



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ

**FCAP. INFORME DIDÁTICO**

**3**

**FÍSICA, MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO**

**RUI DE SOUZA CHAVES**

**Belém  
1981**

**FINALIDADE DAS SÉRIES: FCAP. INFORME TÉCNICO  
FCAP. INFORME DIDÁTICO  
FCAP. INFORME EXTENSÃO**

**Divulgar informações sob as formas de:**

- a) Resultados de trabalhos de natureza técnica realizados na Região.
- b) Trabalhos de caráter didático, principalmente os relacionados ao ensino das ciências agrárias.
- c) Trabalhos de caráter técnico direcionados à comunidade e relacionados ao desenvolvimento regional.
- d) Revisões bibliográficas sobre temas de interesse para as ciências agrárias.

**NORMAS GERAIS:**

- A normalização dos trabalhos segue as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT;
- O título deve ser representativo e claro;
- Partes essenciais no trabalho: — resumo
  - introdução
  - corpo do trabalho
  - conclusão
  - referências bibliográficas
- O resumo deverá ser traduzido para um idioma de difusão internacional, de preferência o inglês;
- As referências bibliográficas deverão seguir a norma NB-66 da ABNT.

RUI DE SOUZA CHAVES  
Engenheiro Agrônomo,  
M.S., Professor As-  
sistente da FCAP.

## FÍSICA, MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

(Matéria lecionada no Curso de Espe-  
cialização em Heveicultura)

BELEM

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ  
1981

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA

MINISTRO: Rubem Carlos Ludwig

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ

DIRETOR: Virgílio Ferreira Libonati

VICE-DIRETOR: Antonio Carlos Albério

COMISSÃO EDITORIAL

Lucio Salgado Vieira

Rui de Souza Chaves

Paulo de Jesus Santos

José Maria Albuquerque

ENDEREÇO: Caixa Postal, 917

CEP - 66.000 Belém, Pará, Brasil

CHAVES, Rui de Souza. Física, Ma-  
nejo e Conservação do Solo. Be  
lém, FCAP, 1981. 50 p. (FCAP .  
Informe Didático, 3).

CDD - 631.4

CDU - 631.43+631.6.02

FCAP. Informe Didático, 3.

# FÍSICA, MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

## SUMÁRIO

	p.
1- FÍSICA DO SOLO .....	1
1.1- O SOLO COMO UM SISTEMA DISPERSO ....	1
1.1.1- Fase Sólida .....	2
1.1.2- Fase Líquida .....	3
1.1.3- Fase Gasosa .....	3
1.2- CARACTERÍSTICAS DA FASE DISPERSA ...	6
1.2.1- Tamanho das Partículas .....	6
1.2.2- Composição Química e Mineralógica	8
1.2.3- Tipos de Argila .....	8
1.3- RELAÇÃO ENTRE SUPERFÍCIE ESPECÍFICA, TAMANHO E FORMA DAS PARTÍCULAS .....	9
1.4- CONSISTÊNCIA DOS SOLOS .....	12
1.4.1- Conceito .....	12
1.4.2- Formas de Consistência do Solo ...	12
1.4.3- Fatores que afetam a Consistência ou Limite de Atterberg .....	13
1.4.3.1- Tipo de Solo .....	13
1.4.3.2- Saturação de Cátions .....	13
1.4.3.3- Teor de Matéria Orgânica .....	13
1.5- ESTRUTURA DO SOLO .....	14
1.5.1- Conceito .....	14
1.5.2- Gênese .....	14
1.5.3- Melhoramento da Estrutura do Solo	17
2- MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO .....	21
3.1- CAUSAS DO EMPOBRECIMENTO DOS SOLOS .	21

2.1.1-	Retirada de Elementos pelas Colheitas .....	22
2.1.2-	Perda de Matéria Orgânica .....	23
2.1.3-	Perda por Volatilização e Percolação .....	23
2.1.4-	Perda por Erosão .....	24
2.2-	SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO .....	24
2.2.1-	Sistema Convencional de Preparo do Solo .....	25
2.2.2-	Sistema de Preparo do Solo "Cultivo Mínimo" .....	26
2.2.3-	Sistema de Preparo do Solo "Plantio Direto" .....	26
2.3-	EROSÃO .....	28
2.3.1-	Fases de Erosão .....	29
2.3.2-	Tipos de Chuvas que podem influenciar na Erosão .....	29
2.3.3-	Fatores que afetam a Erosão .....	30
2.3.3.1-	<i>Clima</i> .....	30
2.3.3.2-	<i>Solo</i> .....	31
2.3.3.3-	<i>Relevo</i> .....	32
2.3.3.4-	<i>Cobertura Vegetal</i> .....	34
2.3.3.5-	<i>Uso do Solo pelo Homem</i> .....	35
2.3.4-	Tipos de Erosão .....	36
2.3.5-	Equação Universal de Perda de Solo .....	37
2.3.5.1-	<i>Energia da Gota de Chuva</i> .....	37
2.4-	PRÁTICAS CONVENCIONISTAS .....	39
2.4.1-	Práticas de Controle à Erosão ....	40

	p.
2.4.1.1- <i>Plantio em Nível</i> .....	43
2.4.1.2- <i>Faixa de Retenção</i> .....	43
2.4.1.3- <i>Terraços</i> .....	43
2.4.2- <i>Práticas de Restauração e Melhora</i> <i>mento</i> .....	45
2.4.3- <i>Práticas Complementares</i> .....	46
3- <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	47

CDD - 631.4

CDU - 631.43 + 631.6.02

## FÍSICA, MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

RUI DE SOUZA CHAVES  
Engenheiro Agrônomo,  
M.S., Professor As-  
sistente da FCAP.

RESUMO: Contêm o texto uma parte de Física e outra de Manejo e Conservação do Solo. Na Física do Solo destacam-se as fases do solo, estrutura, consistência, de importância capital na conservação. No Manejo e Conservação do Solo, o empobrecimento ou desgaste e alternativas de melhor uso do solo, erosão, tipos e fases, práticas de combate à erosão e a equação da perda de solo, são tratados.

### 1- FÍSICA DO SOLO

#### 1.1- O SOLO COMO UM SISTEMA DISPERSO

O solo, do ponto de vista pedológico, é considerado como um sistema constituído de três fases: sólida, líquida e gasosa.

### 1.1.1- Fase Sólida

A fase sólida é formado de uma parte orgânica e outra mineral.

A parte mineral está constituída de partículas unitárias de variáveis tamanhos, originadas do intemperismo das rochas, que compreendem desde fragmentos de rochas até partículas coloidais de argila. Está formada por minerais, como o quartzo, que se mantém praticamente inalterável, e por minerais como a caulinita, a montmorilonita e o óxido de ferro que são originados pela transformação de outros minerais. O volume da fase sólida apresenta variações da ordem de 35% a 60%.

A parte orgânica inclui principalmente resíduos vegetais em diferentes estágios de de composição. Devido estar constantemente submetida ao ataque de microorganismos, esse complexo material encontra-se permanentemente em decomposição, sendo assim, um constituinte transitório do solo que está sempre sendo renovado. O teor de matéria orgânica na parte superior dos solos minerais se apresenta em torno de 1 a 5% de seu peso. Sua influência é marcante nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Quanto à constituição da fase sólida, o solo pode tomar denominações como:

- a) Solo orgânico: quanto apresenta mais de 20% de matéria orgânica.
- b) Solo mineral: quando apresenta menos de 20% de matéria orgânica.

A Figura 1, mostra a distribuição do volume dos quatro constituintes de dois solos típicos, sendo um mineral e outro orgânico.

#### 1.1.2- Fase Líquida

A fase líquida compreende a água que se acha retida no solo sob diferentes tensões conforme o seu teor. Compreende mais ou menos 25% de seu volume conhecido e enche uma parte ou a totalidade dos espaços vazios entre as partículas sólidas. Considera-se também a solução do solo como parte integrante desta fase.

#### 1.1.3- Fase Gasosa

A fase gasosa está constituída pelo ar do solo que se movimenta nos vazios do solo livre de água. Sua composição difere bastante do ar

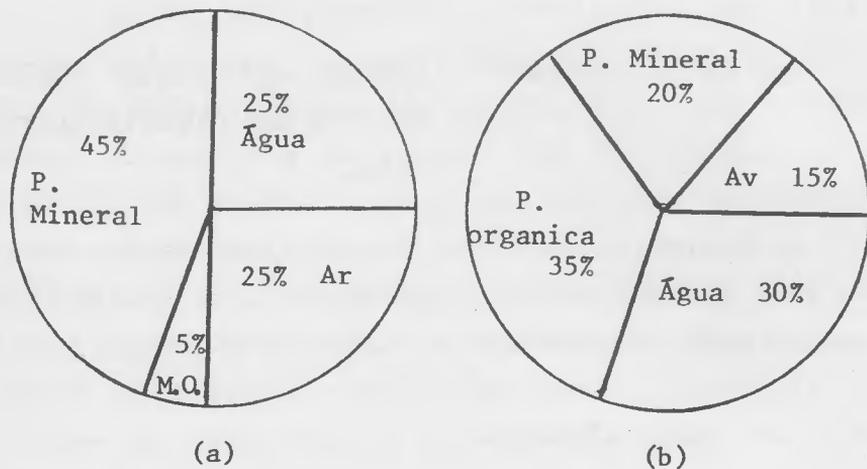


Fig. 1 - Distribuição volumétrica dos constituintes físicos de dois solos típicos: a) mineral; b) orgânico.

atmosférico e pode também variar em intervalos de tempo. É geralmente mais pobre em oxigênio, mais rico em gás carbônico e tem mais semelhança em nitrogênio, como mostra a Tabela 1.

TABELA 1 - Composição da atmosfera livre e da atmosfera do solo, para o oxigênio, gás carbônico e nitrogênio.

Atmosfera	%		
	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Livre	20,0	0,03	78,9
Do solo	19,6	0,90	79,5

Fonte: CAMARGO (7)

As interrelações físicas e químicas entre as fases sólida, líquida e gasosa no solo, são afetadas por suas respectivas propriedades, bem como pela temperatura, pressão e luz.

A fase sólida ou dispersa predomina, e o meio de dispersão é a água, que envolve as partículas individuais e enche os poros entre as partículas sólidas. Estas partículas variam de tamanho indo desde aquelas de dimensões coloidais até as frações mais grosseiras de areia e cascalho. As partículas coloidais podem encontrar-se em estado de dispersão ou em formas de agregação ou granulação.

## 1.2- CARACTERÍSTICAS DA FASE DISPERSA

A fase sólida está constituída por produtos da intemperização da rocha matriz e dos minerais que esta contém. Desta maneira, as características da fase dispersa, tem como maior interesse o tamanho e forma das partículas individuais, assim como, sua composição química e mineralógica.

### 1.2.1- Tamanho das Partículas

A parte do solo formada por partículas unitárias maiores que 2,0 mm de diâmetro é chamada esqueleto do solo e está constituída por fragmentos sem atividade de superfície e conseqüentemente sem capacidade de ceder elementos para os vegetais, sendo considerados somente como reservatório de elementos minerais como o Ca, Mg etc. Os critérios de nomes e dimensões são convencionais e o mais adotado é o seguinte:

- a) Matações — fragmentos maiores que 200 mm de diâmetro;
- b) Calhaus — fragmentos entre 200 e 20 mm de diâmetro; e
- c) Cascalho — fragmento entre 20 a 2mm de

diâmetro.

Em termos de solo propriamente dito, existe um limite superior de tamanho de partículas sólidas, ou seja, 2 mm de diâmetro; e um limite inferior constituído pelos colóides, com menos de 0,002 mm de diâmetro.

Para caracterizar a textura do solo, considera-se a terra fina seca ao ar (TFSA), ou seja, a parte do solo que passa pela peneira de 2,0 mm.

O limite de variação do tamanho dessas frações é convencional e o estabelecido pela Escala de Atterberg, também denominada Escala Internacional, é o seguinte:

Areia grossa	2	.....	0,2 mm
Areia fina	0,2	.....	0,02 mm
Silte	0,02	.....	0,002 mm
Argila		.....	<0,002 mm

De um modo geral, as partículas do solo de maiores diâmetros são constituídas de minerais primários e suas formas tendem para esférica ' ou cúbica. As partículas menores são constituídas geralmente por minerais secundários e suas formas tendem para placas e fibras.

### 1.2.2- Composição Química e Mineralógica

**Silte e Areia:** As frações de silte e areia contêm minerais primários. Entretanto, a pequena superfície exposta por unidade de peso, que tem influência direta nas propriedades físicas do solo, e que normalmente está associada aos fenômenos de superfície, é limitada. A maioria destas partículas é formada por quartzo, alumínio silicato, feldspato, micas etc...

A fração silte, em alguns casos já apresenta certa atividade de superfície.

**Argila:** A fração argila é considerada a parte ativa do solo, isto é, a principal sede dos fenômenos físico-químicos que nele se processam. Esta fração é constituída principalmente de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , com quantidade variáveis de  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

### 1.2.3- Tipos de Argila

**Argila 1:1** — cada lâmina estrutural é formada por uma camada de tetraedro de silício e uma camada de octaedro de alumínio (ex. caulinita, haloisita).

**Argila 2:1** — cada lâmina estrutural é formada por duas camadas de tetraedros de silício,

separadas por uma camada de octaedro de alumínio (ex.: Micas hidratadas, montmorilonita, vermiculita).

### 1.3- RELAÇÃO ENTRE SUPERFÍCIE ESPECÍFICA, TAMANHO E FORMA DAS PARTÍCULAS

Área superficial específica ou superfície específica do solo é definida como a área total das partículas por unidade de massa do solo seco. É comumente expressa em termos de metros quadrados por gramas ( $m^2/g$ ). Esse valor depende, em primeiro lugar, do tamanho das partículas. A área é tanto maior quanto menor forem as partículas e, por isso, a fração argila contribui com a maior proporção do valor da superfície específica.

Dependendo do tipo de mineral de argila, encontram-se grandes variações de superfície específica, como por exemplo  $20 m^2/g$  no caso de uma caulinita e  $800 m^2/g$  no caso de uma montmorilonita. Essa diferença se deve ao fato de que a superfície específica da caulinita limita-se apenas à parte externa. Em solos arenosos a superfície específica pode ser inferior a  $1,0 m^2/g$ .

A área superficial específica depende também do formato das partículas. Partículas achadas

tadas ou alongadas, apresentam maior área superficial do que as de forma esférica ou cúbica. Uma vez que as partículas de argila são em geral laminares, contribuem ainda mais para aumentar a área superficial específica do solo.

A matéria orgânica, embora ocorra, na maioria dos solos, em proporções relativamente pequenas, contribui significativamente no valor da superfície específica do solo, devido ao seu alto grau de subdivisão. Por sua vez, os óxidos de ferro livres contribuem também grandemente para a superfície específica dos solos tropicais, devido aparecerem como partículas distintas com dimensões extremamente pequenas.

Na Tabela 2, pode-se observar o aumento da superfície específica de uma grama de partículas cúbicas em função da diminuição do seu tamanho.

TABELA 2 — Variação das superfícies específicas de uma grama de partículas cúbicas em função da dimensão de suas arestas.

DIMENSÃO DA ARESTA	VOLUME TOTAL	PESO TOTAL	Nº DE PARTÍCULAS	SUPERF. ESPECÍ- FICA	FRAÇÃO DO SOLO COR- RESPONDEN- TE
mm	cm <sup>3</sup>	g		cm <sup>2</sup>	
10,0	1	1	1	6	Cascalho
1,0	1	1	10 <sup>3</sup>	60	Areia grossa
0,1	1	1	10 <sup>6</sup>	600	Areia fina
0,01	1	1	10 <sup>9</sup>	6000	Silte
0,001	1	1	10 <sup>12</sup>	60000	Argila

Fonte: MONIZ (14)

## 1.4- CONSISTÊNCIA DOS SOLOS

### 1.4.1- Conceito

A consistência do solo compreende manifestações de forças de coesão e adesão que agem no solo a diferentes teores de umidade. Coesão vem ser a atração entre moléculas iguais e adesão a atração entre moléculas diferentes, como por exemplo, água e solo.

### 1.4.2- Formas de Consistência do Solo

ATTERBERG (1912), distingue quatro formas essenciais de consistência para a maioria dos solos, sem incluir a viscosidade:

- a) **Consistência Tenaz ou Dura** — com diminuto teor de água, ou seja, solo seco. Esta não se desagrega sob uma força normal;
- b) **Consistência Friável ou Molar** — existe, neste caso, umidade suficiente entre as partículas para minimizar o efeito cimentante que domina a zona de consistência dura. É a consistência apta para a mobilização do solo;
- c) **Consistência Plástica** — com exceção da

areia, tem-se demonstrado que os solos ficam mais plásticos à medida que aumenta o teor de água. É pois o grau de deformação em que, ao pressionar-se, o solo quando seco conserva a forma moldada;

- d) **Consistência Pegajosa** — maior teor de água, em que o solo começa a aderir-se aos objetos. As partículas sólidas estão totalmente aglutinadas pela água.

#### 1.4.3- Fatores que afetam a Consistência ou Limite de Atterberg

##### 1.4.3.1- *Tipo de Solo*

Solos argilosos têm maior índice de plasticidade que os arenosos. Isto devido a plasticidade ser função das partículas mais finas.

Solos com maior teor de argila montmorilonita alcançam maiores valores de plasticidade do que as argilas caulinitas.

##### 1.4.3.2- *Saturação de Cátions*

Solos saturados de Na, normalmente, têm índices de plasticidade maiores do que os com alto teor de K.

#### 1.4.3.3- *Teor de Matéria Orgânica*

Solos com alto teor de matéria orgânica al cançam menores índices de plasticidade devido aos colóides orgânicos que têm alta capacidade de absorver água, retardando a disponibilidade desta para as partículas minerais.

### 1.5- ESTRUTURA DO SOLO

#### 1.5.1- Conceito

Estrutura do solo é o arranjo das par tículas individuais as quais formam uma unidade secundária ou grumo.

#### 1.5.2- Gênese

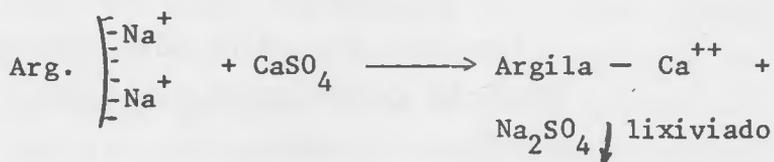
A estrutura compreende as causas e modos de formação das unidades estruturais, atinando-se sempre para dois fatores importantes: a) aqueles responsáveis pela sua formação; e b) a gentes que proporcionam a sua estabilidade (a gregados).

Para que haja formação de agregados, é necessário que exista no solo agente coloidal (i norgânico e orgânico), agente flocculante (agindo como um neutralizador de cargas) e agentes cimentantes (agindo no enlace das partículas

floculadas à semelhança da matéria orgânica, óxidos e sesquióxidos de Fe a Al).

Os agentes estruturais que proporcionam maior efeito de estabilidade às estruturas são:

- a) Argila — existe alta correlação entre a % de argila e agregados menores, o que não é importante para o solo;
- b) Efeito Catiônico — o cálcio é considerado como um dos elementos que mais beneficia a estrutura de um solo, devido principalmente a flocculação das partículas do solo. Por outro lado, ele proporciona a correção de solos com alto teor de Na, por exemplo:



- c) Efeito do Ferro — o ferro também agrega o solo, principalmente, o hidróxido fêrrico que quando se desidratar se torna quase que completamente irreversível. As pesquisas, sugerem que esta irreversibilidade do hidróxido de ferro coloidal  $\{\text{Fe}(\text{OH})_3\}$  tem uma ação importante na produção de agregados estáveis em certos tipos de solos. Isto evidencia-se es-

pecialmente em solos lateríticos;

- d) **Efeito da Matéria Orgânica** — existe uma correlação positiva entre a matéria orgânica e os agregados do solo. Agregados provenientes de matéria orgânica são mais desenvolvidos do que aqueles provenientes de argila. A exceção está nos solos óxidos (Fe e Al) onde não foi encontrado uma correlação entre matéria orgânica e agregado, isto devido que nelas, segundo BAVER et alii (2) os agentes responsáveis pela agregação são o Fe e o Al;
- e) **Efeito da Vegetação** — esta pode agregar o solo de duas maneiras:
- a<sub>1</sub>) liberando material para formação de matéria orgânica e com isso facilitando a agregação; e
  - b<sub>1</sub>) através de sistema rudicular. Este, pela sua exudação ou pelo entrelaçamento do solo pelas raízes;
- f) **Outros Efeitos de Menor Intensidade** — umedecimento e secagem, congelamento e descongelamento, subsolagem etc.

### 1.5.3- Melhoria da Estrutura do Solo

Este método compreende dois aspectos: um que previne a estrutura do solo já existente e, outro que melhora a estrutura, como a seguir se apresentam:

- a) Práticas adequadas de manejo — Para prevenir a deteriorização da estrutura, a prática de manejo pode ser o uso correto da mobilização do solo. A tendência do cultivo intensivo com relação a estrutura, faz o solo ser mais susceptível à erosão. Quando o solo não está com umidade ideal (consistência friável), a mobilização mínima pode quebrar a estrutura do solo. Na Tabela 3, alguns dados sobre o teor de umidade ótima em que os solos da península da Malásia podem ser mecanicamente trabalhados. Estes dados, mostraram que o teor de umidade ótimo, varia entre tipos de solo, dependendo da quantidade de argila, matéria orgânica, etc.

Como uma regra geral, os trabalhos de aração mecânica não são feitos em solos arenosos com teor de umidade acima de 12% (W/W) e sobre solos argilosos quando estiverem com umidade acima de 25% (W/W).

TABELA 3 — Teor de umidade de solos para trabalhos mecânicos

SÉRIE DE SOLO	Teor de umidade acima do qual os trabalhos não são recomendados (%)
Munchong	28
Serdang	12
Sungai Bulok	13
Rengan	16
Hollywood	10
Sitiawan	24

Fonte: KWI (11)

b) **Uso de cobertura vegetal** — Para melhorar a estrutura do solo, o método mais efetivo é o que utiliza leguminosas em cobertura. Nas plantações de seringueiras da Malásia isto está sendo largamente usado. Esta prática vem contribuindo grandemente na redução da perda de solo pela erosão e da fertilidade destas áreas. Numerosos experimentos de cobertura feita pelo RRIM, confirmam que a cobertura vegetal tem efeito benéfico na estrutura e retenção de umidade. Logo a baixo da superfície da cobertura vegetal ele é escuro e a variação da temperatu-

ra é menor em relação a um solo descoberto. O aumento de detritos orgânicos estimula a atividade microbiana e o seu crescimento. Todos os testes de cobertura vegetal tem mostrado melhores resultados pelas leguminosas (Tabela 4), uma vez que elas melhoram a agregação e o tamanho médio dos agregados, diminuem a densidade aparente e aumentam a permeabilidade. A porosidade também aumentou com plantas de Mikania e Grass.

TABELA 4 - Efeito da cobertura vegetal sobre as propriedades físicas em um solo argiloso da Malásia.

COBERTURA	% Agregação do Solo	Tamanho médio dos agregados (mm)	DAP (g/cm <sup>3</sup> )	Permeabilidade (cm/h)	P.Total (%)
Grass	91	2,7	1,1	29	58
Mikania	88	3,0	1,2	36	54
Leguminosa	94	3,8	1,0	110	61
Natural	90	3,2	1,0	45	61

Fonte: KWI (11)

A cobertura vegetal também serve para proteger a superfície do solo do impacto da chuva, além de contribuir para a redução da enxurrada. Investigações feitas no RRIM demonstraram que a presença de coberturas como *Nehrolyris* ou *Ottochloa* em seringais, tem melhorado a estrutura dos solos, conforme se vê na Tabela 5.

TABELA 5 - Efeito da cobertura vegetal sobre a densidade aparente e permeabilidade do solo em plantações de seringueira na Malásia.

COBERTURA	S O L O S			
	SERDANG		MUNCHONG	
	d.ap. <sub>3</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	Permeab. (cm/h)	d.ap. <sub>3</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	Permeab. (cm/h)
Nephrolepts	1,19	45	1,09	114
Ottochloz	1,24	45	1,08	145
Bare	1,31	7	1,21	43

Fonte: KWI (11)

d.ap = densidade aparente

## 2- MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

Cultivar o solo com a finalidade de produção de alimentos é, desde épocas remotas, o principal objetivo do estudo da Ciência Agrônômica. Este objetivo é coroado do maior êxito, quando o alimento retirado não depaupera ou desgasta totalmente o solo, ou seja, quando o uso do manejo e da conservação são utilizados adequadamente em cada tipo e condição de solo.

**Manejo** — é o uso racional do solo, que tem a finalidade de manter ou aumentar a produção ou produtividade, através de técnicas adequadas.

**Conservação** — é a preservação do solo, tentando minimizar as perdas, quer físicas ou químicas.

### 2.1- CAUSAS DO EMPOBRECIMENTO DOS SOLOS

Pela retirada da cobertura vegetal natural do solo, o equilíbrio dinâmico na relação solo-planta é quebrado, e com isto o solo passa a comportar-se de modo diferente. Após esta quebra, ocasião em que o homem começa a utilizar a terra para a agricultura, inicia-se um processo de desgaste e empobrecimento, devido

a várias causas. ~~Identificam-se as seguintes causas~~ - 2

**Retirada de Elementos pelas Colheitas**

O ciclo de alimentos é, desde épocas remotas, o do agricultor anualmente, retira de suas terras grandes quantidades de nutrientes, que são exportados em formas de produtos vegetais e animais, como mostra a Tabela 6. Neste tipo

TABELA 6 - Quantidade de nutrientes removida do solo por diferentes culturas.

ELEMENTOS	Algodão 1.325 kg/ha	Café 1.200 kg/ha	Cana de açúcar 1.001 kg/ha
N	29 kg	20 kg	132 kg
P	4 kg	1,3 kg	18 kg
K	24 kg	20 kg	159 kg
Ca	11 kg	3 kg	19 kg
Mg	5 kg	2 kg	31 kg
S	40 kg	1,6 kg	12 kg
B	2 g	1 g	-
Cu	13 g	16 g	-
Zn	1 g	1 g	-

Fonte: TEIXEIRA (16)

processo de desgaste e empobrecimento, devido

de manejo deve ser considerado qual a parte da cultura que é removida para fora da área e qual a parte que fica como restos culturais, que podem devolver parte dos elementos minerais retirados do solo.

### 2.1.2- Perda de Matéria Orgânica

A matéria orgânica provoca dois efeitos de acordo com sua decomposição:

- a) **Decomposição Normal:** o seu processo é lento e constante, e o benefício para o solo, torna-se mais acentuado e suas influências perdurará por um período bem maior de tempo;
- b) **Decomposição Acelerada:** seu efeito é sentido, pois a matéria orgânica é um produto bastante instável e pode, neste caso, ser perdida por volatilização ou lixiviação, sendo o fogo e o preparo do solo, práticas que mais contribuem para esta aceleração.

### 2.1.3- Perda por Volatilização e Percolação

Estes processos empobrecem o solo tanto pela perda de solo como de elementos essenciais.

No caso da percolação, a água é o principal transportador das substâncias que encontram-se em suspensão ou solução no solo.

#### 2.1.4- Perda por Erosão

A perda por erosão pode ser considerada como a principal causa do empobrecimento dos solos, pois, transporta solo, fertilizantes, herbicidas etc. Sem o devido controle através de práticas conservacionistas, a perda é mais rápida.

Se temos as causas do empobrecimento dos solos, temos também alternativas para amenizar as perdas, ao mesmo tempo em que podemos aumentar a produção, de conformidade com três aspectos básicos para isto: a) aumento da área cultivada; b) utilização de outros recursos, como a flora e a fauna marinha; e c) o manejo do solo e da água, que inclui entre outros o preparo do solo.

#### 2.2- SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO

Entende-se por sistemas de preparo do solo todo e qualquer trabalho que venha a ser feito com o intuito de deixar o solo apto ao plantio.

O preparo do solo efetiva-se, segundo SCHULTZ (15), em função de três fatores:

- a) para proporcionar melhores condições à cultura a ser estabelecida;
- b) para proporcionar condições adequadas para a germinação das sementes, mudas, estacas etc., e crescimento e desenvolvimento das raízes; e
- c) para eliminar as ervas daninhas antes do plantio.

#### 2.2.1- Sistema Convencional de Preparo do Solo

O sistema convencional de preparo do solo compreende operações de aração e gradagem, efetuadas várias vezes, deixando-o apto ao plantio. Experimentos feitos em diversos países já apresentaram conclusões definidas quanto a este sistema, mostrando que quanto mais se revolver o solo, deixando-o exposto às intempéries, mais desastrosos serão os resultados para as suas propriedades físicas e químicas, depauperando sua estrutura, acelerando a decomposição da matéria orgânica que mantém úmida as partículas, além de correr maior risco de erosão que leva o solo superficial, as sementes, pesticidas e fertilizantes aplicados.

### 2.2.2- Sistema de Preparo do Solo "Cultivo Mí- nimo"

O sistema de preparo denominado "cultivo mí-  
nimo" (minimum tillage) refere-se a qualquer  
sistema de cultivo onde há a diminuição da pas-  
sagem de máquinas sobre o solo ou também o mí-  
nimo de movimento sobre ele. Por exemplo: gra-  
dagem, preparo com enxada rotativa (rotovator),  
mesmo o uso do fogo ou da enxada manual, são  
considerados como "cultivo mínimo".

### 2.2.3- Sistema de Preparo do Solo "Plantio Direto"

O plantio direto (no-tillage) compreende o  
mínimo de mobilização do solo, ou seja, o pre-  
paro do solo se restringe a uma faixa de mais  
ou menos 6 cm de largura ao longo das fileiras  
de plantio. Este sistema requer o uso de herbi-  
cidas (totais) para limpar a área. Apresenta al-  
gumas vantagens como: maior retenção de água,  
melhora a infiltração, facilita o trabalho em  
solos declivosos e diminui a erosão entre ou-  
tros. Até a incidência de ervas daninhas, é  
diminuída como mostra a Tabela 7.

TABELA 7 - Incidência de ervas daninhas em diferentes sistemas de preparo do solo.

Sistema de preparo do solo	nº de ervas por m <sup>2</sup>
Plantio direto	28
Rotovator	100
Aração e gradagem	96

Fonte: SCHULTZ (15)

As desvantagens principais são: tipo de solo, ou melhor, em solos argilosos não é indicado o seu uso e também onde existam ervas daninhas de difícil controle.

Estes diferentes sistemas de preparo do solo afetam a produção e as propriedades do solo, como demonstram as Tabelas 8 e 9.

TABELA 8 - Efeito do manejo do solo sobre a produção de milho em dois tipos de solo (kg/ha)

TIPOS DE SOLO	MANEJO	
	Convencional	Plantio direto
Franco siltoso	8.001	8.939
Franco argilo siltoso	8.312	8.250

Fonte: BLEVINS et alii (5)

TABELA 9 - Efeito de diferentes sistemas de manejo em relação a produção e propriedades físicas do solo.

TRATAMENTOS	Produção (kg/ha)	Densidade Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Porosida de Total (%)	Estabili- dade de a gregados (2mm-%)
Arado de aiveca	2.986	1,27	48	52
Grade tipo "Romi"	2.632	1,21	51	52
Arado de disco	2.125	1,12	54	53
Plantio direto	2.390	1,19	51	67

Fonte: CHAVES (8)

### 2.3- EROSÃO

A erosão é o resultado da interação entre o solo, a chuva ou vento e a cobertura vegetal.

Dois são os ciclos da erosão: a) geológica ou normal; e b) erosão acelerada. A erosão geológica é o processo em que a erodibilidade é lenta e desenvolve-se através dos séculos sem deixar malefício. A erosão acelerada, deve-se a atividade do homem ou a qualquer quebra do equilíbrio na relação solo-planta. Com a retirada da cobertura vegetal, o solo fica exposto

diretamente às forças erosivas.

### 2.3.1- Fases de Erosão

Três são as fases de erosão:

- a) **Desagregação** — é a fase em que as partículas são separadas devido a uma ação provocada pela gota de chuva, preparo do solo, enxurrada, mudanças de temperatura ou pisoteio de animais;
- b) **Transporte** — é o carregamento das partículas separadas, para outros locais, as quais podem ser transportadas pela gravidade, pelo vento ou pela enxurrada; e
- c) **Deposição** — as partículas transportadas irão ser depositadas em outros locais, quase sempre nas baixadas, rios ou lagos.

### 2.3.2- Tipos de Chuvas que podem influenciar na Erosão

Os tipos de chuvas que podem influenciar na erosão são:

- a) **Massa fria ou polar** — chuva de maior

duração, de baixa intensidade (gotas fi finas) e que cobre grandes áreas, sendo este tipo ideal para a agricultura;

- b) **Chuva de convecção** — a característica deste tipo é a alta intensidade (gotas de chuvas grandes). Atinge pequenas áreas e é prejudicial à agricultura.

O principal efeito da gota de chuva, é devido ao seu impacto ao atingir o solo, o qual provoca a elevação das partículas desagregadas (fenômeno chamado salpicamento) que são após transportadas.

### 2.3.3- Fatores que afetam a Erosão

Se a erosão do solo é uma interação entre vários fatores, podemos dizer que ela é função do clima, do solo, do relevo, da cobertura vegetal e do uso do solo pelo homem.

#### 2.3.3.1- *Clima*

O clima se faz sentir através da ação da temperatura, do vento e da chuva, sendo esta, aqui em nossa região, a mais prejudicial. A erosão provocada pela chuva deve ser considerada sob três aspectos:

- a) **Quantidade** — que vem ser o volume total de chuva que cai em determinada área. Todo solo tem uma capacidade máxima de absorção. Quando saturado, há formação de uma lâmina sobre o solo, a qual irá escorrer e com isto dar início a uma enxurrada e conseqüentemente à erosão do solo;
- b) **Distribuição** — tem importância pelo fato das terras cultivadas não se apresentarem igualmente protegidas e igualmente erodíveis durante as diferentes épocas do ano. Exemplo: nos terrenos arados e gradeados as águas provocam maiores estragos que no mesmo terreno coberto com culturas;
- c) **Intensidade** — refere-se a quantidade de água que cai em determinado tempo. Exemplo: se em uma região ocorrem duas chuvas de 50 mm, em que a primeira caiu em duas horas e a segunda em 10 horas, a primeira é a mais intensa e ocasionará maior erosão do que a segunda.

#### 2.3.3.2- Solo

Em solos siltosos e arenosos, com pouca ar

gila, a velocidade de infiltração, normalmente é alta. A enxurrada, por conseguinte a erosão, é bem menor do que em solos de textura fina. Isto ocorre, principalmente, porque estas áreas de solos arenosos ou siltosos estão quase sempre localizadas em terrenos planos. Quando o terreno é declivoso, ocorre o inverso, ou seja, os solos arenosos ficam mais sujeitos à erosão, como mostra a Tabela 10. A Tabela 11 apresenta algumas séries de solos da Malásia, onde são plantadas seringueiras e onde os índices de erodibilidades são diferentes.

#### 2.3.3.3- Relevo

Consideramos alguns aspectos importantes com relação ao relevo, como:

- a) comprimento de rampa — quanto maior o comprimento, maior será a possibilidade de erodir o solo;
- b) grau de declividade — diretamente proporcional à erosão; e
- c) uniformidade de rampa — quanto mais uniforme for o percurso, maior será a erosão.

TABELA 10 - Efeito do tipo de solo nas perdas por erosão.  
Média de 1.300mm de chuva; declividade entre  
8,5 a 12,8%.

S O L O	P E R D A S	
	TERRA (t/ha)	ÁGUA (%)
Arenoso	21,1	5,7
Argiloso	16,6	9,6
Roxo	9,5	3,3

Fonte: BERTONI et alii (4)

TABELA 11 - Erodibilidade de 5 diferentes séries de solos da Malásia.

S O L O	PERDA DE SOLO (t/ha)
Muchong (LVA)	30,7
Regan (LVA)	86,3
Serdang (LVA)	158,4
Holyrood (LVA)	112,1
Sugai Bulch (LVA)	88,4

Fonte: KWI (11)

A Tabela 12 mostra que o fracionamento da rampa pode ser fator principal para diminuir as perdas de solo pela erosão.

TABELA 12 - Efeito do comprimento de rampa sobre as perdas de terra (t/ha)

COMPRIMENTO DA RAMPA	PERDA DE TERRA POR EROSAO (t/ha)				
	1º 25 m	2º 25 m	3º 25 m	4º 25 m	MÉDIA
25 metros	13,9	-	-	-	13,9
50 metros	13,9	25,9	-	-	19,9
75 metros	13,9	25,9	38,8	-	26,9
100 metros	13,9	25,9	38,8	51,4	32,5

Fonte: BERTONI et alii (4)

#### 2.3.3.4- Cobertura Vegetal

A proteção da superfície do solo com plantas serve para impedir o impacto da gota da chuva, reter umidade e unir partículas do solo transformando-as em agregados estáveis pela presença do sistema radicular e resíduos orgânicos que cobrem a superfície dos solos.

Portanto, uma densa população ("stand") de plantas é excelente para reduzir a erosão dos solos.

O aumento ou redução da erosão, também depende do tipo de planta. Observações feitas em seringueiras da Malásia, mostraram que uma cobertura de *Nephrolepis* deu melhor proteção para o controle da erosão, do que a cobertura com *Ottochlos* (Tabela 13). Enquanto na série Rengan foi desprezível a perda de solo com *Nephrolepis*, com *Axonopus* a perda foi da ordem de 44 t/ha.

TABELA 13 - Efeito da cobertura sobre a erosão do solo.

SÉRIE DE SOLO	AUMENTO DE SOLO ERODIDO (t/ha)	
	<i>Axonopus</i>	<i>Nephrolepis</i>
Rengan	44	Desprezível
Sedan	117	59

Fonte: KWI (11)

### 2.3.3.5- *Uso do Solo pelo Homem*

Como o homem vem utilizando a terra, na maioria das vezes está beneficiando direta-

te o processo erosivo, além de estar dificultando as medidas de controle para a conservação. Em muitas regiões é normal o plantio morro abaixo ao invés do plantio em nível, o que vem facilitar estas perdas.

#### 2.3.4- Tipos de Erosão

Na fase de transporte do solo e da água para outros locais, em que retira-se material de um lugar para outro, três tipos principais de erosão podem ser considerados:

- a) Erosão laminar — a terra é removida mais ou menos uniformemente de uma capa ou lâmina delgada de solo de determinada superfície inclinada. No início é pouco perceptível, pois a quantidade de terra removida durante uma chuva é geralmente pequena;
- b) Erosão em sulco — é o resultado da concentração da água da chuva em uma depressão que começa a fluir, adotando a trajetória do maior declive e quebrando a resistência pelo excesso de água. Desse modo, o fluxo superficial, com partículas pequenas em suspensão se desprende seguindo os sulcos que são no início

pequenos, podendo ser corrigidos em operações normais de aração;

- c) **Erosão em Voçoroca** — é o final de uma erosão em que, com o passar do tempo e a dissecação constante, a profundidade e a largura chegam a extremos em termo de tamanho, formando o que normalmente nós chamamos de "vala", etc. O terreno neste estágio não pode mais nivelar-se pelo uso simples do arado ou implemento similar. Esta erosão se procede, frequentemente, após uma erosão laminar ou em sulco, que não foi combatida.

### 2.3.5- Equação Universal de Perda de Solo

#### 2.3.5.1- Energia da Gota de Chuva

Estudiosos, como NEAL e BAVER et alii (2) verificaram que o impacto da gota de chuva sobre o solo era determinado pelo número e tamanho das gotas, mais, alguma velocidade imprimida pelo vento. Por sua vez LAWS e PARSONS (1943) citados por BAVER et alii (2), relacionaram a distribuição do tamanho das gotas com a intensidade de precipitação e a expressaram sob a equação:

$$D_{50} = 3.I^{0.182}$$

Onde  $D_{50}$  é o tamanho médio da gota e  $I$  a intensidade, medida em polegadas por hora. Eles chegaram a conclusão de que o potencial da erosão de uma chuva para uma velocidade e um tempo determinado é função da massa da gota e do quadrado da velocidade desta gota ou seja a energia cinética. A energia cinética da gota que cai, determina a força do impacto e a superfície horizontal regula a quantidade do solo que o recebe.

WISCHIMEIER e SMITH (1958) citados por BAVER et alii (2) utilizando dados de distribuição do tamanho das gotas de LAWS e PARSONS, obtiveram a seguinte equação:

$$Y = 916 + 331 \log X \text{ pés/acre/polegadas/hora}$$

ou

$$Y = 1213 + 890 \log X \text{ t/hectare/milímetro/hora.}$$

onde,

$Y$  é a energia cinética e  $X$  é a intensidade de chuva.

Tinha-se então a quantidade de terra em t/ha elevada a um pé de altura em dado tempo.

Após estudos e análises dos fatores do manejo de cultivos e das práticas de controle à

erosão, WISCHIMEIER e SMITH (1960) citados por BAVER et alii (2), propuseram, baseado na equação anterior, uma nova equação conhecida hoje como a equação universal de perda do solo que é:

$$A = R K L S C P$$

em que:

- A - Perda média anual de solo em t/ha.
- R - Fator chuva, média anual. Medida por  $E \times I$  ( $EI_{30}$ ), onde E é a energia cinética total e I é a intensidade máxima de chuva em 30 minutos.
- K - Fator erodibilidade do solo, perda anual do solo provocada pela enxurrada.
- L e S - Fatores de Relevo, onde L é o comprimento da rampa e S é o grau de declividade.
- C - Fator de manejo do solo.
- P - Fator de controle à erosão.

#### 2.4- PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS

As causas do desgaste e empobrecimento dos solos são muitas. Para conservá-lo ou restaurá-lo, necessita-se de uma série de medidas em

conjunto, que são denominadas de Práticas Conservacionistas.

As práticas conservacionistas, que normalmente eram classificadas como edáficas, vegetativas e mecânicas, hoje seguem a orientação adotada pelo programa de preservação dos recursos naturais renováveis, que são:

- a) Práticas de Controle à Erosão;
- b) Práticas de Restauração e Melhoramento; e
- c) Práticas Complementares.

#### 2.4.1- Práticas de Controle à Erosão

São trabalhos que visam diminuir ou anular o fenômeno erosivo, ou seja, o desgaste e rebaixamento do perfil do solo causados principalmente pela chuva.

Estas práticas necessitam, além de outros conhecimentos, de alguns dados como declividade, marcação de linhas niveladoras ou curva de nível, tipo de solo, cultura a ser implantada, etc. É através destes conhecimentos que sabemos que tipo de prática será executada: Plantio em nível; Faixa de Retenção, ou Terraço.

- a) Declividade — é a operação destinada a

achar a diferença entre dois pontos, que é transformada em porcentagem. Os aparelhos usados para este trabalho são: clinômetro, trapézio e nível de borra-cha, principalmente;

- b) Curva de Nível — é uma linha transversal ao sentido do declive, cujos pontos estão na mesma cota (altura).

A distância entre uma curva de nível e outra, uma faixa de retenção e outra e um terraço, é conhecida pela fórmula de BENTHEY, que é a seguinte (15):

$$EV = (2 + \frac{D}{X}) 0,305$$

EV - espaçamento vertical

D - declividade

X - fator que depende do tipo de solo, varia de 1,5 a 6,0 como mostra a Tabela 14.

De posse do EV pode-se então achar o EH, ou seja, o espaçamento horizontal, pela fórmula:

$$EH = \frac{EV}{D} \times 100$$

TABELA 14 - Valores de "x" para serem usados na fórmula de BENTHEY.

PRÁTICAS DE CONTROLE À EROSÃO						Fórmula de BENTHEY
T E R R A Ç O S		CORDÃO EM CONTIORNO		FAIXA DE RET. OU PLANTIO EM NIV.		
CULTURAS PERMANENTES	CULTURAS ANUAIS	CULTURAS PERMANENTES	CULTURAS ANUAIS	CULTURAS ANUAIS	CULTURAS ANUAIS	EV= $(2 + \frac{D}{X})0,305$
c/grad	nível	c/grad	nível	c/grad	nível	
alta					alta	1,5
média					média	2,0
baixa	alta				baixa	2,5
média						3,0
baixa	alta					3,5
	média			alta		4,0
	baixa			média		4,5
				baixa	alta	5,0
					média	5,5
					baixa	

Fonte: TEIXEIRA (16)

NOTA: ALTA :Solos de textura argilosa  
MÉDIA:Solos de textura média  
BAIXA:Solos de textura arenosa

#### 2.4.1.1- *Plantio em Nível*

O plantio segue as curvas de níveis do terreno. Este método contribui para conservar o solo e a água, pois cada fileira serve de obstáculo ao fluxo da enxurrada. O sistema aqui discutido é mais indicado para solos com declividade até 3%.

#### 2.4.1.2- *Faixa de Retenção*

São faixas de vegetação plantadas, com largura variando de 2 a 3 m, seguindo o nível do terreno no sentido transversal. Esta prática se adapta melhor a terrenos com declividade inferior a 8%. Os vegetais mais usados são a cana de açúcar e gramíneas.

#### 2.4.1.3- *Terraços*

É um camalhão de terra (amontoado) ou uma combinação de canal e camalhão, que se constrói transversalmente ao terreno, a intervalos fixos, para com isto interceptar a enxurrada e forçar que a água seja drenada e escoada sem prejuízo erosivo do solo.

Existem duas classes de terraços: a) terra

ço em gradiente; e b) terraço em nível. O terraço em gradiente intercepta a água e escoo seu excesso, devido o desnível com que ele é construído. O terraço em nível, intercepta e absorve a água, pois sua construção é seguindo a linha niveladora ou curva de nível.

Quanto a construção, pode ser do tipo Mangum ou Camalhão, e do tipo Nichols ou Canal.

No terraço tipo Camalhão, a terra mobilizada é removida de ambos os lados das linhas demarcadoras, sendo que este tipo é mais indicado para terrenos com até 8% de declividade.

No terraço tipo Nichol ou Canal, a terra mobilizada para sua formação é removida do lado superior da encosta, sempre de cima para baixo, sendo mais indicado para declives com um máximo de 18%. Este tipo requer arado reversível, devido ter apenas um sentido para sua construção.

Com declive mais acentuado (mais de 18%) , recomenda-se dois tipos de terraços, que são, o de tipo Patamar e o de Banquetas Individuais.

O tipo Patamar, é um corte contínuo no solo, formando ângulo de  $90^{\circ}$ .

As banquetas individuais, são patamres locados individualmente e sua construção é feita manualmente.

#### 2.4.2- Práticas de Restauração e Melhoramento

São técnicas que visam dar benefício ao solo em função da cultura. São elas: uniformização do terreno sulcado pela erosão, sub-solação, rotação de cultura, adubação verde, calagem e látex.

##### a) Uso da emulsão de látex com óleo

Experimentos recentes efetuados no RRIM com emulsão do látex com óleo vegetal, mostraram a sua eficácia no controle à erosão quando colocados na superfície do solo. Em solos altamente erodidos, semelhantes às séries Serdang e Sungei Bulch, aplicações de emulsão contendo 10 a 15% de borracha seca e 2 a 8% de óleo, reduziram as perdas de solo a níveis significativos quando comparados com a testemunha. A Tabela 15 mostra a quantidade do solo erodido coletado nos diferentes tratamentos com diferentes formulações de látex/óleo.

TABELA 15 - Efeito de diferentes formulações sobre a erosão do solo.

TRATAMENTO	PESO DOS SOLOS ERODIDO ATRAVÉS DA EROÇÃO (t/ha)	% DE CONTROLE
Testemunha	288,6	100
A	49,6	17,2
B	86,6	30,0
C	36,7	12,7
D	45,2	15,7

Fonte: KWI (11)

#### 2.4.3- Práticas Complementares

Como o próprio nome diz, complementa o solo para oferecer melhores possibilidades ao vegetal. Adubação química, divisão e manejo dos pastos, irrigação e drenagem, são exemplos destas práticas.

(Aprovado para publicação em 17.03.80)

(Enviado para impressão em 24.03.81)

### 3- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- ASSIS, A.F.F. & BERTOLONI, D. Controle da erosão. Campinas, Secretaria da Agricultura, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Centro de Orientação Técnica, 1976. 45 p.
- 2- BAVER, L.D. et alii. Física de suelos. México, Union Tipográfica Hispano-Americana, 1975. 529p.
- 3- BENNET, H.H. Manual de conservação do solo. Washington, D.C., 1951. 307 p. (Publicação TC-284).
- 4- BERTONI, J. et alii. Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo no Instituto Agrônômico. São Paulo, Secretaria da Agricultura, Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária, 1972. 56p. (Circular, 20).
- 5- BLEVINS, R.L. et alii. Influence of no-tillage on soil moisture. Agronomy Journal, Madison, 63 (4): 593-6, jul./aug., 1971.
- 6- BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C. Natureza e propriedade dos solos; compêndio universitário sobre edafologia. 3.ed. Rio de Janeiro, F. Bastos, 1974, cl960. 594p.

- 7- CAMARGO, O.A. Aeração. In: MONIZ, A.C., coord. Elementos de pedologia. São Paulo, Polígono, Ed. da USP, 1972. p.85-91.
- 8- CHAVES, R. de S. Sistemas de preparo de solo para milho (Zea mays L.) em um podzólico vermelho amarelo câmbico distrófico fase terraço, da Zona da Mata de Minas Gerais. Viçosa, Univ.Fed. de Viçosa, 1977. 31p. (Tese M.S. - Univ. Fed. de Viçosa).
- 9- FAO. La erosion del suelo por el agua. Roma, 1967. 207 p.
- 10- GAVANDE, S.A. Física de suelos; principios y aplicaciones. México, Limusa-Wiley, 1973, c1972. 351 p.
- 11- KWI, S.N. Short cours on soil, soils management and nutrition of hevea, Manuring in relation to yeld and exploitation. Malasia, Rubber Research Institute of Malaya, 1977. p.31-90.
- 12- MALAVOLTA, E. et alii - Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Pioneira, 1974. 727p.
- 13- MANUAL brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra; III aproximação. Rio de Janeiro, Escritório Técnico de Agricultura Brasil-Estados Unidos, 1971. 43p.

- 14- MONIZ, A.C., coord. Elementos de pedologia. São Paulo, Polígono, Ed. da USP, 1972. 459p.
- 15- SCHULTZ, L.A. Manual do Plantio Direto: técnicas e perspectivas. Porto Alegre, Agropecuária, 1978. 84p.
- 16- TEIXEIRA, H.A., coord. tec. Curso de conservação e manejo do solo e da água. Lavras, ESAL, 1976. 152p.

CHAVES, Rui de Souza. Física ,  
Manejo e Conservação do So-  
lo. Belém, FCAP, 1981. 50 p.  
(FCAP. Informe Didático, 3).

ABSTRACT: The text deals with a part of physics and another of handling and conservation of soil. The physics of soil studies some main points such as phases of the soil, structure, consistence, greatly important in conservation. The handling and conservation of soil studies the depletion or wastage and choices of better use of it, erosion, types and phases, practices to control the erosion and equation of damage of the soil.

**IMPRESSÃO**

**Setor de Produção Gráfica**

**Serviço de Documentação e Informação**

**Faculdade de Ciências Agrárias do Pará**