Base de dados - CDQUIN . . . . .	66
4.2.8	Base de dados - VENXUR . . . . .	68
4.3	Prototipagem de descoberta . . . . .	69
5.	MATERIAL UTILIZADO . . . . .	71
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO . . . . .	74
7.	CONCLUSÕES . . . . .	89
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	91
	ABSTRACT . . . . .	96
	ANEXO 1 - Listagem dos solos apresentados no programa . . . . .	97
	ANEXO 2 - Listagem das culturas apresentadas no programa . . . . .	98
	ANEXO 3 - Telas apresentadas pelo programa . . . . .	99
	ANEXO 4 - Relatórios gerados pelo programa . . . . .	100
	ANEXO 5 - Listagem do código do programa SPTWIN ver 0.0 . . . . .	101

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Distribuição dos programas por grupos de atividades	21
FIGURA 2. Distribuição dos programas por classe de usuários	..21
FIGURA 3. Distribuição dos programas pela técnica utilizada	..21
FIGURA 4. Terraços com descarga do tipo "tile"	.....26
FIGURA 5: Diagramação de fluxo de dados principal (nív. 0)	.. 48
FIGURA 6: DFD - Cálculo de espaçamento entre terraços	.....49
FIGURA 7: DFD - Cálculo da seção transversal dos terraços	....50
FIGURA 8. Isoietas de chuvas diárias (24 horas) máximas, em milímetros, para período de retorno de 10 anos	.....65
FIGURA 9. Isoietas de intensidade de chuvas máximas em 15 minutos, em milímetros por hora, para períodos de retorno de 10 anos	.....66

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Roteiro de peça - ROTINA CADASTRO .....	42
TABELA 2. Roteiro de peça - ROTINA CÁLCULO .....	43
TABELA 3. Relação das bases de dados .....	52
TABELA 4. Agrupamento dos solos segundo suas características, resistência a erosão e seus respectivos índices.....	54
TABELA 5. Composição da base de dados - SOLOS .....	55
TABELA 6. Grupo de culturas e seus respectivos índices.	56
TABELA 7. Composição da base de dados - CULTURA .....	57
TABELA 8. Grupos de preparo do solo e manejo de restos culturais com os seus respectivos índices.....	58
TABELA 9. Composição da base de dados - MANEJO .....	59

TABELA 10. Espaçamento entre terraços, para valores de $(u+m)/2 = 1.0$ .....	59
TABELA 11. Composição da base de dados - ESPACAM.....	61
TABELA 12. Valores do coeficiente de enxurrada "c" para terrenos cultivados, para solos, usos e manejos diferentes.....	62
TABELA 13. Composição da base de dados - FATORC.....	64
TABELA 14. Composição da base de dados - CDMAX.....	65
TABELA 15. Composição da base de dados - CDQUIN.....	67
TABELA 16. Vazões dos canais dos terraços para velocidade de enxurrada de 0,60 m/s.....	68
TABELA 17. Vazões dos canais dos terraços para velocidade da enxurrada de 0,75 m/s.....	69
TABELA 18. Composição da base de dados - VENXUR.....	69

## RESUMO

Este trabalho aborda as etapas cumpridas para o desenvolvimento de um programa teste de computador, com o objetivo de auxiliar no cálculo do espaçamento e do dimensionamento (seção transversal) de terraços agrícolas. A rotina de cálculo adotada para a automação utiliza-se dos critérios adotados pelo Instituto Agronômico de Campinas, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

O referido programa foi escrito na linguagem de programação "Visual Basic versão 3.0" e idealizado para o uso em microcomputadores padrão IBM, sob o sistema operacional "WINDOWS versão 3.1".

## 1. INTRODUÇÃO

A erosão hídrica dos solos brasileiros tem atingido índices alarmantes. Levantamentos realizados indicam que o Estado de São Paulo perde a cada ano 194 milhões de toneladas de terras férteis, o que representa, em termos de nutrientes, o equivalente a um prejuízo da ordem de 200 milhões de dólares.

Em termos de água, perde-se por ano, em forma de enxurrada, um volume de 10 bilhões de metros cúbicos, quantidade esta suficiente para o abastecimento de 100 milhões de habitantes em um ano (BERTOLINI & LOMBARDI NETO, 1993).

Além dessas perdas, que colaboram para a queda de produtividade nas áreas de cultivo, a erosão tem gerado outros danos diretos ao meio ambiente, tais como a poluição (sedimentação associada com poluentes) e o assoreamento dos cursos de água, de represas e de açudes. Nesse quadro de dilapidação dos recursos naturais, intensifica-se a importância da pesquisa de práticas conservacionistas que procurem manter ou aumentar a resistência do solo à erosão e diminuir os processos erosivos.

Para um aumento de eficiência no controle dos processos erosivos têm se utilizado várias tecnologias que visam aumentar a cobertura vegetal do solo e a infiltração de água no seu corpo. Nos casos onde a combinação dessas tecnologias é insuficiente costumam-se utilizar práticas mecânicas, em que se recorre a estruturas artificiais, mediante a disposição de diques de terra no sentido transversal das vertentes, visando a quebra da velocidade de escoamento da enxurrada e o conseqüente aumento de infiltração ou condução das águas excedentes das chuvas no solo.

Dentre as práticas de caráter mecânico, o terraceamento tem sido indicado como um dos sistemas mais eficientes na diminuição de perdas de água e solo em áreas cultivadas. Entretanto, para o êxito nesse mister, o planejamento de um sistema de terraços deve levar em conta o correto dimensionamento dos espaços entre os mesmos e de suas seções transversais, sem o que, essa prática poderá tornar-se um fator agravante dos processos erosivos, já que o rompimento de um dique do terraço sobrecarregará os terraços a jusante, colocando todo o sistema em colapso operacional.

Todas as rotinas relativas ao dimensionamento e à projeção de terraços podem ser agilizadas com a utilização de um computador e de um programa elaborado para esta finalidade.

A criação de bases de dados que contenham os informes integrantes do sistema (elementos de Hidrologia, Pedologia e Manejo) garante, dentre outras vantagens, o armazenamento mais seguro, a flexibilidade para atualizações, na medida que a pesquisa nas citadas áreas avance, e a possibilidade de se trabalhar com desenvoltura em quantidades volumosas de dados.

Por último, através da utilização de uma interface gráfica de alta resolução, os programas podem incorporar características de visualização, muito úteis na locação e projeção dos sistemas de terraços.

## **2.OBJETIVOS**

Procurando facilitar e otimizar os cálculos e previsões contidas num sistema de terraceamento, idealizou-se o desenvolvimento de um programa protótipo de computador (**SPTWIN ver. 0.0**) que realizasse os cálculos de espaçamento e dimensionamento (seção transversal) de terraços agrícolas.

O trabalho foi idealizado em conformidade com dados de interesse do **Instituto Agrônomo de Campinas**, tendo como preocupação principal estabelecer um ponto de partida para a realização de um produto que, com implementações futuras, possa vir a aprimorar e agilizar o planejamento de práticas conservacionistas por parte dos órgãos públicos de assistência técnica, de empresas particulares e produtores rurais, especialmente no que concerne ao terraceamento.

A concepção objetivada a esse produto é que ele se constitua numa unidade experimental interativa, que apresente telas e aceite entradas de dados, de forma que os usuários

possam vir a obter experiência direta do que poderá ser trabalhado com o sistema, quando este futuramente vier a ser concluído.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Tecnologias disponíveis para a conservação do solo

Através de programas abrangentes, como o "Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas", os governos estaduais e municipais têm buscado soluções que possibilitem, ao mesmo tempo, o aumento da produção de alimentos e a utilização racional dos recursos naturais (BERTOLINI et al, 1993).

Para alcançar esse objetivo surge a necessidade da utilização de todas as tecnologias disponíveis, nas quais se inclui o controle dos principais fatores da erosão. Dentre estas, de efetiva contribuição, surgem os sistemas de preparo de solo adaptados às condições tropicais e às práticas conservacionistas.

### 3.1.1 Preparo do solo adaptado às condições tropicais

**CASTRO (1993)** define o preparo de solo como a manipulação física, química (referindo-se principalmente à aplicação de calcário) ou biológica do solo, com o objetivo de otimizar as condições para a germinação e emergência das sementes, assim como o estabelecimento das plântulas, o mesmo divide essas manipulações em três categorias : **(a) preparo primário** - que compreendem as operações mais profundas e grosseiras com o intuito de eliminar ou enterrar os restos vegetais e soltar o solo **(b) preparo secundário** - operações superficiais subsequentes que visam o nivelamento, o destorroamento e a incorporação de herbicidas **(c) cultivo do solo pós-plantio.**- correspondendo a manipulação do solo após a implantação da cultura.

Conforme analisa o mesmo autor, o preparo conduzido de forma racional pode permitir alta produtividade das culturas; irracionalmente utilizado pode levar um solo à sua destruição completa (um material que pode ter demorado milhões de anos para ser formado), em apenas alguns anos de cultivo intensivo.

**GALETI (1983)** subdivide o preparo do solo em inicial e periódico, sendo que o primeiro compreende desmatamento, destoca, sistematização e correção de acidez e fertilidade do solo, o preparo periódico representa as operações realizadas antes da implantação de cada cultura, especialmente das anuais.

Nos últimos anos, devido às exigências provocadas pelo incremento da produção de alimentos e de matérias primas para a indústria, é comum verificar-se a troca crescente de operações manuais e de tração animal, ou de equipamentos de baixa potência, pela intensificação de operações moto-mecanizadas, de alto conteúdo energético, nas explorações agrícolas.

Nos sistemas de preparo de solo adotados atualmente, é freqüente o uso intensivo e indiscriminado de equipamentos com implementos de discos, tais como o arado e as grades aradoras e niveladoras, que podem constituir fatores agravantes da erosão.

**BERTOLINI & LOMBARDI NETO (1993)** citam que aproximadamente 23% da área do Estado passam anualmente por processos de mobilização do solo, com o uso de implementos de discos, que apresentam como inconveniência os seguintes aspectos: mantêm pouca quantidade de resíduos vegetais na superfície, aceleram a decomposição dos resíduos, reduzem a atividade biológica do solo (a médio e a longo prazo),

compactam o solo sub-superficialmente e destroem a estrutura das camadas superficiais

Uma boa estratégia de preparo do solo em condições tropicais deve garantir: (a) uma boa condição de infiltração da água da chuva no solo, através da redução, ao mínimo possível, das operações de nivelamento (preparo secundário), responsáveis pela pulverização (quebra excessiva dos torrões); (b) a preservação dos restos vegetais na superfície do solo, com a finalidade de reduzir o impacto das gotas de chuva; (c) evitar a ação compactadora dos pneus dos tratores e dos implementos em camadas sub-superficiais do solo, através da escolha correta do maquinário e do teor de umidade ideal para a realização das operações.

**DANIEL et al (1990)** comentam que se têm experimentado, com relativo êxito, sistemas de preparo do solo, tais como: cultivo mínimo, utilização de escarificador e plantio direto, que possibilitam o plantio e/ou semeadura com o mínimo de mobilização do solo. Cabe salientar que embora estes últimos procedimentos estejam de acordo com uma visão mais atual (mecanização conservacionista dos solos), existe uma real dificuldade na recomendação do sistema ideal de preparo do solo, frente ao grande número de variáveis envolvidas,

necessitando cada caso ser analisado segundo suas particularidades.

### 3.1.2 Práticas conservacionistas

Enquadram-se em práticas conservacionistas todas as tecnologias que visem o aumento da cobertura vegetal e a infiltração da água no solo. A cobertura vegetal evita a ocorrência de distúrbios na estrutura do solo da seguinte maneira: pela interceptação da gota da chuva, e a conseqüente redução da energia de impacto da mesma sobre a superfície, e pela redução da velocidade de escoamento superficial, através do aumento de rugosidade do terreno.

Hudson, citado por BERTONI & LOMBARDI NETO (1990) demonstrou, através de dados da energia cinética disponível da chuva que cai, por comparação com a energia cinética da enxurrada, ser a primeira 256 vezes superior à segunda, evidenciando o predomínio do efeito da chuva como causadora de erosão. Embora em menor grau, o turbilhonamento da água da enxurrada somado à inclusão de partículas abrasivas nesta suspensão contribuem para o efeito erosivo.

Outro fator relacionado à chuva, no que se refere à sua intensidade, é a velocidade de infiltração da água no solo. A mesma diminui rapidamente com a ação de compactação superficial que as gotas de chuva ocasionam. Isto se deve, basicamente, ao embate da gota de chuva e o salpicamento das partículas que se esparramam sobre a superfície, provocando o fenômeno denominado "selamento" dos solos. (Roth, citado em BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

LOMBARDI NETO & DRUGOWICH (1993) comentam que o aumento da cobertura vegetal está diretamente associado ao aumento da produção; portanto, quanto maior a produção de biomassa, maiores serão a produtividade e a cobertura vegetal do solo, e, conseqüentemente, menores serão as perdas causadas pela erosão. Assim, podem ser consideradas práticas conservacionistas as técnicas que melhoram a fertilidade e, por conseqüência, o grau de cobertura do solo, tais como a adubação química, a calagem e a gessagem, dentre outras.

Segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), as práticas conservacionistas são comumente divididas, quanto ao seu caráter, em:

(i) **Práticas de caráter vegetativo:** quando se utiliza a vegetação (não somente as plantas, mas também os resíduos

vegetais) para a proteção do solo, como, por exemplo: culturas em faixas, cordões de vegetação permanente e cobertura morta.

**(ii) Práticas de caráter edáfico:** são aquelas que promovem maior controle dos processos erosivos, através de modificações no sistema de cultivo, as quais propiciam uma maior estabilização dos agregados, pela manutenção de níveis satisfatórios de matéria orgânica no solo. Constituem exemplos a adubação verde e a adubação orgânica.

**(iii) Práticas de caráter mecânico:** são aquelas em que se recorrem a estruturas artificiais, mediante a disposição adequada de porções de terra, visando a quebra da velocidade de escoamento da enxurrada e o conseqüente aumento de infiltração da água excedente das chuvas no solo, como, por exemplo, os diferentes tipos de terraços agrícolas.

O uso inadequado ou a não utilização de práticas conservacionistas têm constituído fortes problemas geradores de erosão. Aqui se colocam diversos aspectos corriqueiros, como: não observância da capacidade de uso dos solos, utilização de práticas isoladas e, principalmente, o dimensionamento e construção inadequados de terraços agrícolas.

### 3.2 Terraceamento agrícola

BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), analisando o histórico e a evolução das práticas conservacionistas, comentam que desde que o homem mudou do sistema nômade para o estabelecimento em unidades de produção, vem convivendo com os efeitos nefastos da erosão. Povos antigos como os fenícios e os hebreus já controlavam razoavelmente estes efeitos, com a construção de terraços para irrigação. Os romanos esmeravam-se na condução de um bom manejo do solo (incorporação de húmus, rotação de culturas e redução na frequência das arações).

Apesar da relativa compreensão que inúmeras civilizações antigas revelavam sobre o problema da erosão do solo, foi somente no final do século passado que o homem começou a criar estruturas artificiais para o controle dos processos erosivos.

HOLLY (1989) comenta que o terraceamento moderno começou no sudoeste dos Estados Unidos no final do século passado, quando, no terreno, linhas foram construídas transversalmente ao sentido das vertentes, com a finalidade de interceptar a enxurrada, tendo atribuído o crédito da invenção a **Priestly Magnum**, que realizou esse trabalho em sua propriedade, em 1886.

O Serviço de Conservação de Solos dos Estados Unidos (**ESTADOS UNIDOS, 1984**) define terraço como um dique e um canal, ou uma combinação de diques e canais, construídos transversalmente ao sentido de uma rampa (vertente), com o intuito de diminuir a velocidade da enxurrada e a conseqüente desagregação e arraste das partículas.

**LOMBARDI NETO et al. (1993)** estabelecem uma classificação quanto à função, o tipo de construção e as dimensões dos terraços agrícolas. Os terraços, quanto à sua função, podem ser de dois tipos:

**(i) Terraço de armazenamento :-** O canal do terraço é em nível e toda a água coletada da enxurrada é infiltrada. Para isso constroem-se os terraços com suas extremidades fechadas e com dimensões (seção do terraço) que possibilitem o armazenamento do montante de chuva diária máxima que ocorre num período de retorno de 10 anos (correspondente ao volume máximo de enxurrada esperado). Esse tipo de terraço aplica-se aos solos de classe hidrológica A e B, ou seja solos com boa permeabilidade, profundos e com baixo gradiente textural em seu perfil.

**(ii) Terraço de drenagem :-** Com gradiente no canal, onde a água que excede à infiltração natural dos solos (classe

hidrológica C e D) deve ser disciplinadamente conduzida aos canais escoadouros naturais ou artificiais, localizados nas extremidades dos canais; para tanto os mesmos devem ser construídos com leve gradiente no canal e serem abertos em sua extremidade.

Quanto à forma de construção dos terraços para a formação do canal e do camalhão devem-se levar em consideração as máquinas e implementos disponíveis. A movimentação de terra pode ser feita de duas maneiras diferentes, dando origem a dois tipos básicos de terraços:

**(i) Nichols** :- construído cortando-se a terra e movimentando-se-a sempre de cima para baixo; portanto a terra que forma o camalhão é retirada da faixa imediatamente superior, resultando nela o canal, tendo em vista que o camalhão é formado através de tombamentos sucessivos sempre para baixo. O implemento que melhor rendimento apresenta para esta função é o arado reversível.

**(ii) Mangum** :- construído "tombando" de cima para baixo e de baixo para cima, ora num sentido ora no outro, alternadamente, em "passadas" de ida-e-volta do implemento, podendo ser construído com implementos fixos ou reversíveis.

Quanto à largura da faixa de movimentação de terra (dimensão), os terraços podem ser classificados em:

(i) **Base estreita:-** também conhecido como cordões em contorno (até 3 m de largura), de uso restrito a pequenas lavouras, em terrenos inclinados.

(ii) **Base média:-** de 3 a 6 m de largura, podendo ser cultivados na maior parte de sua extensão.

(iii) **Base larga :-** de 6 a 12 m de largura, considerados os verdadeiros terraços, sendo recomendados para lavouras extensas, com declives de até 8 %.

Os cálculos de espaçamento entre terraços em nosso meio seguem a metodologia proposta por **LOMBARDI NETO et al (1991)**, que parte da constatação de que os parâmetros utilizados até então, ou seja, a declividade média, o comprimento da vertente e a cultura a ser estabelecida não eram suficientes para a compreensão dos processos erosivos, como era o caso das tabelas de espaçamentos de terraços recomendadas pela **C.A.T.I (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral)**, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de **SÃO PAULO (1979)**.

**LOMBARDI NETO & BERTONI (1975)** e **BERTONI (1978)** concluíram, a partir da realização de experimentos de perdas de água e solo, que os fatores determinantes nos processos de

perdas erosivas e na planificação do terraceamento agrícola eram: os atributos inerentes aos solos, a topografia, a cobertura vegetal, a incorporação dos restos culturais e o sistema de preparo do terreno (manejo). Seguindo essa linha de raciocínio os autores desenvolveram novas tabelas de espaçamento apoiados em dados de perdas por erosão (vide Tabela 10).

Por último, os autores ressaltam que os dados sobre preparo de solo, manejo de restos vegetais e características físicas do solo, fornecidas por levantamentos pedológicos, devem ser futuramente aprimorados a partir de observações de campo e de novas informações da pesquisa, pois eles são muito importantes na determinação da grandeza da mobilização do solo.

Em relação ao cálculo da seção de terraços agrícolas **LOMBARDI NETO et al (1991)** prescrevem que, ao projetar canais para a contenção de enxurradas, é necessário dispor de informações sobre o volume esperado de água. Se o objetivo for reter ou armazenar toda a água (terraços em nível) é suficiente conhecer todo esse volume; porém, se o problema for conduzir o excesso para um canal escoadouro previamente vegetado (terraços com gradiente), a intensidade é mais importante, particularmente a enxurrada máxima que pode ocorrer num intervalo de tempo.

A enxurrada máxima depende de um grande número de observações relativas à intensidade de chuva que pode ocorrer e das características da bacia hidrográfica (declividade, solo e cobertura vegetal). Por isso, também revestem-se de grande importância as práticas conservacionistas adotadas nas faixas entre terraços, protegendo o solo contra o impacto das gotas de chuva, dificultando o escoamento superficial, facilitando sua infiltração no corpo do solo e abastecendo o lençol freático.

O primeiro passo no dimensionamento de estruturas de controle de água é determinar o período de retorno (recorrência) de chuva máxima. Para a estimativa da enxurrada um período de retorno de 10 anos é suficiente para dimensionar a seção transversal dos terraços com certa segurança (LOMBARDI NETO et al, 1991)

No caso de terraços em nível, a seção transversal do terraço terá que absorver todo o volume de enxurrada, sendo recomendados para solos dos grupos A e B, pois os mesmos têm condições, desde que bem manejados, de infiltrar toda a água escoada.

LOMBARDI NETO et al (op. cit.) mostram que para o dimensionamento da seção transversal do terraço com gradiente

os princípios de hidráulica de fluxo em canais abertos devem ser observados. Neste caso a intensidade máxima de enxurrada que pode ocorrer é a característica mais importante. Os valores para intensidades máximas de chuvas em 15 minutos com período de retorno de 10 anos foram resumidas e convertidas em um mapa de isoietas para o Estado de São Paulo por **SETZER (1973)**.

Quanto à construção do terraço, **BERTONI & LOMBARDI NETO (1990)** recomendam, para os terraços de base larga, as seguintes dimensões de taludes:

(i) Em declividades até 8% o talude de corte deverá ter um mínimo de 4,20m; para declividades superiores a 8% essa largura deverá ser de 6,00m.

(ii) O talude de frente terá também um mínimo de 4,20m para declividades de 1 à 4%.

(iii) Em declividades até 8% o talude traseiro deverá ter também uma largura mínima de 4,20m; para declividades superiores a 8% essa largura deverá ser de 6,00m

A quantidade de movimento de terra necessária para construir um terraço de base larga aumenta com a declividade do terraço. Um terraço de seção em "V", com 4,20m de talude de corte, de frente e traseiro, com altura de 0,45m, necessita das seguintes quantidades de movimento de terra nas diferentes declividades do terreno : 4% = 1,27m<sup>3</sup> por metro linear; 8% =

1,63m<sup>3</sup> por metro linear, e 12% = 1,99m<sup>3</sup> por metro linear, BERTONI & LOMBARDI NETO (op. cit.).

### 3.3 Utilização da Informática na área de manejo e conservação de solos

#### 3.3.1 Situação Brasileira

Apesar da rápida disseminação, na última década, dos recursos da informática (Sistemas de Informação) em amplos setores da sociedade brasileira, parece ser o setor agrícola um dos últimos a se beneficiarem do aporte eficiente e seguro das informações via computadores.

Segundo BORNSTEIN & VILELA (1991), tais tecnologias são intensivas em capital e sua adoção tem ocorrido principalmente nas agro-indústrias, grandes cooperativas e empresas agropecuárias, além de produtores dedicados a cultivos nobres, na agricultura de exportação ou na pecuária de alta produtividade.

ARRAES (1993) elaborou um estudo pioneiro sobre a oferta de "softwares agrícolas" no Estado de São Paulo, a partir de catálogos nacionais existentes e do envio de questionários para as empresas produtoras de softwares. De 38 softwares (14

empresas), ele extraiu as informações ilustradas nas FIGURAS 1, 2, 3, sobre as distribuições por áreas de atividades, classes de usuários e técnicas de programação.

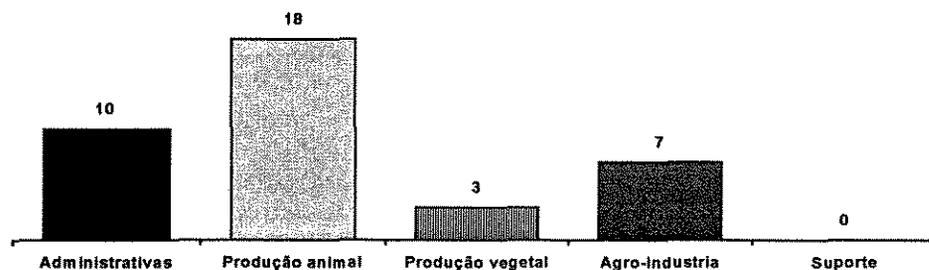


FIGURA 1. Distribuição dos programas por grupos de atividades

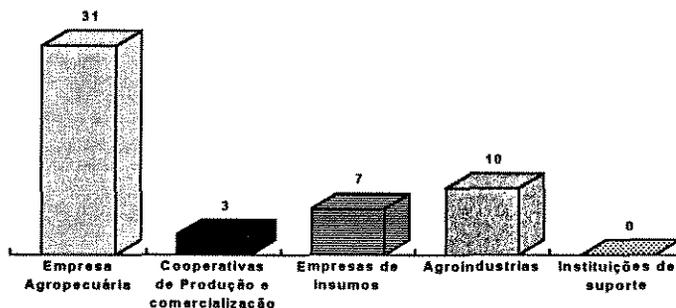


FIGURA 2. Distribuição dos programas por classe de usuários

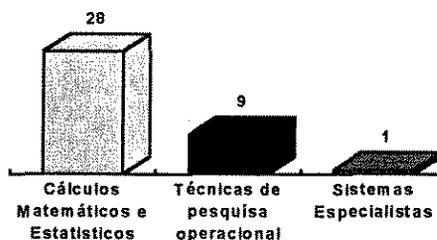


FIGURA 3. Distribuição dos programas pela técnica utilizada

Em relação à linguagem de programação, a distribuição em um universo de 35 programas foi de:

(a) 54% para DBASE, CLIPPER, CLIPPER com rotinas em C e

- DATAFLEX** (linguagens orientadas a bancos de dados).
- (b) 23% para **COBOL** (linguagem clássica para aplicações comerciais).
- (c) 17% para **PASCAL** (linguagem de utilização científica).
- (d) 6% **PLI** (linguagem de ambiente de grande porte).

Em 84% dos programas um microcomputador **PC/XT** com 640 Kb de RAM e 20 Megabytes de disco rígido atendem as necessidades de hardware; o sistema operacional padrão tem sido o **MS-DOS**.

O autor conclui que, à exceção de grandes empresas agropecuárias e agroindustriais, que possuem capital para investimento nessa tecnologia e demandam programas para o atendimento de suas necessidades, pouco tem sido feito em relação ao desenvolvimento de sistemas para as instituições de suporte, visando a difusão de informações básicas para atividades agrícolas. Pelo referido estudo verifica-se a ausência total de trabalhos de informatização na área de manejo e conservação de solos.

**LEPRUN & SECHET (s/d)** relatam que, apesar de a pesquisa na área de manejo e conservação do solo já possuir quase meio século de existência no Brasil, poucas iniciativas de armazenamento dos dados produzidos foram realizadas, resultando

na dificuldade de acesso e mesmo no extravio de certas informações.

Neste trabalho os autores procuram avaliar o volume de dados existentes no País e estabelecem um balanço das experiências de processamento realizadas até aquele momento. Dentre as poucas iniciativas no setor, citam os trabalhos de:

(i) Armazenamento, em computador, de dados de precipitação, escoamento e solo erodido, obtidos desde 1987 na **Seção de Conservação de Solos do I.A.C**, no âmbito do projeto de pesquisa 043.80801/7 da **EMBRAPA**, "Processamento, análise e interpretação de dados experimentais".

Em relação a esse trabalho, **LEPRUN (1988)** cita que, para quatro estações experimentais, os dados são provenientes de um total de 108 parcelas de erosão, nas quais mais de 150 tratamentos foram aplicados durante 40 anos, obtendo-se, portanto, o número de 4050 medidas anuais para cada parcela.

(ii) Gerenciamento de dados de chuva, vazão, qualidade de água e descarga sólida do país através do **SIH - Sistema Nacional de Informações Hidrometeorológicas, DNAEE (1987)**, pela Divisão de Controle de Recursos Hídricos do Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica.

(iii) O Sistema Nacional de Informações de Solos, **SISSOLO**, mantido pelo **SNLCS/EMBRAPA**, constituído de uma base de dados sobre os levantamentos de solos realizados no país, operando desde 1981, e que conta, desde 1989, com um módulo específico para a entrada de dados de levantamentos pedológicos com a utilização de um microcomputador.

Em seguida os autores elaboram uma proposta de modelo lógico de banco de dados de manejo e conservação de solos adaptado ao contexto brasileiro, na qual incluem 3 etapas distintas : estabelecimento de entidades - relacionamentos (modelagem de dados), análise funcional e descrição dos fluxos (Diagramas de fluxos de dados).

Nota-se que, embora haja registro de algumas iniciativas de armazenamento de dados na área de manejo e conservação de solos, a literatura pouco informa a respeito do desenvolvimento de sistemas adaptados às condições brasileiras, que processem essas informações visando a aplicação no desenvolvimento de práticas conservacionistas, sendo apenas registradas elaborações de planilhas para cálculo (**LOTUS-1-2-3**) e elaboração de listagens e relatórios (**DBASE**).

### 3.3.2 Sistemas norte-americanos para o planejamento de terraços

No âmbito internacional, com especial destaque para os Estados Unidos, a preocupação com o processamento de dados via computador para fins de instalação de práticas conservacionistas, sobretudo a projeção e dimensionamento de terraços, remonta ao final da década de 60, evoluindo até os dias de hoje, PASLEY & FORSYTHE (1970); GADDIS & WINTERS (1978); RYU & HUNT (1981); SUDDUTH (1981); HOLLY (1989).

PASLEY & FORSYTHE (1970) desenvolveram um programa de computador para o Serviço de Conservação de Solos do Estado de Indiana, considerado o precursor dos programas para a projeção de terraços, escrito na linguagem de programação FORTRAN IV e idealizado para ambientes operacionais de grande porte, que utilizava cartões perfurados ("control cards") como forma de mudança de parâmetros do programa (dados climáticos e de diferentes solos). O mesmo tinha como objetivo abreviar o tempo técnico para a projeção de canais de terraço do tipo paralelo (Tile outlet terrace), com descarga do tipo "Manilha" (intake) e sistemas mistos desse tipo com terraços com gradiente, conforme mostra a FIGURA 4.

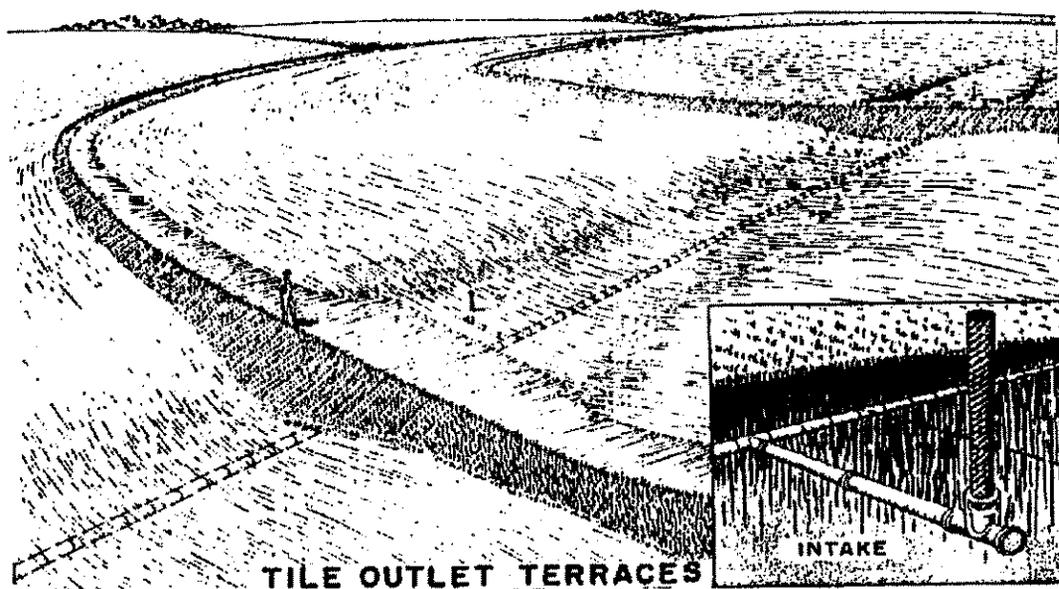


FIGURA 4. Terraços com descarga do tipo "tile"  
fonte: Phillips, 1967

O programa citado continha um módulo de entrada de dados que consistia numa planilha, onde eram lançados os dados de planialtimetria levantados em campo; após isso o programa estabelecia várias alternativas para o dimensionamento da altura (cume) do camalhão e respectiva capacidade de armazenagem, calculava o volume de cortes e aterros necessários, assim como o diâmetro ideal do orifício extravasor ("intake") para drenar a enxurrada estabelecida em um período de tempo determinado, e, por último, calculava o volume e o custo da movimentação de terra para a construção dos terraços.

No final da década de 70 o programa de **Pasley & Forsythe (1970)** foi ampliado e aperfeiçoado por pesquisadores da Universidade de Nebraska (**GADDIS & WINTERS 1978**). O programa "**Nebraska**" implementou melhorias nas rotinas de desenho ("Plot"), cálculos de corte de terra e aterros com os custos de construção e rotinas otimizadas para minimizar o trabalho de construção dos terraços. Adicionalmente, programas suplementares foram desenvolvidos para gerar curvas de nível, com a finalidade de se determinar o sistema de terraço que melhor se adequasse ao terreno.

Os programas desenvolvidos até o fim da década de 80, devido a limitações impostas pelos equipamentos (hardware), necessitavam da entrada de dados topográficos, através de planilhas, para depois realizar seus cálculos, o que comprometia a praticidade da utilização dos mesmos no dia-a-dia.

Com o aperfeiçoamento da capacidade de resolução gráfica dos computadores a partir da década de 80, a pesquisa enveredou para a projeção (localização) dos terraços com base na topografia do campo ("layout" do sistema de terraços) e do perfil do canal do terraço (seção transversal).

O trabalho de SUDDUTH (1981) trouxe contribuição ao esforço de melhoria dos processos de projeção de terraços, desenvolvendo uma entrada de dados automatizada das informações topográficas, as quais são retiradas de mapas planialtimétricos.

Por este método as informações que descreviam: a topografia (curvas de nível), a linha divisora de água separando os limites do campo a ser terraceado, os canais escoadouros e os parâmetros da projeção dos terraços (curvatura máxima) puderam ser especificados por coordenadas de pontos ao longo do campo delimitado. Após essa aquisição de dados os mesmos eram transferidos para um computador de grande porte, que realizava as operações de locação dos terraços.

O programa de locação dos terraços analisava, dentre as várias alternativas, o tipo mais apropriado para a área em questão, a saber:

**(i) Sistema convencional com declive constante ou com gradiente especificado pelo usuário.**

**(ii) Sistema convencional suavizado, onde as partes dos terraços convencionais com curvaturas maiores que os limites especificados eram realocados para se obter a redução da curvatura.**

(iii) **Sistemas de terraços paralelos**, que utilizavam um terraço convencional suavizado como terraço chave para a projeção e utilizava medidas múltiplas do tamanho das máquinas de preparo do solo para o espaçamento entre terraços.

Os dados representando as linhas de contorno, canais escoadouros, linhas de divisa do campo e terraços eram armazenadas no computador de grande porte, como uma série de pontos discretos. Para prover uma representação contínua dessas linhas o programa utilizava o método de ajuste de curvas (**SPATH, 1974**), que, em geral, proporcionava uma representação adequada das linhas de informação.

Mais recentemente **HOLLY (1989)** desenvolveu um pacote de programas computacionais denominado **TERPS (Terraces for erosion and runoff: a program simulation)**, escrito na linguagem de programação **GW-BASIC**, tendo como finalidade auxiliar a projeção de terraços.

O programa **TERPS** foi projetado para micros **IBM XT, AT** ou compatíveis, com uma configuração mínima de dois "floppy disks" de 360 k (duas "drives" de disco flexível), 128K de memória RAM, monitor "composite" (padrão RGB), embora o programa se adaptasse melhor a computadores equipados com uma velocidade de processamento ("clock") superior aos 4.7 mhz (Padrão do XT), um

monitor gráfico colorido, 640K de memória "RAM" e uma impressora gráfica colorida.

O programa desenvolvido consistia de sete módulos, que englobavam: entrada automatizada de dados através da digitalização de mapas planialtimétricos; estimativas de enxurrada, erosão e espaçamentos entre terraços, através da adaptação de dados hidrológicos do Serviço de Conservação de Solos (USDA) e da equação universal de perdas de solo; auxílio nas tentativas de projeção de terraços; cálculo do cume do camalhão/área de armazenagem dos terraços; locação dos terraços dimensionados no planialtimétrico digitalizado e emissão de croquis do perfil do terraço projetado.

O programa introdutório **TERPS.EXE** familiariza o usuário com os requisitos de equipamentos requeridos pelo programa e a sua seqüência de execução (os módulos são executados um após o outro pelo encadeamento dos programas).

Aparecem na seqüência de execução dois programas de entrada de dados: o **SURVEY.EXE**, que recebe parcialmente notas de levantamento para construção de uma grade topográfica, e o programa **EROSION.EXE**, que utiliza a equação universal de perdas de solo (**EUPS**) e parâmetros hidrológicos adaptados do **USDA** para estimar a enxurrada, erosão e recomendação de

espaçamento de terraços para porções representativas do campo a ser terraceado.

Na seqüência da entrada de dados existem 2 programas projetados para a construção e integração dos dados topográficos e as informações processadas de erosão e enxurrada. O programa **ERO.EXE** auxilia o usuário na divisão do campo em zonas distintas de erosão/enxurrada, assemelhando-se a um mapa de solos; o programa **CONTOUR.EXE** cria um mapa planialtimétrico para cobrir as zonas de erosão/enxurrada.

Dentre os programas de projeção, o programa **PLAN.EXE** auxilia o usuário no desenho de tentativas individuais de terraços na vista plana, através da composição topográfica gerada pelo programa **CONTOUR.EXE** / zonas distintas de erosão e enxurrada. O "layout" do terraço é dirigido através de menus, e tentativas podem ser apagadas, modificadas e armazenadas em arquivos.

O programa **PROFILE.EXE** auxilia o usuário no dimensionamento do canal proposto e na projeção do cume (camalhão), realizando automaticamente os cálculos de cortes. O programa **BASIN.EXE** auxilia o usuário na elaboração da bacia de armazenagem, calculando o volume de armazenagem requerido para terraços do tipo "PTO - Paralel terraces outlet". Ele

automaticamente abaixa e suspende o nível do cume (camalhão) em um perfil "janela", mostrado abaixo da vista plana; também é incluído no pacote um programa para elaboração manual de legendas de tela ("labelling screens"), se assim o usuário o desejar. Cada módulo do programa é equipado para produzir cópias em uma impressora gráfica.

Além da preocupação com o dimensionamento e projeção de terraços, programas suplementares foram desenvolvidos, como o de HEALEY & MOE (1982), para a projeção de bacias de armazenagem para a calculadora programável HP-41c. O programa calcula o volume dos sedimentos e a armazenagem de água para terraços com "outlet" subterrâneo, e automaticamente calcula o nível de altura do cume para armazenar o volume, orifício de entrada e tamanho do conduto.

YARAMANOGLU (1985) desenvolveu um programa de projeção de escoadouros para computadores do padrão IBM PC, que calcula as dimensões para canais escoadouros de superfície enquanto calcula características de enxurrada para a bacia de armazenagem.

### 3.4 Evolução da linguagem "Basic" de programação e advento do sistema operacional WINDOWS.

A linguagem de programação de computadores **BASIC** - "Beginner's all purpose symbolic instruction code" (Código de instrução simbólica para todas as finalidades para iniciantes) foi criada em 1963, por **John Kemeny e Thomas Kurts** no Dartmouth College, com o propósito de ensinar conceitos de programação, enfatizando a clareza em detrimento da eficiência e velocidade de processamento.

Como cita **CRAIG (1994)**, várias características das primeiras versões do BASIC são dignas de nota: as instruções não eram endentadas (para facilitar a legibilidade), todos os caracteres do código eram digitados em "caixa alta" (maiúscula) e cada linha de um programa começava com um número, sendo que as instruções **GOTO** e **GOSUB** deslocavam o processamento a partir desse endereço (número de linha); essa característica levava à criação do código "espaguete", assim chamado porque a seqüência lógica dos programas, freqüentemente ramificada e bastante difícil de seguir, lembrava um prato de espaguete cozido.

**NELSON (1994)** comenta que a simplicidade do BASIC possibilitou a redução de seu tamanho, e tamanho reduzido passou a ser fundamental quando os computadores começaram a se

tornar menores. O **ALTAIR** da **MITS (Massachusetts Institute technology)** que deu início à revolução dos microcomputadores, apareceu em 1975. **Bill Gates** e **Paul Allen**, co-fundadores da **MICROSOFT**, aceitaram o desafio de desenvolver para o mesmo uma versão do interpretador **BASIC** que pudesse ser processada nos 4 Kilobytes de **RAM**, que se encontravam disponíveis nesse equipamento.

Esse interpretador está ainda hoje em nosso meio, sem muitas modificações, na forma do **GW-BASIC**, com o interpretador **BASIC** incluído nas versões 4.01 e anteriores do sistema operacional **MS-DOS**. Embora o mesmo fosse uma boa ferramenta para executar pequenos cálculos e tarefas simples, possuía as limitações inerentes a um interpretador de comandos, ou seja, programas escritos e executados na forma de arquivos de lote, sendo obrigatório o fornecimento do código original ao usuário e execução lenta.

Para um melhor entendimento do salto evolutivo ocorrido entre o interpretador **GW-BASIC** e o surgimento do compilador **MICROSOFT QUICKBASIC** (1982), cabe um breve parênteses para a definição desses dois processos de programação.

**VIDAL (1989)** distingue os dois processos de forma sintética, explicando que um compilador lê um arquivo de instruções (código fonte) escritas pelo programador e produz como saída um arquivo em código de máquina. O programa em código de máquina é então executado. Nos sistemas operacionais **MS-DOS** e **WINDOWS** um arquivo com extensão **EXE** ou **COM** contém código de máquina e pode ser carregado diretamente na memória **RAM** do computador para ser executado.

Já os interpretadores também transformam instruções escritas em código fonte. Entretanto um interpretador transforma cada linha do código - fonte e, então, executa imediatamente o código de máquina resultante. O interpretador volta, então, ao código fonte e transforma a próxima linha, processo esse que é repetido linha por linha.

De forma comparada, tanto os compiladores como os interpretadores possuem suas qualidades, dependendo do estágio ou forma que se está realizando o trabalho de programação, ou seja, os compiladores fazem o seu trabalho uma única vez e o resultado é um arquivo executável, que pode ser processado quantas vezes for preciso. Já os interpretadores dão retorno imediato, ou seja, no momento em que um erro é detectado na execução de uma linha, o programa é suspenso e o tipo de erro é apontado pelo interpretador. Essa característica ajuda na

detecção e correção de erros durante o trabalho de desenvolvimento (programação).

Em 1982 o compilador/interpretador **MICROSOFT QUICKBASIC** revolucionou o BASIC e o legitimou como uma linguagem séria para o desenvolvimento em ambiente MS-DOS. O referido produto conseguia aliar a natureza interativa e produtiva do GW-BASIC, com o poder e a velocidade de uma linguagem compilada de programação; os números de linha foram eliminados e recursos como subprogramas, tipos de dados estruturados definidos pelo usuário, capacidades gráficas e de som foram incorporados, dando aos programadores QUICKBASIC poderes comparáveis aos normalmente disponíveis nos compiladores das linguagens **C**, **PASCAL** e **FORTRAN**.

O produto QUICKBASIC equiparou o BASIC à tecnologia de linguagens de programação dos anos 80, porém uma modificação ainda maior despontava no horizonte no final da década, a interação gráfica com os usuários (GUI - "Graphical user interface"), típica do ambiente WINDOWS.

O sistema operacional WINDOWS criado pela empresa americana **MICROSOFT** constituiu o grande salto evolutivo para os usuários de microcomputadores na atual década, fornecendo um ambiente intuitivo e graficamente poderoso. A interação

gráfica com os usuários simplificou o uso e aprendizado dos aplicativos, tendo aperfeiçoado recursos, tais como: adoção de decisões via "mouse", exibição de múltiplas janelas na tela, exploração integral das placas controladoras de vídeo, através da ativação das unidades básicas da imagem (PIXELS - "Picture elements") e por último o recurso de multi-tarefa (vários aplicativos sendo executados ao mesmo tempo).

Entretanto, se por um lado, o aperfeiçoamento da interface gráfica dos sistemas "encantou" os usuários finais, o mesmo não se pode dizer dos programadores, que pretendiam produzir novos aplicativos para o ambiente WINDOWS, já que o esforço para o desenvolvimento e gerenciamento de fontes, menus, janelas, memória e outros recursos do sistema demandavam um esforço considerável de programação.

Para auxiliar nesta tarefa, a empresa **MICROSOFT** lançou em 1991 a primeira versão do compilador/interpretador **VISUAL BASIC 1.0**, que, além de auxiliar nos aspectos complexos citados no parágrafo anterior, possuía a particularidade de ser uma das primeiras linguagens voltadas para "eventos", ou seja, a partir de menus, cliques em uma janela ou deslocamentos do mouse etc., eventos são disparados, iniciando-se a execução dos programas.

Em 1992 e 1993 foram lançadas as versões 2.0 e 3.0 do compilador / interpretador VISUAL BASIC, trazendo novas características de programação. A versão atual do produto (3.0) incorpora as seguintes características de desenvolvimento: (a) ferramenta para criação de bancos de dados (DATA MANAGER), (b) controle OLE - "Object linking embedding" (inserção e ligação de objetos) que permite a edição local de objetos, (c) habilidade para criar menus sobrepostos ("pop-up menus"), entre outras.

Em relação a plataforma WINDOWS, novidades são esperadas com o recente lançamento da versão WINDOWS 95. Embora essa versão não fosse utilizada no presente trabalho, uma característica é digna de nota, a versão atual perde a característica de ambiente operacional (rodando à partir do DOS), tornando-se um sistema operacional (incluindo o DOS).

Pelas características citadas da conjugação WINDOWS x PROGRAMAÇÃO VB e pelo atual sucesso dos produtos com interface gráfica padrão WINDOWS, pode se afirmar que a estabilização e permanência deste padrão é uma tendência para o final do milênio.

#### 4. METODOLOGIA

A pesquisa relativa ao terraceamento agrícola envereda cada vez mais para a análise global dos fatores que podem ocasionar os processos erosivos. Isso acaba tornando as rotinas de cálculos por vezes trabalhosas, devido ao número de consultas a tabelas que têm que ser realizadas e pelo número de variáveis envolvidas. Somando-se a isso, o universo de questionamentos e respostas para cada parâmetro é amplo e deverá crescer mais ainda, à medida que a pesquisa nesse campo avançar.

Analisando-se as decisões envolvidas nas rotinas de dimensionamento e projeção de terraços, expostas na revisão, verifica-se que as mesmas são de natureza estruturada, existindo uma previsibilidade das decisões a serem tomadas. Observa-se ainda que essas tomadas de decisão obedecem a um quadro referencial de experiências anteriores, que tornam a qualidade da decisão clara e precisa, não necessitando doses de intuição ou raciocínio lógico para a sua resolução.

Como exemplo de aplicação de um quadro referencial associado a um procedimento de ordem prática, pode se citar o parâmetro de erodibilidade dos solos (índice K), utilizado na fórmula de espaçamento entre terraços, que é fruto de observações sistemáticas em experimentos de perdas de solo realizados há várias décadas na **Seção de Conservação do Solo do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC.**

Aproveitando a relativa estruturação do sistema em questão, torna-se importante, como um primeiro passo na elaboração de um programa computacional, a confecção de um modelo lógico que abranja todas as etapas envolvidas no processo. A realização de um modelo lógico, antes de qualquer iniciativa de implementação física (programação), justifica-se na medida em que:

- (i) Possibilita a delimitação (escopo) do sistema.
- (ii) Favorece a visualização integral do sistema por parte de potenciais usuários.
- (iii) Antecipa a constatação de ocorrência de erros (de reparação custosa nas etapas posteriores de projeto).

Além das justificativas citadas, a modelagem lógica favorece a adoção da estratégia "top-down" de desenvolvimento, ou seja, parte de uma visão sistêmica (integral) para os módulos componentes. Essa técnica envolve a criação de uma

estrutura geral simplificada ("esqueleto") para testar as interfaces entre as diversas partes do sistema. A vantagem dessa repartição do sistema é a de que os módulos se tornam compartimentos isolados, possibilitando qualquer implementação ou alteração, independentes do restante do sistema.

Para a confecção desse modelo lógico tomar-se-ão emprestados algumas técnicas e, sobretudo, algumas ferramentas da "Metodologia de desenvolvimento de sistemas estruturados", formulada por **GANE & SARSON (1983)**.

A metodologia proposta compõe-se de um conjunto de técnicas e ferramentas que visam a construção de um modelo lógico de sistema. A mesma faz uso, dentre outros, de recursos gráficos para a formulação de um quadro claro e geral do sistema e de como as suas partes vão se encaixar para o atendimento das necessidades dos usuários finais.

Devido à relativa simplicidade do sistema em questão, no tocante ao número de entidades - relacionamentos, utilizar-se-ão apenas 4 etapas previstas pela metodologia, a saber: especificação do sistema (roteiro de peça), diagramação de fluxos de dados, definição das bases de dados e prototipagem de descoberta.

#### 4.1 Diagramas de Fluxos de dados (DFD's).

Primeiramente, com o intuito de facilitar a apreensão da lógica das rotinas a serem sistematizadas e sua posterior representação gráfica, através da elaboração de DFD's, realiza-se uma descrição das etapas do processo (conforme TABELAS 1 e 2), através da técnica "roteiro de peça".

TABELA 1. Roteiro de peça - ROTINA CADASTRO

Passo	Lógica	Ator	Ação
1	Início	sistema	apresenta tela master - Menu principal (horizontal)
2	-	operador	pressiona opção cadastro
3	-	sistema	apresenta menu - vertical (Solos, Manejo, Uso, Pesquisa)
4	Se	operador	pressiona opção Solos
5	-	sistema	Apresenta tela de edição de solos (tela 1)
6	-	operador	inclui, apaga, edita ou consulta registros sobre solo
7	senão se	operador	pressiona opção Manejo
8	-	sistema	Apresenta tela de edição de manejo (tela 2)
9	-	operador	inclui, apaga ou edita registros sobre manejo
10	senão se	operador	pressiona opção Uso
11	-	sistema	Apresenta tela de edição de culturas (tela 3)
12	-	operador	inclui, apaga ou edita registros sobre culturas
13	senão se	operador	pressiona opção Pesquisa
14	-	sistema	apresenta janela de consulta a bases de dados (tela 4)
15	-	operador	pressiona opção de tabela a ser consultada (solos, manejo ou culturas)
16	-	sistema	apresenta grade com os dados da tabela requerida
17	senão se	operador	pressiona opção sair
18	-	sistema	termina a execução
19	fim do se		

TABELA 2. Roteiro de peça - ROTINA CÁLCULO

Passo	Lógica	Ator	Ação
1	início	sistema	Apresenta menu principal (tela Master)
2	-	operador	pressiona opção Cálculo
3	-	sistema	apresenta tela "Cálculo de espaçamento entre terraços" lançando o foco da atenção no menu "Grupo de solos" (tela 5)
4	-	operador	opta por item no menu "Grupo de solos"
5	-	sistema	recupera registro do solo escolhido na base de dados
6	-	sistema	prepara menu com unidades para o grupo de solos escolhido
7	-	operador	opta por item no menu "Unidades de solos"
8	-	sistema	Recupera registro com a escolha e armazena fator de cálculo
9	-	sistema	estabelece faixa de declividades para o solo e a unidade escolhidos
10	-	operador	opta por item no menu "declividade"
11	-	operador	opta por item no menu "culturas"
12	-	sistema	recupera e armazena valor para cálculo
13	-	operador	opta por item no menu "escolha de manejos"
14	-	sistema	recupera e armazena valor para cálculo
15	-	sistema	estabelece chave de consulta (declividade + classe hidrológica solos)
16	-	sistema	consulta tabela unitária p/ espaçamentos e armazena valor EH e EV
17	-	sistema	calcula fator $(u+m)/2$ e multiplica pelo valor de espaçamento (tab. unit.)
18	-	sistema	apresenta relatório no vídeo, composto de informações relativas ao espaçamento entre terraços.
19	-	sistema	habilita opções de "impressão" e "Seção transversal"
20	Se	operador	pressiona opção "Impressão"
21	-	sistema	Cria relatório de "espaçamento entre terraços" e envia para a impressão
22	senão se	operador	pressiona opção "Seção"
23	-	sistema	Apresenta tela "Cálculo da Seção transversal de terraço" (tela 7)
segue	fim do Se		

TABELA 2. Roteiro de peça - ROTINA CÁLCULO / Continuação

Passo	Lógica	Ator	Ação
24	Se	sistema	valor armazenado para classe hidrológica do solo igual a "A" ou "B"
25	-	sistema	inicia rotina para terraços em nível - prepara menu de chuva diária máxima
26	-	operador	opta por evento chuvoso (município / chuva diária máxima )
27	-	sistema	armazena valor - chuva diária máxima (h)
28	-	sistema	calcula classe de uso e manejo com valores armazenados
29	-	sistema	Recupera informação na tabela "coeficiente de enxurrada" (fator c), a partir dos valores de declividade e classe de uso e manejo
30	-	sistema	calcula volume da enxurrada por $V=A.h.c$ , onde: Espaçamento horizontal (EH), coeficiente de enxurrada ( c ) e chuva diária máxima (h)
31	senão se	sistema	valor armazenado para classe hidrológica do solo igual a "C" ou "D"
32	-	sistema	inicia rotina para terraços com gradiente - prepara menu de chuvas diárias máximas em 15 minutos ( i ).
33	-	operador	opta por item município / chuvas diárias máximas em 15 minutos
34	-	sistema	armazena valor de chuva diária máxima em 15 minutos
35	-	sistema	calcula classe de uso e manejo com os valores armazenados
36	-	sistema	recupera informação em tabela coeficiente de enxurrada - fator "c" à partir dos valores de declividade e classe de uso e manejo
37	-	sistema	calcula vazão pela equação racional $Q=cia/360$ e consulta tabela vazão x profundidade x largura do canal
38	fim do se		
39		sistema	apresenta relatório no vídeo, composto de informações relativas ao espaçamento entre terraços e sua Seção transversal.
40	Se	operador	pressiona a opção "imprimir"
41	-	sistema	Cria relatório de espaçamento entre terraços + Seção transversal de terraços e envia para a impressão.
segue			

TABELA 2. Roteiro de peça - ROTINA CÁLCULO - Continuação

Passo	Lógica	Ator	Ação
42	senão se	operador	pressiona opção "Layout"
43	-	sistema	elabora e apresenta vista do terraço (tela gráfica)
44		operador	pressiona opção "imprimir"
45	-	sistema	Cria relatório completo e envia para a impressora
46	fim do se		
47	término		

Após a elaboração do roteiro, parte-se para uma demonstração gráfica dos fluxos de dados do sistema, através de diagramas. Os Diagramas de Fluxos de Dados são definidos por **GANE (1988)** como a planta baixa de um sistema de informação, surgindo como a principal ferramenta de planejamento de sistemas. O mesmo é singularmente importante por ser o único documento que mostra todas as relações entre os dados e os processos e funções que os transformam, além de estabelecer a fronteira externa do sistema.

Como os seus símbolos não são "físicos", ele mostra a essência lógica do sistema, sendo, portanto, de grande valia para os usuários leigos em informática. Eles são construídos com apenas 5 símbolos:

- (i) Uma **seta simples** para representar os fluxos de dados, indicando a **movimentação dos dados gerenciados pelo modelo**.
- (ii) Um **quadrado** para representar as **entidades externas**, isto é, a fonte ou o destino dos fluxos de dados.
- (iii) Um **quadrado sombreado** para representar as **funções (e seus sub-níveis)**, ou seja, todos os componentes do sistema que selecionam, validam, modificam, transformam ou geram os fluxos.
- (iv) Um **retângulo com um lado aberto** para simbolizar os **depósitos de dados**, idealizados para representar as bases de dados (tabelas bi-dimensionais no caso do presente trabalho).
- (v) Um **triângulo** para simbolizar **cláusula condicional (if / endif)**.

Os diagramas de fluxo de dados podem ser desdobrados de forma a se obter pacotes multiníveis de DFD's, ou seja, cada função no nível superior do diagrama poderá ser detalhado em um DFD de nível inferior (o autor utiliza a expressão "explodir a função"), bastando, para isso, que cada função no nível inferior esteja numerada como um valor decimal da função de nível superior.

Com a técnica da explosão, o processo original permanece no DFD origem (esqueleto do sistema), mas cria-se um novo DFD de nível inferior, possuindo processos menos complexos (detalhamento crescente).

Para as rotinas alvo desse trabalho elaborou-se um DFD principal - nível 0 (FIGURA 5), que se constitui no arcabouço do sistema a ser desenvolvido. A partir deste diagrama principal algumas funções mais extensas foram desdobradas em um sub-nível (nível 1), tais como as de cálculo de espaçamento entre terraços (FIGURA 6) e a rotina de cálculo da Seção transversal do terraço (FIGURA 7). As rotinas de cadastro das bases de dados são abordadas com maior detalhe no item "Definição das bases de dados").

As demais rotinas, por apresentarem neste trabalho poucos sub-processos (funções), apenas são indicadas no diagrama principal (nível 0), podendo serem ampliadas com a seqüência de desenvolvimento do sistema.

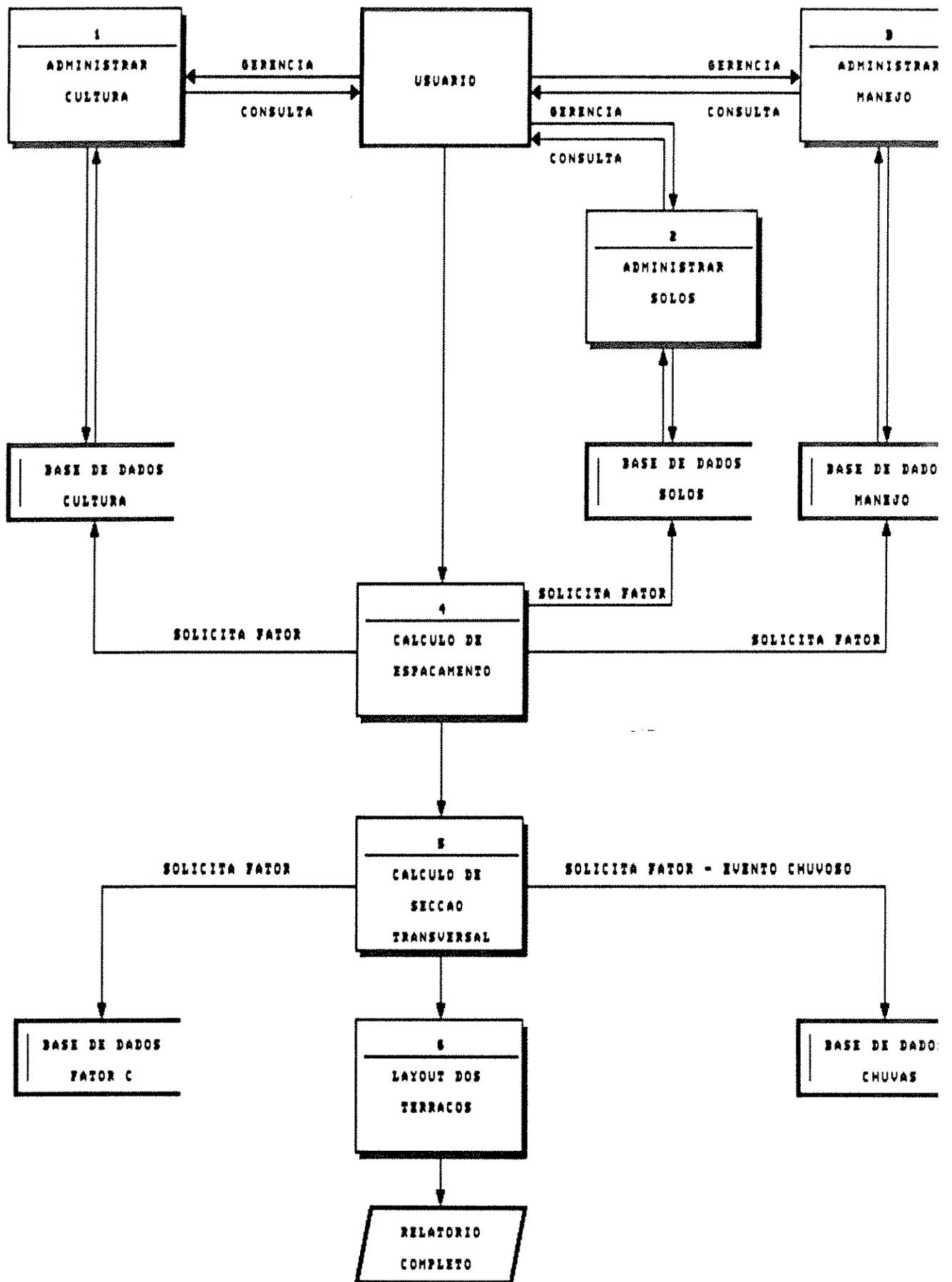


FIGURA 6. DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS PRINCIPAL (NIVEL 0)

4. CALCULO DE ESPACAMENTO

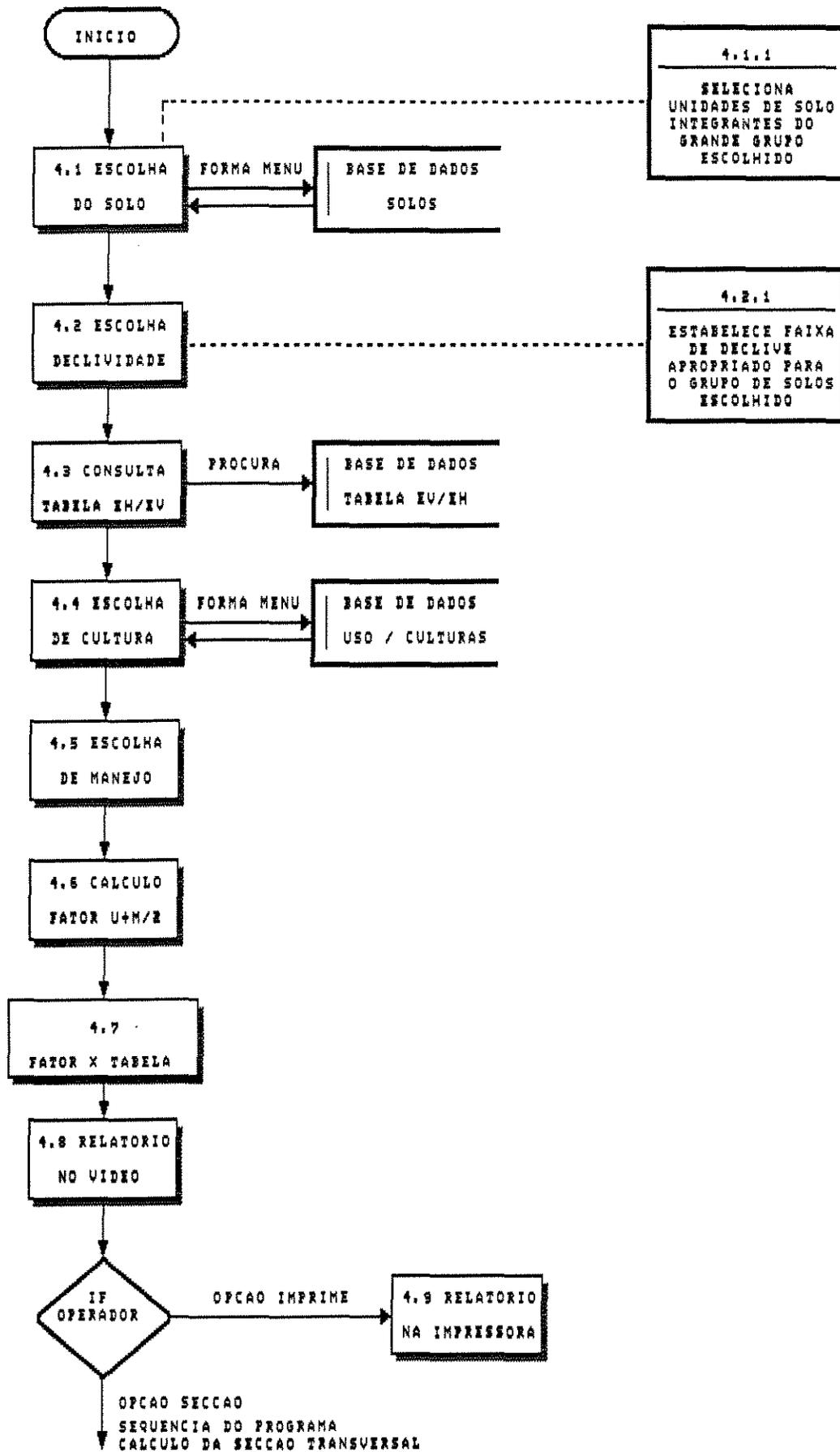
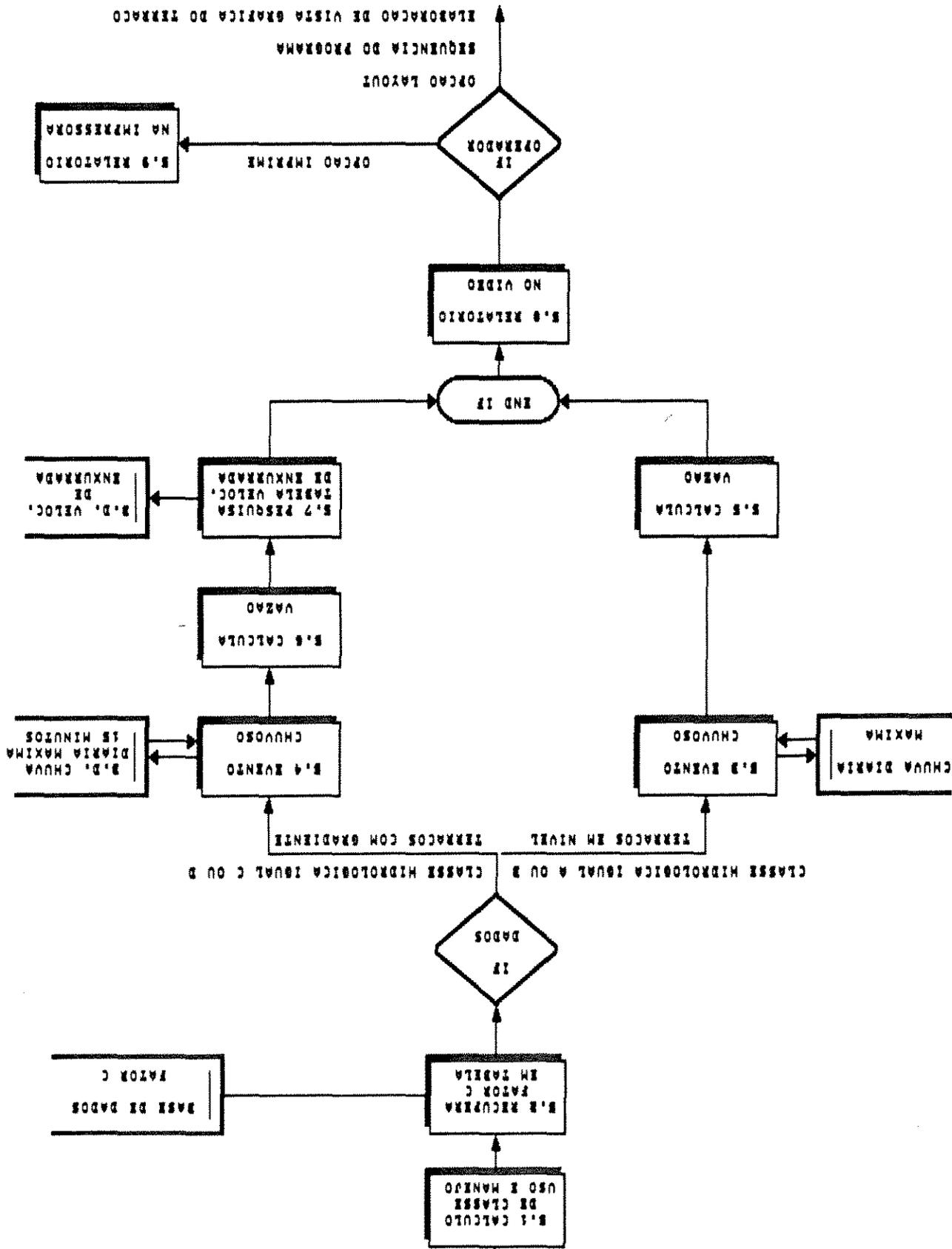


FIGURA 7. DFD (NIVEL 1) - CALCULO DE ESPACAMENTO ENTRE TERRACOS

SEQUENCIA 4. ESPACAMENTO



## 4.2 Definição das bases de dados

A partir dos DFD's elaborados, observa-se que os fluxos são caminhos ao longo dos quais transitam as estruturas de dados. Já as bases de dados são locais, onde as estruturas de dados são armazenadas até serem requisitadas por algum fluxo. Para o presente trabalho adotou-se como convenção a designação "base de dados" como sinônimo de tabelas bi-dimensionais, compostas por elementos de dados (colunas da tabela) e de registros (linhas da tabela); as bases de dados constituídas para o sistema foram reunidas num único banco de dados (banco de dados - Solos ).

Os diagramas de fluxo elaborados na seção anterior localizam quais bases de dados são interessantes para satisfazer os objetivos do sistema e em que local o acesso a essas bases de dados será realizado. Além dessas informações pode se verificar que certas bases de dados podem ser editadas por funções de cadastramento: 1. Administrar cultura; 2. Administrar solos; Administrar manejos, enquanto outras possuem uma característica fixa. O sistema em preparação apresenta essas duas formas de armazenagem de dados, a saber:

**(i) Bases de dados dinâmicas** :- são tabelas bi-dimensionais administradas pelo sistema, que possuem como característica a ampliação, a redução e a modificação de seus registros.

(ii) **Bases de dados estáticas** : são tabelas bi-dimensionais definidas anteriormente ao fluxo do sistema, a partir de um quadro referencial gerado pela pesquisa, que não são alterados pelo sistema (com número de registros fixos). Constituem exemplos as bases de dados de "espaçamento vertical e horizontal para terraços - **ESPACAM**" e as de eventos chuvosos" (**CDMAX** e **CDQUIN**). Na TABELA 3 são apresentados as bases de dados necessárias para o funcionamento do sistema.

**TABELA 3. Relação das bases de dados**

nº	Base de dados	localização	tipo
1	solos	diagrama nível 0	dinâmica
2	cultura	diagrama nível 0	dinâmica
3	manejo	diagrama nível 0	dinâmica
4	espacam	4. cálculo de espaçamento	estática
5	fatorc	5. Seção transversal	estática
6	cdmax	5. Seção transversal	estática
7	cdquin	5. Seção transversal	estática
8	venxur	5. Seção transversal	estática

Embora o **DFD** possa auxiliar na localização e na determinação dos tipos das bases a serem criadas pelo sistema, ele não fornece informações relativas ao conteúdo das mesmas (elementos de dados) e os campos - chaves para a recuperação da informação.

Em relação ao conteúdo das bases de dados, procurou se estabelecer os elementos de dados necessários, escolhendo para cada um deles um nome exclusivo. Uma vez definidos e nomeados os elementos de dados, um ou mais elementos (colunas) foram escolhidos para funcionar como chaves ou identificadores, ou seja, a partir de um valor da chave o usuário do sistema pode acessar apenas um registro (linha) da base consultada.

A escolha de um **campo-chave** e a conseqüente unicidade de registros da tabela são importantes nesta etapa do projeto lógico, pois posteriormente, na implementação física, as tabelas serão ordenadas (indexadas) por ordem alfabética deste campo, o que possibilitará maior agilidade na recuperação de um certo parâmetro para o cálculo. Para o desenvolvimento do sistema chegou-se ao detalhamento das bases de dados apresentado a seguir.

#### 4.2.1 Base de dados - SOLOS

Os dados de solos foram compilados a partir de três fontes, a saber :

(i) "Levantamento pedológico semi-detalhado do estado de São Paulo : Quadricula de Araras (OLIVEIRA et al, 1982): dados relativos a fatores morfológicos dos solos; foram utilizados

somente os dados da quadricula, e não da totalidade do Estado, pois o referido levantamento oferece um nível taxonômico mais detalhado do que o da comissão de solos **BRASIL (1960)**, resultando em maior pormenorização dos dados sobre as unidades pedológicas, além do fato de esta quadricula abranger expressiva parte dos solos cultivados do Estado de São Paulo (Listagem dos solos da quadricula em anexos 1).

(ii) Agrupamento de solos segundo as características de resistência a erosão e seus respectivos índices (LOMBARDI NETO et al, 1991): conforme apresentados na TABELA 4.

TABELA 4. Agrupamento dos solos segundo suas características, resistência a erosão e seus respectivos índices.

Grupo	resistência à erosão	Profundidade	Permeabilidade	Textura	Razão textural	Grandes grupos	Índice (K)
A	Alto	muito profundo (> 2.0 m) ou profundo (1.0 m a 2.0 m)	rápida / rápida moderada/ rápida	média / média m. argilosa /m. argilosa argilosa / argilosa	< 1,2	LR, LE, LV, LVr, LVt, LH, LEa, LVa	1,25
B	Moderado	profundo (1.0 à 2.0 m)	rápida/rápida ou rápida/moderada	arenosa / arenosa arenosa /media, arenosa / argilosa média/argilosa argilosa/ m. argilosa	1,2 a 1,5	Lj, LVP, PV, PVL, Pln, TE, Pvs, R, RPV - RLV, LEa, LVa	1,10
C	Baixo	profundo (1.0 à 2,0m) moderadamente profundo (0,5 à 1.0 m)	lenta / rápida lenta / moderada rápida /moderada	arenosa / média média / argilosa arenosa / argilosa arenosa / m. argilosa	> 1,5	Pml, PVp, PVls Pc e M	0,90
D	muito baixo	moderadamente profundo (0.5 à 1.0 m) raso (0.25 à 0.5 m)	rápida /moderada lenta / lenta	muito variável	muito variável	Li - b , Li - ag, gr, Li - fi ,Li - ac e PVp (rasos)	0,75

fonte: LOMBARDI NETO et al, (1991)

(iii) Dados suplementares aos fornecidos pelos itens anteriores, referentes à erodibilidade, tolerância de perdas de

solo e grupamentos hidrológicos para os solos da quadrícula de Araras - LOMBARDI NETO<sup>1</sup>.

Embora a base de dados - SOLOS possua inicialmente os dados abrangidos pela citada quadrícula, ampliações para os demais solos do Estado poderão ser realizadas através do módulo "Cadastro", a mesma é, portanto, conforme definição, do tipo "dinâmico". contando com os elementos de dados e os campos chaves, apresentados na TABELA 5.

TABELA 5. Composição da base de dados - SOLOS

Elemento de dado	Descrição	Tipo	Tamanho	Campo-chave
cod	código do solo	texto	8	
nom	nome do solo	texto	40	*
und	unidade do solo	texto	20	*
tex	textura	texto	30	
chs	classe hidrológica do solo	texto	3	
ero	fator de erodibilidade	numérico	-	
tol	tolerância a perdas por erosão	numérico	-	
clt	classe textural	texto	3	
grt	gradiente textural	texto	3	
per	permeabilidade do perfil	texto	3	
com	tendência compactação	lógico	1	
dia	horizonte diagnóstico	texto	30	
sat	saturação em bases	texto	25	

Muito embora todos os elementos de dados possam ser editados pelo módulo Cadastro, os elementos (cod, tex, ero, tol, clt, grt, per, com, dia e sat) foram incluídos às bases

<sup>1</sup> LOMBARDI NETO, F. - Comunicação pessoal

de dados apenas com a finalidade de possibilitar futuros desenvolvimentos que caracterizem melhor as propriedades dos solos. Para a presente rotina de cálculos apenas os elementos de dados **nom** e **und** (recuperação de registro) e **chs** (fator para o cálculo) são processadas.

#### 4.2.2 Base de dados - CULTURA

Para a composição da base de dados - **CULTURA**, foram elencadas alternativas de exploração representativas dos diferentes graus de cobertura foliar e estabilização do solo pelo sistema radicular, de acordo com os dados levantados por **LOMBARDI NETO, et al (1989)**, conforme a TABELA 6.

**TABELA 6. Grupo de culturas e seus respectivos índices.**

Grupo	Culturas	Índice
1	feijão, mandioca e mamona	0,50
2	amendoim, algodão, arroz, alho, cebola, girassol e fumo	0,75
3	soja, batatinha, melancia, abóbora, melão e leguminosas para adubação verde	1,00
4	milho, sorgo, cana-de-açúcar, trigo, aveia, centeio, cevada, outras culturas de inverno e frutíferas de ciclo curto como o abacaxi	1,25
5	banana, café, citrus e frutíferas permanentes	1,50
6	pastagens e ou capineiras	1,75
7	reflorestamento, cacau e seringueira	2,00

fonte: LOMBARDI NETO et al, (1989)

A mesma deverá ser ampliada com a implementação de novos elementos de dados que se justifiquem na elaboração de futuras versões do sistema e de novas culturas com seus respectivos índices através da utilização do módulo "Cadastro". Por

definição, a base **CULTURA** é do tipo "dinâmico", contando com os elementos e campo-chave referidos na TABELA 7.

**TABELA 7. Composição da base de dados - CULTURA**

Elemento de dado	Descrição	Tipo	Tamanho	Campo-chave
cul	cultura	texto	40	*
fat	fator de cobertura e enraizamento	numérico	-	

#### 4.2.3 Base de dados - MANEJO

Para a composição dessa base de dados foi adotada a tabela Grupo de preparo do solo e manejo de restos culturais com seus respectivos índices, citada em LOMBARDI NETO et al (1989), que elenca os tipos de manejo de solo mais utilizados na agricultura do Estado de São Paulo, conforme a TABELA 8.

A mesma poderá ser ampliada com a implantação de novos elementos de dados que se justifiquem na elaboração de futuras versões do sistema e de novas metodologias de preparo do solo, com seus respectivos índices, através da utilização do módulo **Cadastro**.

TABELA 8. Grupos de preparo do solo e manejo de restos culturais com os seus respectivos índices.

Grupo	Preparo Primário	Preparo Secundário	Restos culturais	Índices
1	grade aradora (ou pesada) ou enxada rotativa	grade niveladora	Incorporados ou Queimados	0,50
2	Arado de disco ou aiveca	grade niveladora	Incorporados ou Queimados	0,75
3	grade leve	grade niveladora	parcialmente incorporados com ou sem rotação de culturas	1,00
4	arado escarificador	grade niveladora	parcialmente incorporados com ou sem rotação de culturas	1,50
5	não tem	plantio sem revolvimento do solo, roçadeira, rolo faca, herbicidas	superfície do terreno	2,00

fonte: LOMBARDI NETO et al, (1989)

Muito embora essa base de dados pudesse ser do tipo estático, ou mesmo ser substituída pela elaboração de código no programa devido a seu número reduzido de registros, optou-se por sua implementação, prevendo-se futuros trabalhos que forneçam um resumo dos principais sistemas de manejo ocorrentes no Estado de São Paulo. A mesma é, portanto, do tipo dinâmico e não possui campo chave para a recuperação de registros, sendo a sua escolha indicada no programa através de um botão de opções (com as cinco alternativas). A mesma possui os elementos de dados apontados na TABELA 9.

TABELA 9. Composição da base de dados - MANEJO

Elemento de dado	Descrição	Tipo	Tamanho	Campo-chave
man	designação do manejo	texto	50	
pri	preparo primário do solo	texto	50	
sec	preparo secundário do solo	texto	50	
inc	incorporação de restos vegetais	texto	50	
fat	fator de mobilização do solo	numérico	-	

## 4.2.4. Base de dados - ESPACAM

Para a composição da base de dados - ESPACAM foram armazenados os dados da tabela "Espaçamento entre terraços para valores de  $(u+m)/2$  igual a 1,00", citada em LOMBARDI NETO et al (1989), conforme a TABELA 10.

TABELA 10. Espaçamento entre terraços, para valores de  $(u+m)/2 = 1,0$ 

declive %	Terraços em nível				Terraços em desnível			
	Solos A		Solos B		Solos C		Solos D	
	EH	EV	EH	EV	EH	EV	EH	EV
1	56,50	0,56	49,70	0,50	40,70	0,41	33,90	0,34
2	42,20	0,84	37,20	0,74	30,40	0,61	25,30	0,51
3	35,60	1,07	31,30	0,94	25,60	0,77	21,40	0,64
4	31,60	1,26	27,80	1,11	22,70	0,91	18,90	0,76
5	28,70	1,44	25,30	1,26	20,70	1,03	17,20	0,86
6	26,60	1,60	23,40	1,40	19,20	1,15	16,00	0,96
7	24,90	1,75	22,00	1,54	18,00	1,26	15,00	1,05
8	23,60	1,89	20,80	1,66	17,00	1,36	14,20	1,13
9	22,40	2,02	19,80	1,78	16,20	1,45	13,50	1,21
10	21,50	2,15	18,90	1,89	15,50	1,55	12,90	1,29
11	20,60	2,27	18,20	2,00	14,90	1,63	12,40	1,36
12	19,90	2,39	17,50	2,10	14,30	1,72	11,90	1,43
13	19,20	2,50	16,90	2,20				
14	18,60	2,61	16,40	2,30				
15	18,10	2,72						
16	17,60	2,82						

fonte : LOMBARDI NETO et al, (1989)

A referida tabela é proveniente da aplicação das seguintes fórmulas de espaçamento vertical e horizontal:

$$EV = 0,4518 * K * D^{0,58} * \frac{(u + m)}{2} \quad (\text{EQ. 1}) \quad \text{onde:}$$

EV = Espaçamento vertical entre terraços (m)

D = Declividade do terreno (%)

K = Índice de erodibilidade (variável por grupos de solo)

u = Fator de uso do solo

m = Fator de manejo dos solos (preparo e manejo de restos culturais)

O espaçamento horizontal foi calculado a partir de :

$$EH = \frac{100 * EV}{D} \quad (\text{EQ. 2}) \quad \text{onde:}$$

EH = espaçamento horizontal entre terraços (m)

EV = espaçamento vertical entre terraços (m)

D = declividade expressa em porcentagem

A tabela unitária (TABELA 10) resume os valores calculados pelas fórmulas citadas, mantendo constante e igual a 1,0 o fator uso do solo e manejo  $(u+m/2)$ , permitindo facilmente

o estabelecimento dos espaçamentos vertical e horizontal entre terraços e exigindo, para tanto, apenas a caracterização da classe de erodibilidade do solo em questão (TABELA 4) e a declividade média da área a ser terraceada.

Para a complementação do cálculo de espaçamento entre terraços aplicam-se os valores de uso (TABELA 6) e manejo (TABELA 8), de acordo com a condição desejada, conforme a expressão " $(u+m)/2$ ", obtendo-se um fator que será multiplicado pelo valor encontrado na tabela unitária de espaçamentos (TABELA 10).

A base de dados ESPACAM é portanto, do tipo "estático", não podendo ser editada pelo sistema. A mesma conta com os elementos de dados e campos chaves relacionados na TABELA 11.

**TABELA 11. Composição da base de dados - ESPACAM**

Elemento de dado	Descrição	Tipo	Tamanho	Campo-chave
ch	classe hidrológica	texto	1	*
de	declividade	numérico	-	*
eh	espaçamento horizontal	numérico	-	
ev	espaçamento vertical	numérico	-	

#### 4.2.5. Base de dados - FATORC

Para a composição da base de dados - FATORC foram armazenados os dados da tabela "Valores do coeficiente de enxurrada para terrenos cultivados, para solos, usos e manejos diferentes" (TABELA 12), citada em LOMBARDI NETO et al (1989). Essa tabela é proveniente da relação entre as quantidades de chuva e de enxurrada produzida.

TABELA 12. Valores do coeficiente de enxurrada "c" para terrenos cultivados, para solos, usos e manejos diferentes.

Topografia	Classes de uso e manejo	solos A	solos B	solos C	solos D
Plano (0-5%)	Alto	0,20	0,30	0,40	0,50
	Médio	0,30	0,40	0,50	0,60
	Baixo	0,40	0,50	0,60	0,70
Ondulado (5-10%)	Alto	0,30	0,40	0,50	0,60
	Médio	0,40	0,50	0,60	0,70
	Baixo	0,50	0,60	0,70	0,80
Acidentado (10-30%)	Alto	0,40	0,50	0,60	0,70
	Médio	0,50	0,60	0,70	0,80
	Baixo	0,60	0,70	0,90	0,90

fonte: LOMBARDI NETO et al, (1989)

Para a formação da chave de pesquisa da base de dados FATORC foram implementadas as seguintes árvores de decisão para o processo de recuperação da informação.

(i) em relação ao declive :

Se declive  $> 0$  e  $< 5\%$  então top = "plana"

Se declive > 5% e < 10% então top = "ondulada"

Se declive > 10% e < 15% então top = "acidentado"

**(ii) em relação à classe de uso e manejo**

Se  $(u+m)/2$  entre 1.5 e 2.0 então um2 = "alta"

Se  $(u+m)/2$  entre 1.0 e 1.5 então um2 = "média"

Se  $(u+m)/2$  entre 0.5 e 1.0 então um2 = "baixa"

(iii) em relação ao solo

ch = classe hidrológica do solo fornecida pelo usuário durante o cálculo de espaçamento entre terraços

A base de dados FATORC é do tipo estático e conta com os elementos de dados e campos chaves apontados na TABELA 13.

TABELA 13. Composição da base de dados - FATORC

Elemento de dado	Descrição	Tipo	Tamanho	Campo-chave
top	topografia (declive médio)	texto	10	*
um2	fator $(u+m)/2$	texto	5	*
sol	classe hidrológica do solo	texto	1	*
ftc	fator do coeficiente de enxurrada	numérico	-	

#### 4.2.6 Base de dados - CDMAX

Para a composição da base de dados - CDMAX foram armazenados os dados relativos às chuvas diárias máximas (24 horas) em mm no Estado de São Paulo, para um período de retorno de 10 anos, obtidos por VIEIRA et al (1991). As informações relativas a esse trabalho estão demonstradas em um mapa de isoietas, conforme a FIGURA 8.

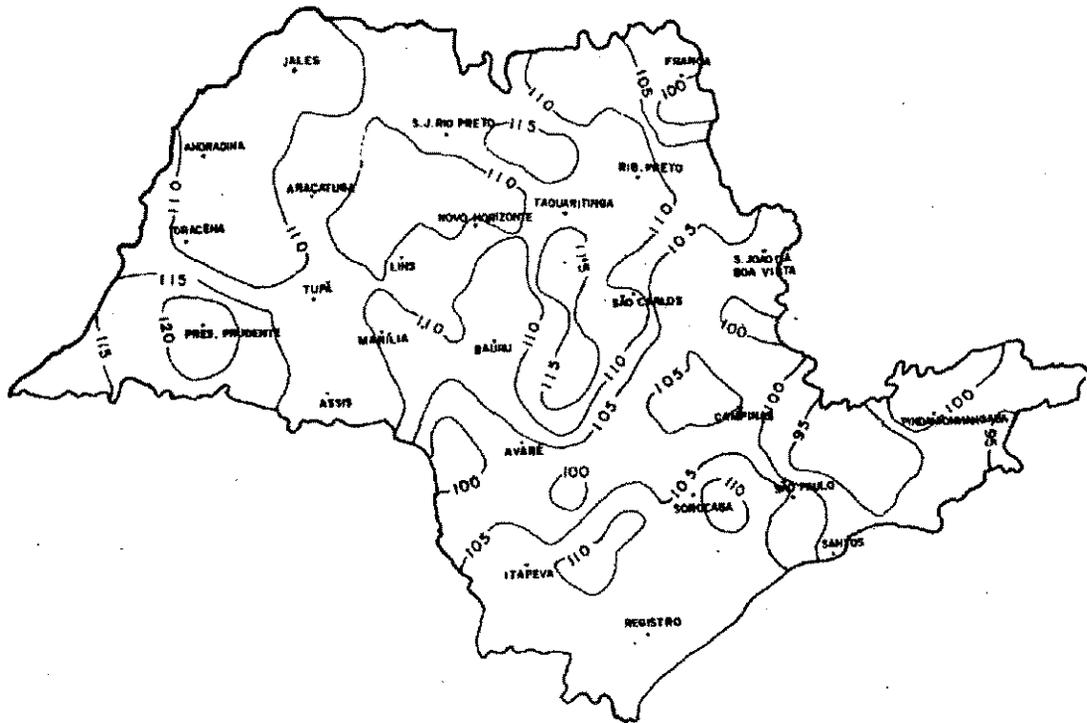


FIGURA 8. Isoietas de chuvas diárias (24 horas) máximas, em milímetros, para período de retorno de 10 anos

FONTE : VIEIRA et al, (1991)

A base de dados CDMAX é proveniente da compilação das informações dos dados do mapa de isoietas, sendo, portanto, conforme definição, do tipo "estático", não podendo ser editada pelo sistema. Ela conta com os elementos de dados e campos chaves relacionados na TABELA 14.

TABELA 14. Composição da base de dados - CDMAX

Elemento de dado	Descrição	Tipo	Tamanho	Campo-chave
mun	Município de ocorrência do evento chuvoso	texto	40	*
c24	chuva diária máxima	numérico	-	



conta com os elementos de dados e campos chaves relacionados na TABELA 15.

TABELA 15. Composição da base de dados - CDQUIN

Elemento de dado	Descrição	Tipo	Tamanho	Campo-chave
mup	Município de ocorrência do evento chuvoso	texto	40	*
c15	Intens. de chuvas máxima em 15 min.	numérico	-	

#### 4.2.8 Base de dados - VENXUR

Para a composição da base de dados - VENXUR foram armazenados os dados da tabela "Vazões dos canais dos terraços para velocidades de enxurrada de 0,60 m/s e 0,75 m/s apresentada em LOMBARDI NETO (1989), as referida tabelas são provenientes da compilação de dados de pesquisa para o dimensionamento da Seção transversal de terraços em desnível, com 500 metros de comprimento e 20 metros de espaçamento horizontal, conforme TABELAS 16 e 17.

TABELA 16. Vazões dos canais dos terraços para velocidade de enxurrada de 0,60 m/s

Profundidade do canal (cm)	Largura do canal (m)						Limite do gradiente (m/1000)
	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	
5	0,022	0,033	0,044	0,055	0,066	0,077	25,0
10	0,041	0,061	0,082	0,103	0,123	0,143	10,0
15	0,060	0,092	0,122	0,152	0,182	0,213	4,5
20	0,080	0,120	0,162	0,202	0,243	0,283	2,7
25	0,103	0,154	0,205	0,254	0,305	0,354	2,4
30	0,125	0,185	0,246	0,306	0,367	0,427	1,4

fonte : LOMBARDI NETO et al, (1989)

TABELA 17. Vazões dos canais dos terraços para velocidade da enxurrada de 0.75 m/s

Profundidade do canal (cm)	Largura do canal (m)						Limite do gradiente (m/1000)
	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	
	$m^3/s$						
5	0,022	0,037	0,052	0,067	0,081	0,096	50,0
10	0,050	0,077	0,103	0,130	0,157	0,182	14,0
15	0,076	0,105	0,153	0,190	0,230	0,270	7,7
20	0,102	0,153	0,204	0,253	0,304	0,353	4,5
25	0,129	0,191	0,256	0,318	0,382	0,445	3,3
30	0,154	0,230	0,306	0,382	0,455	0,530	2,3

fonte: LOMBARDI NETO et al, (1989)

A base de dados VENXUR é do tipo "estático" conforme definição e conta com os elementos de dados e campos chaves relacionados na TABELA 18.

TABELA 18. Composição da base de dados - VENXUR

Elemento de dado	Descrição	Tipo	Tamanho	Campo-chave
vel	velocidade da enxurrada	texto	10	*
vaz	vazão do canal ( $m^3$ / segundo)	texto	10	*
lar	largura do canal (m)	texto	10	
prf	profundidade do canal (m)	texto	10	
lim	limite do gradiente do canal (m/1000)	texto	10	

#### 4.3 Prototipagem de descoberta

As técnicas até aqui apresentadas fornecem um mapeamento geral do sistema a ser desenvolvido, porém esse quadro é estático na medida em que o usuário não pode interagir com essa

estrutura. Para providenciar essa interação realizam-se prototipagens (simulações) do sistema a ser desenvolvido.

Exemplificando a utilidade da técnica de prototipagem, **GANE & SARSON (1992)** citam que "O melhor da prototipagem é descobrir pequenos deslizes de projeto, tais como deixar de incluir uma entrada de elemento de dado ou promover a melhor organização de uma tela", ressaltando-se que o usuário conhece mais do que ninguém a rotina do seu trabalho, podendo auxiliar no desenvolvimento através de sugestões.

Na prototipagem de descoberta apenas a análise mais informal e menos detalhada das necessidades é realizada. A experiência de se utilizar o protótipo estimula os usuários a pensarem mais concretamente a respeito de suas necessidades, e o protótipo pode ser revisto diversas vezes, a medida que os usuários se tornam mais específicos e detalhados sobre suas necessidades.

## 5. MATERIAL UTILIZADO<sup>2</sup>

Para a elaboração do protótipo de descoberta SPT, foi utilizado o compilador **CLIPPER versão Summer 87**, da empresa **NANTUCKET SOFTWARE**. O mesmo compila programas do sistema gerenciador de bases de dados (SGBD) **DBASE III plus**, que se constituiu por muito tempo como software padrão para esse tipo de operações (arquivo de banco de dados com extensão **.DBF**).

Para a elaboração do código fonte do protótipo, utilizou-se o processador de texto **NOTEPAD SIDEQUICK**, por ser o mesmo do tipo "memória residente" ou seja, permanecer na memória **RAM** enquanto utilizam-se outros programas.

Após a criação do código-fonte (**SPT.PRG**) no processador de textos, o compilador do **CLIPPER (CLIPPER.EXE)** converteu o mesmo em código-objeto (código de máquina), gerando o arquivo **SPT.OBJ** (os códigos objeto recebem o mesmo nome dos códigos fonte acrescidos da extensão **(.OBJ)**). Uma vez compilados, os

---

<sup>2</sup> A citação das empresas e produtos no presente trabalho não se constituem em indicação do autor para a compra e utilização dos mesmos.

módulos resultantes foram encadeados (link-editados) com rotinas de bibliotecas CLIPPER, através do link-editor **TURBO-LINK** ou **TLINK** da empresa **BORLAND**, para a produção de um módulo executável (**SPT.EXE**). Para o caso do presente programa foram "link-editadas" as duas bibliotecas de rotinas internas, necessárias a geração do módulo executável : **CLIPPER.LIB** e **EXTEND.LIB**.

O módulo executável é o programa resultante do processo de compilação e link-edição que pode ser executado diretamente sob o sistema operacional **MS-DOS**, versão igual ou mais atual que a 3.3.

O aplicativo principal deste trabalho (**SPTWIN.MAK** e **SPTWIN.EXE**) utiliza o compilador-interpretador **VISUAL BASIC for WINDOWS**, versão 3.0, da empresa norte-americana **Microsoft inc.**, para a edição, compilação e linkagem dos programas fonte em um programa executável. A plataforma de desenvolvimento do sistema foi o sistema operacional **WINDOWS versão 3.1**.

Para a criação e indexação das bases de dados (tabelas) utilizou-se o módulo "**DATA MANAGER**", interno do compilador, sendo que as tabelas foram reunidas em um Banco de dados denominado "**SOLOS**"

Foi utilizado o Sistema gerenciador de bases de dados (SGBD) **Microsoft Access** para edição e listagem dos registros das bases de dados, além de um aplicativo gerador de ícones desenvolvido na própria linguagem **VISUAL BASIC**, denominado **ICONWRKS**, para a edição de ícones utilizados pelo aplicativo.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos por este trabalho se situam em dois planos: o primeiro engloba a análise estruturada do sistema em questão, estabelecendo um fluxograma-arcahouço que deverá ser ampliado e mesmo modificado, constituindo-se apenas em um ponto de partida para um sistema de informação mais completo.

A aplicação de tópicos da metodologia da análise estruturada de sistemas, amplamente utilizada na área de administração de empresas, mostrou-se útil ao fornecer um roteiro para o desenvolvimento do projeto físico (aplicativo-SPTWIN), na medida em que mapeou as ramificações do atual sistema e entreabriu outras possíveis portas a serem exploradas.

Somado ao arcahouço representado pela proposta de fluxograma, o trabalho compila as informações necessárias para o dimensionamento dos terraços, armazenando as mesmas em um Banco de dados através do sistema. Nessa realização procurou-

se, antes de abranger a totalidade das informações (dados), selecionar e especificar informações que possuíssem um quadro referencial suficientemente fundamentado.

Embora a modelagem de dados alcançada no presente trabalho não atinja a sofisticação da direcionada para a administração de informações em parcelas experimentais proposta por LEPRUN & SECHET (s/d), ela atinge os objetivos de um cálculo segundo uma metodologia específica LOMBARDI NETO et al (1991).

A diferenciação entre os dois modelos se justifica na medida em que, conforme apontado no item Revisão, o atual trabalho busca preencher a lacuna da aplicação de dados armazenados de manejo, uso e conservação de solos em processamentos que favoreçam a implantação de práticas conservacionistas (ARRAES, 1993).

Em um segundo plano, estão compreendidas as simulações (prototipagem de descoberta e aplicativo teste). A utilização da prototipagem de descoberta, através do desenvolvimento em CLIPPER - linguagem de programação derivada de um sistema gerenciador de bases de dados (DBASE), possibilitou a definição detalhada das bases de dados e a forma de acesso das mesmas (criação de índices e chaves de busca).

Embora essa linguagem se mostrasse adequada para ensaios relativos a formação das bases de dados, a ausência de duas características desejáveis para a elaboração da prototipagem de descoberta foram sentidas :

(i) **Dicionário de dados**, que possibilitasse o armazenamento de informações relativas aos elementos de dados, variáveis e processos referentes ao sistema.

(ii) **Prototipador de rotinas**, que possibilitasse ensaios de formatação de telas e edição dos seus elementos de dados, com a subsequente atualização desses conteúdos na base de dados.

Foram desenvolvidos nesse protótipo, além da citada formação de bases de dados, os seguintes ensaios:

(i) Configuração do ambiente do programa (set's de configuração).

(ii) Elaboração de menus de entradas de dados (parâmetros para o cálculo) do tipo "Scroll" (rolagem de opções em janela).

(iii) Confeção, indexação e estabelecimento de chaves de recuperação para as bases de dados pertinentes ao cálculo.

(iv) Elaboração de um módulo para a impressão de relatório simplificado.

''

Apenas a rotina de "Cálculo do espaçamento entre terraços" (LOMBARDI et al, 1989) foi abrangida por essa simulação, já que ao realizá-la foram descobertas limitações no tocante ao oferecimento de uma interface gráfica com os usuários que possibilitassem a criação de ícones e símbolos, além da possibilidade do desenvolvimento de projeções gráficas dos terraços propostos.

A adoção de versões mais modernas do **CLIPPER** da **NANTUCKET** (versões 5.0 e posteriores) acrescidas de "Bibliotecas gráficas", tais como **CLBC**, foram descartadas, com vistas a se aproveitarem os recursos oferecidos pela conjugação **VISUAL BASIC X PADRÃO WINDOWS**.

Ao adotar -se a plataforma **WINDOWS** e suas ferramentas de desenvolvimento foram levados em conta os seguintes fatores favoráveis :

(i) **Compatibilidade integral** :- já que o sistema operacional **WINDOWS** e o compilador / interpretador **VISUAL BASIC** foram desenvolvidos pela mesma empresa (**MICROSOFT inc**).

(ii) **Recurso de gerenciamento de bases de dados** :- Desejável para o tratamento do grande volume de informações relativas a área de Conservação de Solos.

(iii) Ambiente possuidor de interface gráfica com o usuário (GUI - graphical user interface):- visualização do processo de construção do terraço (função "Layout") e a possibilidade do usuário poder interagir com um conjunto padronizado de objetos, tais como janelas, botões e barras de deslocamento (padrão WINDOWS) facilitando em muito o aprendizado por parte do operador.

(iv) Recurso de ligação e aninhamento de objetos (OLE - Object linking and embedding) :- que favorece a cooperação entre aplicativos que possuam o padrão WINDOWS, por exemplo, através dos recursos OLE pode-se chamar de dentro de um programa VISUAL BASIC : planilhas desenvolvidas pelo EXCEL, textos formatados pelo WORD ou desenhos criados por CAD's compatíveis ("computer aided design" - auxílio computadorizado ao desenho), ressaltando-se o fato que o aplicativo desenvolvido sempre chamará a versão mais atualizada desse objeto, quando os mesmos forem editados pelos programas de origem.

O sistema desenvolvido procura aproveitar esses recursos da programação "VISUAL". Os programas criados são disparados pela seleção de opções de menu ou com cliques nos objetos componentes das janelas ("FORMS"). Desta forma o usuário

interage com os objetos apresentados na tela, para dar início a eventos, abrir janelas, selecionar ícones e escolher opções de menus, para, desta forma, controlar o aplicativo.

O compilador-interpretador **VISUAL-BASIC** transforma eventos iniciados pelo usuário, em atividade programada, chamando o procedimento associado ao evento. A codificação inserida no procedimento ("procedure") do evento implementa a resposta apropriada à interação com o objeto. No aplicativo desenvolvido apenas o evento "click" foi utilizado, ficando para futuros aperfeiçoamentos do sistema os eventos "DOUBLE CLICK" (clique duplo) e "MOVE" (arraste do mouse).

Para a implementação física do projeto, utilizou-se o recurso de interpretação dos comandos (interpretador), para o teste e detecção de erros (debugagem) e o modo compilador quando os programas já não apresentavam erros de execução, gerando um módulo (**SPTWIN.EXE**) executável diretamente no sistema operacional (**WINDOWS 3.1**), desde que se encontre disponível a biblioteca de funções do **VISUAL BASIC** (**VBRUN300.DLL**).

Foram utilizados os seguintes objetos componentes da barra de ferramentas do compilador : caixas de imagem, caixas de texto para a edição de campos, botões de comando para opções

do usuário dentro das janelas, botões de opção, caixas de verificação para o envio de mensagens ao usuário, caixas de lista e caixas combinadas para a preparação de menus de entrada de parâmetros para o cálculo.

O desenvolvimento do aplicativo no tocante ao desenvolvimento de telas seguiu o padrão da linguagem, utilizando-se uma janela principal maximizada (**MDI-FORM**), dentro das quais se abrem as janelas secundárias ("FORM'S"), correspondentes às funções levantadas na etapa de DFD's, podendo essas serem maximizadas ou minimizadas conforme a conveniência do usuário.

O fechamento de uma janela secundária implica no surgimento de um ícone representativo da função que será desempenhada com o acionamento via-mouse do mesmo. O problema da ocorrência de mais de uma janela secundária abertas na janela principal pode ser equacionado com a opção ORGANIZAR do menu principal, que providencia o arranjo das janelas nas posições verticais, horizontais e em cascata.

Procurou-se, durante a programação, manter uma correspondência entre as janelas e as funções levantadas durante a etapa de análise estruturada de dados. Deste modo é possível dividir os módulos do programa através das janelas

onde se encontram os objetos disparadores de eventos; para o sistema elaborado encontrou-se a seguinte organização de janelas e eventos associados :

(i) **MASTER.FRM** :- apresenta a janela principal (**MDI-form**) "**SPTWIN 0.0**", onde os disparadores de eventos são as opções de um menu principal, horizontal, disposto na parte superior da tela, que conta com as opções : Cadastro, cálculo, organizar e ajuda, cada uma das opções e sub-opções deste menu, carregam as janelas restantes do sistema (abaixo relacionadas).

O fechamento desta janela principal gera o ícone principal do sistema, tornando a aplicação não ativa, em qualquer ponto do sistema é possível a utilização de outros programas aplicativos que estejam carregados (recurso multi-tarefa do **WINDOWS**).

No carregamento desta janela (evento **LOAD**) são definidas as "variáveis objeto" (**BD e TB**), globais para o sistema, que recebem como valor atribuído a estrutura do banco de dados (**SOLOS**) e os registros contidos nas tabelas, respectivamente.

(ii) **SPT1.FRM** :- apresenta a janela secundária (**MDI-CHILD**) "Cadastro de solos", que prepara o cadastramento dos solos, onde os disparadores de eventos são os botões de comando (**CMDATU, CMDRES, CMDDEL, CMDCON, CMDSAL E CMDINC**), que disparam

os eventos de atualização, restauração, exclusão, consulta, gravação e inclusão, respectivamente.

O controle de dados "DATA1" aciona a movimentação de registros, possuindo o deslocamento um a um (setas internas na barra de controle) e começo - fim de arquivo (setas externas na barra de controle)

A opção consulta do **FORM SPT1** abre uma caixa de texto para a entrada de uma condição de pesquisa no formato padrão americano para consultas e gerenciamento de bases de dados relacionais **SQL** ("structured query language" - linguagem de consulta estruturada a bancos de dados relacionais).

(iii) **SPT2.FRM** :- apresenta a janela secundária (**MDI-CHILD**) "Cadastro de Manejos", que prepara o cadastramento dos manejos, onde os disparadores de eventos são os botões de comando (**CMD1APA**, **CMD1SAL**, **CMD1INC**), que disparam os eventos de exclusão, gravação e inclusão respectivamente.

(iv) **SPT3.FRM** :- apresenta a janela secundária (**MDI-CHILD**) "Cadastro de Culturas", que prepara o cadastramento das culturas, onde os disparadores de eventos são os botões de comando (**CMD2APA**, **CMD2SAL**, **CMD1INC**), que disparam os eventos de exclusão, gravação e inclusão, respectivamente.

(v) **SPT4.FRM** :- apresenta a janela secundária (MDI-CHILD) "Examinador de dados", que realiza demonstrações dos registros das bases de dados, onde o único disparador de eventos é a "caixa combinada" (CBOTABLES), que estabelece um menu de opções para a escolha da base a ser examinada.

O evento **LOAD** desta janela configura a mesma para apresentação centralizada, estabelece a conexão com o banco de dados **SOLOS**, de forma a somente possibilitar a leitura dos seus registros. (impedindo a edição do mesmo).

Este módulo utiliza ainda o objeto **GRID** (que não se encontra na biblioteca **VBRUN300.DLL**, nem nas bibliotecas **WINDOWS**), incluído ao arquivo de projeto **SPTWIN.MAK**, através da presença do arquivo **GRID.VBX**.

A citada "grade" é preenchida com os valores constantes na base de dados escolhida pelo usuário, registro a registro, através de "métodos" de deslocamento incluídos dentro de contadores do tipo "FOR - NEXT".

(vi) **SPT5.FRM**:- apresenta a janela secundária (MDI-CHILD) "Cálculo de espaçamento entre terraços", onde os disparadores de eventos são caixas combinadas, um botão de opção configurado

com os parâmetros de manejo a serem fornecidos para o cálculo, a saber COMBO1, COMBO2, COMBO3, COMBO4 e OPCMAN, que disparam os eventos de formação de menus de grupo de solos, unidade de solos, declividade e culturas, respectivamente e por último 3 botões de comando que possibilitam as opções de demonstração do resultado em vídeo, na impressora e seqüência do cálculo (seção transversal).

(vi) **SPT6.FRM** :- apresenta a janela secundária (MDI-CHILD) "Recomendação de Terraceamento", que consiste em um relatório no vídeo com as informações solicitadas no **FORM5**, mais o resultado do cálculo de espaçamento vertical e horizontal, seu único disparador de eventos é um botão de comando denominado **CMDOK**, que possibilita retornar à janela anterior.

(vii) **SPT7.FRM** :- apresenta a janela secundária (MDI-CHILD) "Cálculo da Seção transversal do terraço", onde os disparadores de eventos são caixas combinadas para a entrada dos parâmetros de cálculo. Além destes, o "form" apresenta mais dois disparadores de eventos (botões de comando) para a impressão de relatório ou seqüência do cálculo para layout dos terraços (**CMDOKA** e **CMDLAY**), respectivamente.

(IX) **SPT8.FRM** :- apresenta a janela secundária (MDI-CHILD) "Layout do terraço projetado", onde o disparador de evento é um

botão de comando para a impressão de um desenho da seção calculada do terraço (parâmetros base x altura).

O **FORM** em questão apresenta o desenho do terraço proposto; para tanto, realizou-se a programação em seu evento **PAINT**, com o intuito de recriar a janela, se por acaso a mesma for sobreposta.

A listagem do programa **SPTWIN.MAK** encontra-se no anexo 3 do presente trabalho

Durante o desenvolvimento do aplicativo puderam ser sentidas diversas limitações, a maior parte delas decorrentes do curto espaço de tempo dedicado à exploração dos recursos da linguagem **VB**, ressalta-se a necessidade de mais pesquisa direcionada a desenvolvimentos com essa linguagem, já que a versão atual de seu compilador (3.1) é bem recente (1993).

Entre as limitações observadas na elaboração deste aplicativo teste, citam-se algumas de maior importância :

(i) Ausência da Possibilidade de gravação de uma determinada recomendação de terraceamento :- em arquivos seqüenciais ou do tipo "ASCII", possibilitando a sua recuperação, edição e apagamento.

(ii) O aplicativo deveria prevenir entradas equivocadas em relação ao trinômio (culturas X manejo X declividade):- através de um campo codificado em cada uma dessas bases, apenas códigos uniformes poderiam ser adotados, evitando combinações inadequadas, para tanto seria necessário um estudo de adequação dos três parâmetros.

(iii) Elaboração de um módulo de ajuda:- "CIRCUNSTANCIAL", acionado através da tecla F1.

(iv) Implementação de mascaras e filtros nos campos de edição :- que possibilitassem apenas entradas corretas de dados.

(v) Complementação das bases de dados :- com novos elementos, que possibilitassem a elaboração de relatórios mais sofisticados (típicos de um sistema de informação).

(vi) Criação de ícones com desenhos mais intuitivos :- com vistas ao estabelecimento de uma interface mais amigável com os usuários.

(vii) Implementação de novos controles tridimensionais :- com o estilo "botão de rádio", semelhantes aos implementados nas versões do Sistema operacional WINDOWS 3.1.

Como implementações potenciais a serem desenvolvidos em futuras versões do presente programa, citam-se :

(i) A elaboração de módulo gráfico para plotagem de curvas de nível, delimitando a área a ser terraceada, de modo semelhante a SUDDUTH (1981) e HOLLY (1989).

(ii) Módulo gráfico que possibilite tentativas de demarcação dos terraços sobre a tela planialtimétrica (item anterior), com a utilização de métodos de ajuste de curva (SPATH, 1974) e outros, com vistas a suavização dos contornos no vídeo.

(iii) Utilização da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS) para uma maior precisão na recomendação de práticas conservacionistas (HOLLY, 1989).

(iv) Módulo para estimativas de custo de execução do terraço (RYU & HUNT, 1981).

(v) Elaboração de animações em vídeo:- com vistas laterais e frontais do terraço calculado

(vi) Criação de novas bibliotecas (DLL's) do WINDOWS, através da linguagem C e a utilização de chamadas diretas a funções (API) do WINDOWS.

(vii) Ligação e aninhamento de objetos gerados por Sistemas de Informação Geográfica - SIG's (com especial destaque para os que utilizem a plataforma WINDOWS), em aplicativos desenvolvidos na linguagem VISUAL BASIC. Essa interação deverá possibilitar entre outros recursos, a adoção de parâmetros pluviométricos através de "clicks" em mapas digitalizados e a realização de Modelos numéricos e de elevação de terrenos.

## 7. CONCLUSÕES

A revisão bibliográfica realizada para o presente trabalho ressaltava o grande descompasso existente entre as iniciativas de armazenamento de dados e processamento dos mesmos, em nível nacional e internacional, na área de conservação de solos.

No momento em que iniciativas de cunho conservacionista, tais como os "Programas Estaduais de Microbacias Hidrográficas" empolgam amplos setores da pesquisa e extensão em nosso país, assume especial interesse a utilização da informática, como ferramenta para a elaboração de sistemas de informação direcionados para a captação e processamento dos dados decorrentes desses programas.

Novas ferramentas informatizadas, sobretudo as que incluem características de interfaceamento gráfico aliadas ao gerenciamento de bases de dados, podem ser extremamente úteis na racionalização das rotinas de cálculo e dimensionamento de terraços agrícolas.

O presente trabalho procurou se encaixar nesse contexto e embora se constituindo apenas na elaboração de um programa teste de computador, portanto pouco mais que uma prototipagem de refinamento, procurou demonstrar entre outros pontos:

(i) A utilidade do suporte de ferramentas da análise estruturada de sistemas, na projeção de sistemas de informação voltados para a área da Conservação do Solo.

(ii) A agilidade e segurança do armazenamento (via microcomputadores) dos dados decorrentes da pesquisa em Conservação do Solo, uma vez que a tendência é a sofisticação cada vez maior dos parâmetros a serem levados em conta na elaboração de práticas conservacionistas.

(iii) e por último, a adequabilidade da ferramenta de desenvolvimento VISUAL BASIC na obtenção dos objetivos propostos.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRAES, N. A. M. Levantamento das aplicações das tecnologias da informação no meio rural com estudo de caso sobre a oferta de software agrícola no Estado de São Paulo. Tese de mestrado, Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Elétrica, 1993, 309 p.
- BERTOLINI, D. & LOMBARDI NETO, F. Embasamento técnico do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas. In: LOMBARDI NETO, F. & DRUGOWICH, M.I., coords. Manual técnico de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1993, vol. I, (manual técnico, 38), 15p.
- BERTOLINI, D.; LOMBARDI NETO, F. & DRUGOWICH, M.I. Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas. Campinas, Coordenadoria de Assistência técnica Integral, 1993, 15p.
- BERTONI, J. Espaçamento de terraços para os solos do Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1978. 4 p.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. Editora Ícone, São Paulo, 1990, 355p.
- BORNSTEIN, C. T. e VILELA, P.R.C. O uso da informática em cooperativas : algumas reflexões sobre a modernização na agricultura. Reforma Agrária, set/dez 1991, pag. 53-73

BRASIL, Ministério da Agricultura, Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. **Levantamento e reconhecimento de solos do Estado de São Paulo**, Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, (SNPA, boletim 12), 1960, 643p.

CASTRO, O.M. de. **Preparo do solo para culturas anuais**. In: LOMBARDI NETO, F. & DRUGOWICH, M.I. coords. Manual técnico de Manejo e Conservação do solo e água. Campinas, Coordenadoria de Assistência técnica Integral, 1993, vol. III, (manual técnico, 40), p. 61-87.

CRAIG, J. C. **Microsoft VISUAL BASIC : versão 3**, São Paulo: MAKRON BOOKS, 1994, 519p.

DANIEL, L.A.; DRUGOWICH, M.I.; PECHE FILHO, A.; CARVALHO, L.R.V de; SILVA, J.C.R. da e SANTOS, P dos. **Mecanização conservacionista - cursos de instrutores**, Campinas, manual da S.A.A, número 1, 1990, 300p.

DNAEE, Divisão de controle de recursos hídricos. **Inventário das estações pluviométricas**. Brasília, 1987.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture - Soil Conservation Service, **Engineering field manual**.

GADDIS, R. e WINTERS, C. **Nebraska terrace program: technical documentation**, A.B. Consulting, Lincoln, NE, 1978.

GALETI, P.A. Operações agrícolas. in: \_\_\_\_\_. **Mecanização agrícola ; preparo do solo**. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1983. cap. 2, p. 6-12.

GANE, C. **Desenvolvimento rápido de sistemas**. 1ª edição. Rio de Janeiro: LTC - Livros técnicos e científicos editora, 1988, 168 p.

- GANE, C. & SARSON, T. **Análise estruturada de Sistemas**. 1ª edição : 15ª tiragem. Rio de Janeiro: L.T.C livros técnicos e científicos. 1983, 257 p.
- GUIMARÃES, A. M. & LAGES, N.A.C. **Algoritmos e estruturas de dados**, Rio de Janeiro: LTC - livros técnicos e científicos S.A, 1985, 216p.
- HEALEY, J. e MOE, R. **HP-41C "TR GR" 10882 (Terrace storage)**, Illinois state soil Conservation service, Champaign, Illinois, 1982.
- HOLLY, T. **Terraces for erosion and runoff: a program simulation**. M.S. thesis, University of Maryland, College Park, MD, 1989, 204p.
- JOHNSON, A.T. & HOLLY, T. **Terraces for erosion and runoff :a simulation (TERPS)**. Computers and Eletronics in Agriculture Amsterdam. v.7. p 121-132. 1992.
- LEPRUN, J.C. **A situação da conservação do solo e da água no Brasil. O papel do SNLCS da EMBRAPA**. Relatório SNLCS/EMBRAPA, Rio de Janeiro, 1988, 42p.
- LEPRUN, J.C. & SECHET, P. **Uniformização de bancos de dados sobre manejo e conservação do solo**, Comunicação interna da EMBRAPA - SNLCS, Rio de Janeiro, (sem data), 24p.
- LEPRUN, J.C. **Manejo e Conservação de solos no Nordeste**. MINTER-SUDENE, Recife, 1988, 271p.
- LOMBARDI NETO ,F.; BELINAZZI JUNIOR, R.; LEPSCH, I.F.; OLIVEIRA, J.B. de; BERTOLINI, D.; GALETTI, P.A. **Nova abordagem para cálculo de espaçamento entre terraços**. In : LOMBARDI NETO, F. & BELINAZZI JÚNIOR coords. Simpósio sobre terraceamento agrícola, Campinas-SP, Fundação Cargill, 1989, pag. 99-124.

LOMBARDI NETO, F.; BELINAZZI JÚNIOR, R.; LEPSCH, I.F.; OLIVEIRA, J.B. de; BERTOLINI, D.; GALETTI, P.A. & DRUGOWICH, M.I. **Terraceamento agrícola**. Campinas. Coordenadoria de Assistência Técnica integral, Boletim técnico 206. 1991. 38p.

LOMBARDI NETO, F. & BERTONI, J., **Tolerância de perdas de terras para solos do Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1975, 12 p. (boletim técnico, 28).

LOMBARDI NETO, F. & DRUGOWICH, M.I. coordenadores, **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água - Tecnologias para aumentar a cobertura vegetal e a infiltração de água no solo**, Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica integral, vol.III, (manual técnico, 40), 1993, 102p.

LOMBARDI NETO, F.; Bellinazzi Junior, R; Lepsch, I.F.; Oliveira, J.B. de; Bertolini, D.; Galetti, P.A. & Drugowich M.I. **Terraceamento Agrícola**. In: Lombardi Neto, F. & Drugowich, M.I. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**, Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica integral - CATI. vol.IV, (manual técnico, 41), 1993, p 11-35.

NELSON, R. **VISUAL BASIC FOR WINDOWS 3.0 : guia autorizado Microsoft / Ross Nelson**, São Paulo, MAKRON BOOKS, 1994, 390P.

OLIVEIRA, J.B. de; BARBIERI, J.L.; ROTTA, C.L. & TREMOCOLDI, W.A. **Levantamento Pedológico semi-detalhado do estado de São Paulo : quadrícula de Araras**. Campinas. Instituto Agrônomo de Campinas. (boletim técnico, 72), 1982. 180p.

PASLEY, R.M. & FORSYTHE, P. **Terrace computer program system, concepts and programming procedures**. St. Joseph: ASAE, 1970. 15 p (ASAE paper nº 70-244).

PHILLIPS, R. L. **Tile outlet terraces; history and development**, ASAE annual meeting transcript nº 67-232, 1967.

RYU, K.H. e HUNT, D.R. **Modeling machines operations for estimating terrace construction costs.** TRANSACTIONS of the ASAE 24(1):81-86, 1981.

SÃO PAULO, Secretaria da Agricultura e Abastecimento. **Praticas de controle da erosão e tabelas de espaçamento,** Campinas, de Assistência Técnica integral, 1979, 8p.

SPATH, H. **Spline algorithms for curves and surfaces.** Utilitias mathematica publishing inc., Winnipeg - Canada, 1974.

SUDDUTH, K. A. **Computer Aid for terrace location.** St. Joseph : ASAE, 1981, 6 p. (paper ASAE n° 81-2515).

VIDAL, A. G. da R. **Clipper ver. Summer 87.** Rio de Janeiro. L.T.C. Livros técnicos e científicos. 3ª edição. volumes 1 e 2 1989. 1 - 547 p

VIEIRA, S.R.; LOMBARDI NETO, F. & BURROWS, I.T. **Mapeamento da chuva diária máxima provável para o Estado de São Paulo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 1991, 15(1): 93-98.

VISUAL BASIC, **Language reference,** Microsoft inc., 1993, 673p.

YARAMANOGLU, M. **Microcomputer based interactive design of grassed waterways.** unpublished report, 1985.

## ABSTRACT

This work is about the steps reached on development of a test computer program. The aim of this program is to be helpful for both the distance between agricultural terraces calculations and their project (transversal section). The calculation routine adopted on automating work, follows the criteria used by the Soil Conservation Department of the "Instituto Agronômico de Campinas" , State of São Paulo.

The program was written in "Visual Basic version 3.0" language and idealized for running in microcomputers IBM pattern, under the "WINDOWS version 3.1" operational system.

ANEXO 1 - Listagem dos solos da quadricula de Araras,  
apresentados no programa

GRUPO DE SOLO	UNIDADE	CHS
LATOSSOLO ROXO	LATOSSOLO ROXO	A
LATOSSOLO ROXO	BARÃO DE GERALDO	A
LATOSSOLO ROXO	RIBEIRÃO PRETO	A
LATOSSOLO VERMELHO ESCURO	ORTO	A
LATOSSOLO VERMELHO ESCURO	FASE ARENOSA	A/B
LATOSSOLO VERMELHO ESCURO	HORTOLÂNDIA	B
LATOSSOLO VERMELHO ESCURO	LIMEIRA	A
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	ORTO	A
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	FASE RASA	A
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	FASE ARENOSA	A/B
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	FASE TERRAÇO	A
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	LVPV	B
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	CAMARGUINHO	A
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	CAMPININHA	B
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	COQUEIRO	B
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	LARANJA AZEDA	A/B
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	MATO DENTRO	A
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	SÃO LUCAS	B
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	SPECULAAS	B
TERRA ROXA ESTRUTURADA	T. R. ESTRUTURADA	A/B
TERRA ROXA ESTRUTURADA	ESTRUTURADA	B
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO	ORTO	B
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO	VAR. PIRACICABA	C/D
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO	VAR. LARAS	B/C
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO	VAR. LINS	B/C
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO	VAR. MARILIA	C
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO	PVLV	C
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO	ALVA (Ta)	D
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO	ALVA (Tb)	C
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO	OLARIA	C
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO	SANTA CRUZ (Ta)	C/D
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO	SANTA CRUZ (Tb)	C
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO	SERRINHA (Ta)	C/D
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO	SERRINHA (Tb)	C
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO	USINA	B
AREIA QUARTZOSA	AREIA QUARTZOSA	B
SOLOS LITÓLICOS	ARENITO	D
SOLOS LITÓLICOS	BASALTITO	D
SOLOS LITÓLICOS	FILITO-XISTO	D
SOLOS LITÓLICOS	FOLHELHO	D
SOLOS LITÓLICOS	GRANITO-GNAISSE	D
CAMBISSOLO	PALHA	C
CAMBISSOLO	SETE LAGOAS	C

## ANEXO 2 - Listagem das culturas apresentadas no programa

Culturas	fator
Algodão	0,75
Amendoim	0,75
Arroz	0,75
Aveia	1,25
Café	1,50
Cana-de-açúcar	1,25
Eucalipto	2,00
Feijão	0,50
Frutas tropicais	1,50
Laranja	1,50
Leguminosas	1,00
Limão	1,50
Mamona	0,50
Mandioca	0,50
Milho	1,25
Pastagens	1,75
Seringueira	2,00
Soja	1,00
Trigo	1,25

ANEXO 3 - Telas apresentadas pelo sistema SPTWIN ver.0.0

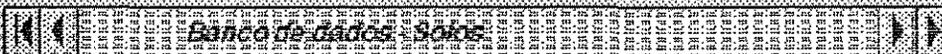
SPT1.FRM - Tela de cadastro de solos

Incluir	Salvar	Apagar	Consultar	Restaurar	
Nome (nom)	<input type="text"/>				
Codigo (cod)	<input type="text"/>				
Unidade (und)	<input type="text"/>				
Saturacao	<input type="text"/>				
Textura	<input type="text"/>				
Cl. hidrológica	<input type="checkbox"/>	Erodibilidade	<input type="text"/>	Tolerancia	<input type="text"/>
Compactacao	<input type="checkbox"/>	Hz. Diagnostico	<input type="text"/>		
Clas. Textural	<input type="checkbox"/>	Grad. Text.	<input type="text"/>	Permeab.	<input type="text"/>
Banco de dados Solos					

SPT2.FRM - Tela de Cadastro de manejos

Incluir	Salvar	Apagar
Campo :	Valor	
Manejo	<input type="text"/>	
Preparo Primario	<input type="text"/>	
Preparo Secundario	<input type="text"/>	
Incorporacao	<input type="text"/>	
Fator de calculo	<input type="text"/>	
Banco de dados Manejo		

SPT1.FRM - Tela de cadastro de solos

Incluir	Salvar	Apagar	Consultar	Restaurar	
Nome (nom)	<input type="text"/>				
Código (cod)	<input type="text"/>				
Unidade (und)	<input type="text"/>				
Situacao	<input type="text"/>				
Textura	<input type="text"/>				
Cl. hidrológica	<input type="checkbox"/>	Erodibilidade	<input type="text"/>	Tolerancia	<input type="text"/>
Compactação	<input type="checkbox"/>	Hz. Diagnostico	<input type="text"/>		
Clas. Textural	<input type="text"/>	Grad. Text.	<input type="text"/>	Permeab.	<input type="text"/>
 Banco de dados - Solos					

SPT2.FRM - Tela de Cadastro de manejos

Incluir	Salvar	Apagar
Campo:	Valor	
Manejo	<input type="text"/>	
Preparo Primario	<input type="text"/>	
Preparo Secundario	<input type="text"/>	
Incorporação	<input type="text"/>	
Fator de calculo	<input type="text"/>	
 Banco de dados - Manejo		

SPI5.FRM - Tela "Cálculo de Espaçamento entre terraços"

Formulário de configuração para o cálculo de espaçamento entre terraços. O formulário contém quatro menus suspenso (Combo1, Combo2, Combo3, Combo4) e uma seção de opções de manejo.

Combo1      Combo2

Combo3      Combo4

**Maneja**

Preparo Primario	Preparo Secundario	Plantas Culturais
<input type="radio"/> G. Arad. ou enx. relativa	Grade Niveladora	Incorp. ou Queima
<input type="radio"/> Arado disco ou Arado	Grade Niveladora	Incorp. ou Queima
<input type="radio"/> Grade Leve	Grade Niveladora	Incorp. Parcial
<input type="radio"/> Arado Escarificador	Grade Niveladora	Incorp. Parcial
<input type="radio"/> Sem Preparo Primario	Sem revolvimento	Na superficie

Relatório no vídeo      Relatório Impresso      Cálculo da Seção

SPI6.FRM - Tela "Recomendação de terracamento"

Formulário de recomendação de terracamento. O formulário apresenta uma lista de parâmetros de entrada e uma única opção de confirmação.

Grupo de Solo :  
Unidade :  
Declividade :  
Cultura escolhida :  
Manejo escolhido :  
Classe Hidrológica :  
Recom. de Terraço :  
Esp. horizontal :  
Esp. Vertical :

OK

SPT7.FRM - Tela "Cálculo da Seção transversal do terraço"

cbox1 +

Cálculo da Seção (em nível)					
Solo	Chuva Máx. diária (mm)	fator c	EH (m)	Volume (m <sup>3</sup> /m)	Seção do Canal (m <sup>2</sup> )

cbox2 +

Cálculo da Seção (com gradiente)					
Solo	Inf. máx. 15min. (mm)	fator c		Área (500m x EH) ha	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
Velocidade = 0.6 m/s			Velocidade = 0.75 m/s		
Profund. (m)	Largura (m)	Grad. (m/1000)	Profund. (m)	Largura (m)	Grad. (m/1000)

Relatório Impresso

Layout do terraço

SPT8.FRM - Tela "Layout do canal do terraço"

Impressão

ANEXO 4 - Relatórios gerados pelo programa SPTWIN ver. 0.0  
(Exemplo hipotético de aplicação)

---

Faculdade de Engenharia Agrícola - FEAGRI  
Relatório de Espaçamento entre terraços  
Sistema SPTWIN - 0.0

---

Parâmetros escolhidos para o Cálculo

Nome do solo: LATOSSOLO ROXO

Localidade do solo: BARAO GERALDO

Inclinação do terreno: 9%

Cultura: MILHO

Tratamento: GRADE ARAD. OU ENX. ROTAT. / GRADE NIVELAD. / INCORP. OU QUEIMA

Classe Hidrológica do solo : A

---

Recomendações para o terraceamento

Tipo de terraço recomendado: TERRAÇO DE ARMAZENAGEM (CANAL EM NÍVEL)

Distância de espaçamento Horizontal: 19.6m

Distância de espaçamento Vertical : 1.77m

---

Observações

Para a obtenção de uma maior proteção do solo, utilize a combinação de práticas conservacionistas em conjunto com a prática do Terraceamento.

Observe a ocorrência de compactação nos solos de sua propriedade, na dúvida consulte o órgão de assistência técnica e extensão rural de sua região.

---

FIM DE RELATÓRIO

---

-----  
Faculdade de Engenharia Agrícola - FEAGRI  
Relatório de Seção transversal do terraço  
Sistema SPTWIN - 0.0  
-----

Terraço de Armazenagem (canal em nível)

eficiente de enxurrada (fator c) = 0.50, para:

tipo: ONDULADO

Índice de Uso e manejo: 0.875 => Classe de uso e manejo : BAIXO

Classe hidrológica do solo: A

Localidade: CAMPINAS

Chuva máxima em 24 horas (per. de retorno 10 anos): 0.105m

Distância a ser drenada (entre terraços): 19.6m  
-----

Dimensões calculadas para o terraço

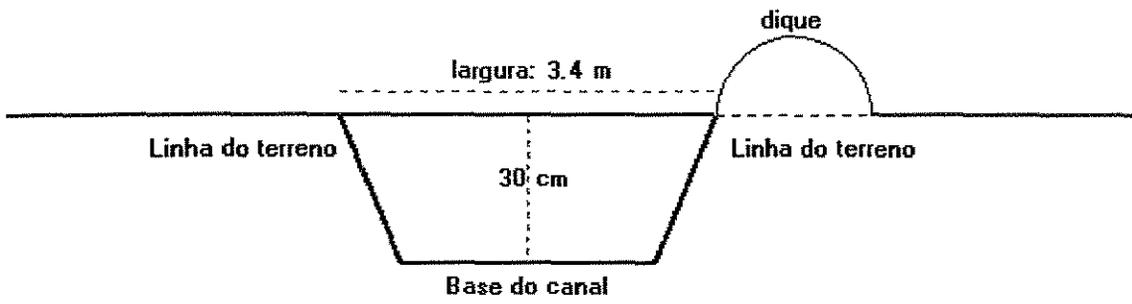
Área transversal calculada: 1.03m<sup>2</sup>

Fundidade do canal: 0,30m

Profundura do canal: 3.4m

----- FIM DE RELATÓRIO -----

Dimensões do terraço (em nível):



ANEXO 5 - Listagem do programa SPTWIN ver. 0.0

```
Sub mnucon_Click ()
    spt4.Show
End Sub

Sub MDIForm_Load ()
    Set BD = OpenDatabase("C:\sptwin\solos.mdb", False, False)
    Set TB = BD.OpenTable("solos")
End Sub

Sub mnucas_Click ()
    master.Arrange 0
End Sub

Sub MNUESP_Click ()
    spt5.Show
End Sub

Sub mnuhor_Click ()
    master.Arrange 1
End Sub

Sub mnuico_Click ()
    master.Arrange 3
End Sub

Sub mnuman_Click ()
    spt2.Show
End Sub

Sub mnupes_Click ()
    spt4.Show
End Sub

Sub MNUSAI_Click ()
    TB.Close
    BD.Close
    End
End Sub

Sub mnusol_Click ()
    spt1.Show
End Sub

Sub mnuuso_Click ()
    spt3.Show
End Sub

Sub mnuver_Click ()
    master.Arrange 2
End Sub
```

```

Sub CMDATU_Click!()
    datal.Recordset.Update
End Sub

Sub CMDCAN_Click ()
    datal.Recordset.Delete
    datal.Recordset.MoveNext
End Sub

Sub CMDCON_Click ()
    Dim critério$
    critério$ = InputBox("Forneça a chave da pesquisa ?           ex.: NOM=<aspa
<aspa dupla>", "Modulo de consulta")
    If critério$ = "" Then
        cmdcon.SetFocus
        Exit Sub
    End If
    datal.Recordset.FindFirst critério$
    If datal.Recordset.NoMatch Then
        MsgBox "Registro não encontrado !!!"
    End If
End Sub

Sub CMDDEL_Click ()
    resposta% = MsgBox("Deseja apagar o registro corrente", 52, "Modulo apagar")
    If resposta% = idno Then
        txtnom.SetFocus
        Exit Sub
    End If
    datal.Recordset.Delete
    datal.Recordset.MovePrevious
End Sub

Sub CMDINC_Click ()
    datal.Recordset.AddNew
    sptl.txtnom.SetFocus
End Sub

Sub CMDRES_Click ()
    datal.Refresh
End Sub

Sub CMNSAL_Click ()
    datal.Recordset.Update
End Sub

Sub Form_Load ()
    sptl.Left = 0
    sptl.Top = 0
    sptl.Height = 6000
    sptl.Width = 8000
End Sub

```

```
Sub Command1_Click ()
    data2.Recordset.AddNew
    spt2.txtman.SetFocus
End Sub

Sub Command2_Click ()

End Sub

Sub cmdlapa_Click ()
    resposta% = MsgBox("Deseja apagar o registro corrente", 52, "Modulo apagar")
    If resposta% = vbNo Then
        txtman.SetFocus
        Exit Sub
    End If
    data2.Recordset.Delete
    data2.Recordset.MovePrevious
End Sub

Sub cmdlinc_Click ()
    data2.Recordset.AddNew
    spt2.txtman.SetFocus
End Sub

Sub cmdlsal_Click ()
    data2.Recordset.Update
End Sub

Sub Form_Load ()
    spt2.Left = 400
    spt2.Top = 400
    spt2.Height = 4995
    spt2.Width = 7995
End Sub
```

```

Sub cmd2apa_Click ()
    resposta = MsgBox("Deseja apagar o registro corrente", 52, "Modulo apagar")
    If resposta = vbYes Then
        txtcul.SetFocus
        Exit Sub
    End If
    data3.Recordset.Delete
    data3.Recordset.MovePrevious
End Sub

Sub cmd2inc_Click ()
    data3.Recordset.AddNew
    spt3.txtcul.SetFocus
End Sub

Sub cmd2sal_Click ()
    data3.Recordset.Update
End Sub

Sub Form_Load ()
    spt3.Left = 800
    spt3.Top = 800
    spt3.Width = 7995
    spt3.Height = 3500
End Sub

```

```

Sub enchegrid (ByVal tablename As String
Dim i As Integer, cellwidth As Integer
dtatable.RecordSource = tablename
grddata.Cols = dtatable.Database(tablename).Fields.Count
grddata.Row = 0
For i = 0 To dtatable.Database(tablename).Fields.Count - 1
    grddata.Col = i
    grddata.Text = dtatable.Database(tablename).Fields(i).Name
    grddata.ColWidth(i) = TextWidth(grddata.Text) + 100
Next i
dtatable.Refresh
dtatable.Recordset.MoveLast
grddata.Rows = dtatable.Recordset.RecordCount + 1
dtatable.Recordset.MoveFirst
grddata.Row = 0
Do While Not dtatable.Recordset.EOF
    grddata.Row = grddata.Row + 1
    For i = 0 To dtatable.Database(tablename).Fields.Count - 1
        grddata.Col = i
        If IsNull(dtatable.Recordset(i).Value) Then
            grddata.Text = ""
        Else
            grddata.Text = dtatable.Recordset(i).Value
        End If
        cellwidth = TextWidth(grddata.Text) + 100
        If cellwidth > grddata.ColWidth(i) Then
            grddata.ColWidth(i) = cellwidth
        End If
    Next i
    dtatable.Recordset.MoveNext
Loop
End Sub

Sub cbotables_Click ()
    enchegrid cbotables.Text
End Sub

Sub Form_Load ()
    spt4.Top = 1200
    spt4.Left = 1200
    spt4.Width = 7995
    spt4.Height = 3500
    dtatable.Connect = ""
    dtatable.DatabaseName = "c:\sptwin\solos.mdb"
    dtatable.ReadOnly = True
    dtatable.Exclusive = True
    dtatable.Refresh
    cbotables.AddItem "SOLOS"
    cbotables.AddItem "MANEJO"
    cbotables.AddItem "CULTURA"
    cbotables.Text = "(nenhum)"
End Sub

```

```

Sub Combo5_Click ()
    Dim i%          'i% = contador
    Set tb = bd.OpenTable("manejo")
    tb.index = "indman" 'indice p/ manejo (man)
    If combo3.List(0) Then i% = 1
    If combo3.List(1) Then i% = 2
    If combo3.List(2) Then i% = 3
    If combo3.List(3) Then i% = 4
    If combo3.List(4) Then i% = 5
    tb.Seek "=", i%
    fm = tb("fat")
End Sub

Sub cmdok_Click ()
    Set tb = bd.OpenTable("espacam")
    tb.index = "indesp"
    tb.Seek "=", vchs, dec
    veh = tb("eh")
    vev = tb("ev")
    fmult = (fc + fm) / 2
    reh = fmult * veh
    rev = fmult * vev
    spt6.Show
End Sub

Sub Combo1_Click ()
    cri = combo1.Text          'valor do grupo de solo
    Set tb = bd.OpenTable("solos")
    tb.index = "indnome"      'index p/ nome
    tb.Seek "=", cri
    combo2.Clear
    Do While tb("nom") = cri
        combo2.AddItem tb("und")
        tb.MoveNext
        If tb.EOF Then
            Exit Do
        End If
    Loop
    label2.Caption = "Escolha da Unidade:"
    combo2.SetFocus
End Sub

Sub Combo2_Click ()
    Dim i%, lim%          'i=contador, lim=limite declive
    ter = combo2.Text      '(valor da unidade de solo)
    Set tb = bd.OpenTable("solos")
    tb.index = "indcomp" '(indice p/ nome/unidade de solos)
    tb.Seek "=", cri, ter
    vchs = tb("chs")
    If tb("chs") = "A" Then lim = 16
    If tb("chs") = "B" Then lim = 14
    If tb("chs") = "C" Or tb("chs") = "D" Then lim = 12
    combo3.Clear
    For i% = 0 To lim
        combo3.AddItem Str(i)
    Next
    label3.Caption = "Escolha declive:"
    combo3.SetFocus
End Sub

Sub Combo3_Click ()
    dec = combo3.Text
    Set tb = bd.OpenTable("cultura")
    Do While Not tb.EOF
        combo4.AddItem tb("cul")
        tb.MoveNext
    Loop

```

```
Sub Combo4_Click ()
    vcul = combo4.Text
    Set tb = bd.OpenTable("cultura")
    tb.index = "indcul"
    tb.Seek "=", vcul
    fc = tb("fat")
    Set tb = bd.OpenTable("manejo")
    frame1.Enabled = True
    opcman(0).Enabled = True
    opcman(1).Enabled = True
    opcman(2).Enabled = True
    opcman(3).Enabled = True
    opcman(4).Enabled = True
End Sub
```

```
Sub Form_Load ()
    spt5.Width = 8000
    spt5.Height = 6120
    Set tb = bd.OpenTable("solos")
    tb.index = "indnome"
    Do While Not tb.EOF
        uni = tb("nom")
        combol.AddItem tb("nom")
        Do Until uni <> tb("nom")
            tb.MoveNext
            If tb.EOF Then
                Exit Do
            End If
        Loop
    Loop
    label1.Caption = "Escolha do grupo de solo:"
End Sub
```

```
Sub opcman_Click (index As Integer)
    vman = opcman(index).Caption
    If index = 0 Then fm = .5
    If index = 1 Then fm = .75
    If index = 2 Then fm = 1
    If index = 3 Then fm = 1.5
    If index = 4 Then fm = 2
    frame2.Enabled = True
    cmdok.Enabled = True
    cmdcan.Enabled = True
    cmdsai.Enabled = True
    cmdok.SetFocus
End Sub
```

SPT6.FRM - 1

```
Sub Form_Load ()
    label2.caption = cri
    label4.caption = ter
    label6.caption = dec
    label8.caption = vcul
    label10.caption = vman
    label12.caption = vchs
    If vchs = "A" Or vchs = "B" Then
        label14.caption = "Terraco em nivel"
    Else
        label14.caption = "Terraco em desnivel"
    End If
    label16.caption = reh
    label18.caption = rev
End Sub
```

MODULE1.BAS - 1

```
Global BD As database
Global Tb As table
Global cri As String 'variavel grupo de solo
Global ter As String 'variavel unidade de solo
Global vchs As String 'variavel com classe hidrologica do solo
Global dect 'variavel declividade
Global fc As Single 'fator de cultura (tabela)
Global fm As Single 'fator de manejo
Global fmult As Single 'fator (u+m)/2
Global veh As Single 'espacamento horizontal tabela
Global vev As Single 'espacamento vertical tabela
Global reh As Single 'espacamento horizontal x (u+m)/2
Global rev As Single 'espacamento vertical x (u+m)/2
Global vcul As String 'cultura escolhida
Global vman As String 'manejo escolhido
```

```
Sub limpacampos ()
  spt1.txtnom.Text = ""
  spt1.txtcod.Text = ""
  spt1.txtund.Text = ""
  spt1.txtsat.Text = ""
  spt1.txttex.Text = ""
  spt1.txtchs.Text = ""
  spt1.txtero.Text = Val("0")
  spt1.txttol.Text = Val("0")
  spt1.txtcom.Text = ""
  spt1.txtdia.Text = ""
  spt1.txtclt.Text = ""
  spt1.txtgrt.Text = ""
  spt1.txtper.Text = ""
End Sub
```

```
Visual Basic global constant file. This file can be loaded
into a code module.
```

```
Some constants are commented out because they have
duplicates (e.g., NONE appears several places).
```

```
If you are updating a Visual Basic application written with
an older version, you should replace your global constants
with the constants in this file.
```

```
' General
```

```
' Clipboard formats
```

```
Global Const CF_LINK = &HBF00
Global Const CF_TEXT = 1
Global Const CF_BITMAP = 2
Global Const CF_METAFILE = 3
Global Const CF_DIB = 8
Global Const CF_PALETTE = 9
```

```
' DragOver
```

```
Global Const ENTER = 0
Global Const LEAVE = 1
Global Const OVER = 2
```

```
' Drag (controls)
```

```
Global Const CANCEL = 0
Global Const BEGIN_DRAG = 1
Global Const END_DRAG = 2
```

```
' Show parameters
```

```
Global Const MODAL = 1
Global Const MODELESS = 0
```

```
' Arrange Method
```

```
' for MDI Forms
```

```
Global Const CASCADE = 0
Global Const TILE_HORIZONTAL = 1
Global Const TILE_VERTICAL = 2
Global Const ARRANGE_ICONS = 3
```

```
' ZOrder Method
```

```
Global Const BRINGTOFRONT = 0
Global Const SENDTOBACK = 1
```

```
' Key Codes
```

```
Global Const KEY_LBUTTON = &H1
Global Const KEY_RBUTTON = &H2
Global Const KEY_CANCEL = &H3
Global Const KEY_MBUTTON = &H4
Global Const KEY_BACK = &H8
Global Const KEY_TAB = &H9
Global Const KEY_CLEAR = &HC
Global Const KEY_RETURN = &HD
Global Const KEY_SHIFT = &H10
Global Const KEY_CONTROL = &H11
Global Const KEY_MENU = &H12
Global Const KEY_PAUSE = &H13
Global Const KEY_CAPITAL = &H14
Global Const KEY_ESCAPE = &H1B
Global Const KEY_SPACE = &H20
Global Const KEY_PRIOR = &H21
Global Const KEY_NEXT = &H22
Global Const KEY_END = &H23
Global Const KEY_HOME = &H24
Global Const KEY_LEFT = &H25
Global Const KEY_UP = &H26
```

```
' NOT contiguous with L & RBUTTON
```

```

Global Const KEY_PRINT = &H2A
Global Const KEY_EXECUTE = &H2E
Global Const KEY_SNAPSHOT = &H2C
Global Const KEY_INSERT = &H2D
Global Const KEY_DELETE = &H2E
Global Const KEY_HELP = &H2F

```

```

' KEY_A thru KEY_Z are the same as their ASCII equivalents: 'A' thru 'Z'
' KEY_0 thru KEY_9 are the same as their ASCII equivalents: '0' thru '9'

```

```

Global Const KEY_NUMPAD0 = &H60
Global Const KEY_NUMPAD1 = &H61
Global Const KEY_NUMPAD2 = &H62
Global Const KEY_NUMPAD3 = &H63
Global Const KEY_NUMPAD4 = &H64
Global Const KEY_NUMPAD5 = &H65
Global Const KEY_NUMPAD6 = &H66
Global Const KEY_NUMPAD7 = &H67
Global Const KEY_NUMPAD8 = &H68
Global Const KEY_NUMPAD9 = &H69
Global Const KEY_MULTIPLY = &H6A
Global Const KEY_ADD = &H6B
Global Const KEY_SEPARATOR = &H6C
Global Const KEY_SUBTRACT = &H6D
Global Const KEY_DECIMAL = &H6E
Global Const KEY_DIVIDE = &H6F
Global Const KEY_F1 = &H70
Global Const KEY_F2 = &H71
Global Const KEY_F3 = &H72
Global Const KEY_F4 = &H73
Global Const KEY_F5 = &H74
Global Const KEY_F6 = &H75
Global Const KEY_F7 = &H76
Global Const KEY_F8 = &H77
Global Const KEY_F9 = &H78
Global Const KEY_F10 = &H79
Global Const KEY_F11 = &H7A
Global Const KEY_F12 = &H7B
Global Const KEY_F13 = &H7C
Global Const KEY_F14 = &H7D
Global Const KEY_F15 = &H7E
Global Const KEY_F16 = &H7F

```

```

Global Const KEY_NUMLOCK = &H90

```

```

' Variant VarType tags

```

```

Global Const V_EMPTY = 0
Global Const V_NULL = 1
Global Const V_INTEGER = 2
Global Const V_LONG = 3
Global Const V_SINGLE = 4
Global Const V_DOUBLE = 5
Global Const V_CURRENCY = 6
Global Const V_DATE = 7
Global Const V_STRING = 8

```

```

' Event Parameters

```

```

' ErrNum (LinkError)
Global Const WRONG_FORMAT = 1
Global Const DDE_SOURCE_CLOSED = 6
Global Const TOO_MANY_LINKS = 7
Global Const DATA_TRANSFER_FAILED = 8

```

```

' QueryUnload

```

```

Global Const FORM_CONTROLMENU = 0
Global Const FORM_CODE = 1

```