



RAMON COSTA ALVARENGA

ALTERAÇÕES FÍSICAS EM UM LATOSSOLO ROXO EUTRÓFICO DO TRIÂNGULO
MINEIRO, CAUSADAS PELO PREPARO E POR SISTEMAS DE
MANEJO DA PALHADA DO MILHO (*Zeamays*, L.)

T
16/82

Tese Apresentada à Universi-
dade Federal de Viçosa, como Par-
te das Exigências do Curso de
Solos e Nutrição de Plantas, pa-
ra Obtenção do Grau de *Magister
Scientiae*.

VIÇOSA - MINAS GERAIS

1982

ALTERAÇÕES FÍSICAS EM UM LATOSSOLO ROXO EUTRÓFICO DO TRIÂNGULO
MINEIRO, CAUSADAS PELO PREPARO E POR SISTEMAS DE MANEJO
DA PALHADA DO MILHO (*Zea mays*, L.)

por

RAMON COSTA ALVARENGA

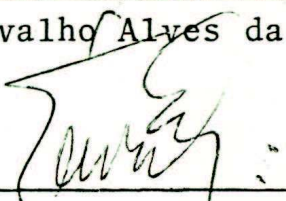
APROVADA:



Prof. Bairon Fernandes
(Orientador)



Prof. Telmo Carvalho Alves da Silva



Prof. Sêrvulo Batista de Rezende



Prof. Liovando Marciano da Costa



Prof. Waldemar Moura Filho

A minha esposa, Maria Isabel
A meus pais, Ramon e Marlene
A meu irmão, Emmanuel.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, pela oportunidade oferecida para realização deste curso.

Ao Professor Bairon Fernandes, pela orientação e amizade.

Aos Professores Telmo Carvalho A. da Silva, Mauro Resende, Liovando Marciano da Costa, Waldemar Moura Filho e Sêrvulo Batista de Rezende, pelas críticas e sugestões.

Aos laboratoristas Antônio Silvestre Brustoline, Antônio Cupertino e Renato Viana, pela ajuda nas análises.

Às programadoras Ivone Maria P. de Barros e Arminda Aparecida C. Silva, pela ajuda na computação dos dados.

Aos meus pais, pelo esforço e pela dedicação que possibilitaram a minha formação humana e profissional.

A Maria Isabel, pelo carinho, compreensão e estímulo durante a realização deste curso.

Aos Professores, funcionários e colegas do Departamento de Solos, pela amizade, pelo apoio e incentivo.

A todos os amigos que contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

RAMON COSTA ALVARENGA, filho de Ramon Alvarenga e Marlene Costa Alvarenga, nasceu em Lavras, Minas Gerais, em 19 de novembro de 1955.

Diplomou-se em Engenharia Agrônômica, em julho de 1979, pela Escola Superior de Agricultura de Lavras.

No mesmo ano, ingressou na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA.

Em 1980, iniciou o curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, na Universidade Federal de Viçosa.

CONTEÚDO

	<i>Página</i>
LISTA DE QUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	xii
EXTRATO	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Estabilidade de Agregados e Distribuição por Classes de Diâmetro	3
2.2. Densidade Aparente	6
2.3. Porosidade	6
2.4. Condutividade Hidráulica	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1. Amostragem	10
3.2. Estabilidade de Agregados por Via Úmida	10
3.3. Diâmetro Médio Geométrico dos Agregados Está- veis em Água	11
3.4. Contribuição Percentual das Partículas de Diâ- metro <2,0 mm em Agregados com Diâmetro >2,0 mm Estáveis em Água	11
3.5. Estabilidade de Agregados por Via Seca	11
3.6. Densidade Aparente	12
3.7. Densidade Real	12

3.8. Porosidade Total	12
3.9. Diâmetro dos Poros	13
3.10. Condutividade Hidráulica	13
3.11. Análise Estatística	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1. Agregados Estáveis em Água	17
4.1.1. Classe de Agregados de 9,52 a 2,00 mm..	17
4.1.2. Classe de Agregados de 2,00 a 1,00 mm..	21
4.1.3. Classe de Agregados de 1,0 a 0,5 mm ...	21
4.1.4. Classe de Agregados de 0,5 a 0,25 mm...	22
4.1.5. Classe de Agregados de 0,25 e 0,105 mm	24
4.1.6. Classe de Agregados <0,105 mm	25
4.2. Diâmetro Médio Geométrico (DMG) dos Agregados Estáveis em Água	27
4.3. Contribuição Percentual das Partículas de Diâmetro <2,0 mm em Agregados >2,0 mm Estáveis em Água	29
4.4. Estabilidade de Agregados ao Peneiramento <u>Se</u> <u>co</u>	32
4.4.1. Classe de Agregados >9,52 mm	32
4.4.2. Classe de Agregados de 9,52 a 4,76 mm .	33
4.4.3. Classe de Agregados de 4,76 a 2,0 mm ..	35
4.4.4. Classe de Agregados de 2,0 a 1,0 mm ...	35
4.4.5. Classe de Agregados de 1,0 a 0,5 mm ...	35
4.4.6. Classe de Agregados <0,5 mm	36
4.5. Densidade Aparente	39
4.6. Porosidade Total	41
4.7. Distribuição de Poros por Classes de Diâmetro	42
4.7.1. Poros de Diâmetro >0,15 mm	42
4.7.2. Poros de Diâmetro entre 0,15 e 0,07 mm.	43
4.7.3. Poros de Diâmetro entre 0,07 e 0,05 mm.	43
4.7.4. Poros de Diâmetro entre 0,05 e 0,03 mm.	45
4.7.5. Poros de Diâmetro <0,03 mm	45
4.8. Condutividade Hidráulica Saturada	47
5. RESUMO E CONCLUSÕES	50
6. LITERATURA CITADA	52
APÊNDICE	61

LISTA DE QUADROS

QUADRO		Página
1	Resultados médios da estabilidade dos agregados em água por classes de diâmetro, considerando o tipo de arado e a época de manejo da palhada do milho	18
2	Resultados médios da estabilidade dos agregados em água por classes de diâmetro, considerando os sistemas de manejo da palhada e as profundidades estudadas	19
3	Resultados médios da percentagem de agregados >2,0 mm estáveis em água, considerando o tipo de arado associado aos sistemas de manejo da palhada	20
4	Resultados médios da percentagem de agregados entre 1,0 e 0,5 mm estáveis em água, considerando o tipo de arado associado aos sistemas de manejo da palhada	22
5	Resultados médios da percentagem de agregados entre 0,5 e 0,25 mm estáveis em água, considerando o tipo de arado associado aos sistemas de manejo da palhada	24

QUADRO

Página

6	Resultados médios da percentagem de agregados entre 0,25 e 0,105 mm estáveis em água, considerando o tipo de arado associado às épocas de manejo da palhada	25
7	Resultados médios da percentagem de agregados <0,105 mm estáveis em água, considerando as épocas de manejo da palhada associadas às profundidades estudadas	27
8	Resultados médios do diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados estáveis em água, considerando os sistemas de manejo da palhada em associação aos tipos de arado	28
9	Resultados médios da percentagem de agregados >2,0 mm estáveis em água e das percentagens de argila, areia total e das frações da areia total presentes nesses agregados	30
10	Resultados médios da percentagem de areia total presente nos agregados >2,0 mm estáveis em água, considerando o tipo de arado associado às épocas de manejo da palhada	31
11	Resultados médios da estabilidade dos agregados no peneiramento a seco por classes de diâmetro, considerando o tipo de arado e as épocas de manejo da palhada	32
12	Resultados médios da estabilidade dos agregados no peneiramento a seco por classes de diâmetro, considerando os sistemas de manejo da palhada e as profundidades estudadas	34

QUADRO

Página

13	Resultados médios da percentagem de agregados <0,5 mm no peneiramento a seco, considerando o tipo de arado associado às profundidades estudadas	37
14	Resultados médios da percentagem de agregados <0,5 mm no peneiramento a seco, considerando as épocas de manejo da palhada associadas às profundidades estudadas	38
15	Resultados médios de densidade aparente, porosidade total, percentagem de poros por classes de diâmetro e condutividade hidráulica saturada, considerando as profundidades estudadas	40
16	Resultados médios da densidade aparente, considerando o tipo de arado associado às profundidades estudadas	41
17	Resultados médios da porosidade total, considerando o tipo de arado associado às profundidades estudadas	42
18	Resultados médios da percentagem de poros com diâmetro >0,15 mm, considerando as épocas de manejo da palhada associadas às profundidades estudadas.....	43
19	Resultados médios de densidade aparente, porosidade total, percentagem de poros por classes de diâmetro e condutividade hidráulica saturada, considerando o tipo de arado empregado no preparo do solo	44

QUADRO

Página

20	Resultados médios da percentagem de poros com diâmetro $<0,03$ mm, considerando as épocas de manejo da palhada associadas às profundidades estudadas	45
21	Resultados médios da percentagem de poros com diâmetro $<0,03$ mm, considerando o tipo de arado associado aos sistemas de manejo da palhada	47
22	Resultados médios da condutividade hidráulica saturada, considerando o tipo de arado associado aos sistemas de manejo da palhada	48
1A	Valores médios da estabilidade de agregados em água e no peneiramento a seco, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado e a época de manejo da palhada, na profundidade de 0 a 10 cm	62
2A	Valores médios da estabilidade de agregados em água e no peneiramento a seco, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado e a época da manejo da palhada, na profundidade de 10 a 20 cm	63
3A	Valores médios da estabilidade de agregados em água e no peneiramento a seco, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado e a época de manejo da palhada, na profundidade de 20 a 30 cm	64

QUADRO

Página

4A	Valores médios das percentagens de argila, silte, areia total e das classes de diâmetro da areia total, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado e a época de manejo da palhada, na profundidade de 0 a 10 cm	65
5A	Valores médios das percentagens de argila, silte, areia total e das classes de diâmetro da areia total, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado e a época de manejo da palhada, na profundidade de 10 a 20 cm	66
6A	Valores médios das percentagens de argila, silte, areia total e das classes de diâmetro da areia total, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado e a época de manejo da palhada, na profundidade de 20 a 30 cm	67
7A	Valores médios da densidade aparente, densidade real e porosidade total, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado, a época de manejo da palhada e as profundidades estudadas	68
8A	Valores médios da condutividade hidráulica saturada e dos poros distribuídos por classes de diâmetro, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado e a época de manejo da palhada, na profundidade de 0 a 10 cm	69

QUADRO

Página

9A	Valores médios da condutividade hidráulica saturada e dos poros distribuídos por classes de diâmetro, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado e a época de manejo da palhada, na profundidade de 10 a 20 cm	70
10A	Resumo da análise de variância das classes de agregados estáveis em água	71
11A	Resumo da análise de variância da percentagem de argila em agregados >2,0 mm estáveis em água	72
12A	Resumo da análise de variância do diâmetro médio geométrico (DMG), da areia total, da densidade aparente e da porosidade total	73
13A	Resumo da análise de variância das classes de agregados estáveis no peneiramento a seco ...	74
14A	Resumo da análise de variância das classes de diâmetro de poros e da condutividade hidráulica saturada	75

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Resultados da condutividade hidráulica saturada com o tempo, considerando os sistemas de manejo da palhada e o tipo de arado	49

EXTRATO

ALVARENGA, Ramon Costa, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 1983. *Alterações físicas em um Latossolo Roxo Eutrófico do Triângulo Mineiro, causadas pelo preparo e por sistemas de manejo da palhada do milho (Zea mays, L.).* Professor Orientador: Bairon Fernandes. Professores Conselheiros: Mauro Resende e Telmo Carvalho Alves da Silva.

Este trabalho, realizado a partir da amostragem, no ano agrícola 80/81, de um ensaio que vinha sendo conduzido, desde 1972, na Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro, procurou avaliar efeitos em algumas propriedades físicas de um Latossolo Roxo Eutrófico, decorrentes do uso dos arados de disco e aiveca utilizados no preparo do solo, associados às práticas de manejo da palhada do milho realizadas com a enxada rotativa, queima, grade pesada e roçadeira, executados logo após a colheita ou imediatamente antes das operações de preparo do solo para o plantio.

O uso do arado de aiveca causou uma significativa redução na quantidade de agregados $>2,0$ mm estáveis em água, em comparação ao arado de disco, e, nas classes de agregados de diâmetro $<2,0$ mm, o comportamento dos arados foi inverso.

Tanto nos agregados estáveis em água quanto nos estáveis no peneiramento a seco, maior percentagem de agregados maiores foi observada quando o manejo da palhada foi executado imediatamente antes das operações de preparo do solo para o plantio.

O manejo da palhada, quando realizado com a queima, foi o sistema que apresentou significativa redução do DMG.

A quantidade de argila nos agregados $>2,0$ mm estáveis em água aumentou significativamente com a profundidade, ocorrendo o inverso com o teor de areia, e a fração da areia presente em maior percentagem situou-se entre 0,25 e 0,105 mm.

A densidade aparente mostrou-se maior na profundidade entre 10 e 20 cm. Na profundidade entre 20 e 30 cm, o arado de aiveca apresentou um valor para a densidade aparente significativamente menor do que o valor apresentado pelo uso do arado de disco.

Maior percentagem de poros de diâmetro $>0,05$ mm foi obtida com o preparo do solo feito com o arado de disco. O manejo, quando feito logo após a colheita, apresentou significativos aumentos na percentagem de poros $<0,03$ mm, tendo essa percentagem aumentado com a profundidade. O arado de aiveca, associado à enxada rotativa, foi o tratamento que condicionou maior percentagem desses poros.

A condutividade hidráulica foi reduzida com a profundidade. A queima associada ao arado de disco foi o tratamento que apresentou os maiores valores para a condutividade hidráulica, diferindo significativamente dos valores apresentados pela associação da queima ao arado de aiveca e da grade pesada associada ao arado de discos.

1. INTRODUÇÃO

Desde que passou a explorar comercialmente as culturas, o homem tem procurado ajustar práticas de preparo do solo que, em última análise, resultem em sua maior produtividade. Entretanto, a agricultura moderna tem exigido uma mecanização cada vez mais intensa e, com isso, muitas vezes a produtividade é comprometida pelo excesso ou pela inadequação de práticas a que o solo é submetido, desde o seu preparo até a colheita da cultura que nele se estabeleceu.

Embora o objetivo do preparo do solo seja alterar algumas de suas propriedades físicas, conferindo-lhe novas condições que favoreçam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, via de regra ele tem condicionado uma deterioração em algumas dessas características, reduzindo a infiltração de água e o crescimento vegetal, aumentando, assim, o deflúvio e, conseqüentemente, a erosão.

Pesquisas vêm sendo desenvolvidas para estudar o comportamento do solo, quando submetido a diferentes formas de preparo e manejo dos restos culturais, o que tem evidenciado a necessidade de conjugar essas técnicas, com vistas a manter a produtividade do solo.

Assim, conhecendo a importância da cultura do milho no Triângulo Mineiro, e principalmente na região de Capinópolis, onde, na sua quase totalidade, é cultivado em Latossolo Roxo de boa fertilidade, cuja topografia favorece a me-

canização, justifica-se a realização deste trabalho que teve por objetivo detectar alterações físicas nesse solo, causadas pelo seu preparo e pelo manejo da palhada do milho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Estabilidade de Agregados e Distribuição por Classes de Diâmetro

A estabilidade dos agregados formados pelas partículas de areia, silte e argila varia conforme a percentagem das frações presentes. MONNIER (46) verificou que para quantidades comparáveis de agregados estáveis o estado de agregação do solo está diretamente relacionado com o teor de argila e silte. A maior estabilidade de agregados foi associada, por PURI e RAI (54), a maiores percentagens de argila presente nesses agregados. Hardt, segundo CHEPIL (20), verificou que a matéria orgânica não é o principal fator a conferir resistência das partículas à erosão eólica, observando ainda um maior efeito produzido principalmente pelo conteúdo de argila. Os conteúdos de silte e argila foram de 20 e 50% maiores, respectivamente, nos solos resistentes à erosão eólica.

A agregação e, conseqüentemente, todas as propriedades físicas por ela modificadas estão sujeitas às ações de fenômenos naturais e ao sistema de manejo utilizado. Muitos pesquisadores têm verificado uma redução no tamanho dos agregados após alguns anos de cultivo, sendo essa redução tanto maior quanto mais intenso for o cultivo a que o solo estiver submetido (1, 2, 52, 56). Tem sido observado também que a influência do preparo do solo na agregação diminui com a profundidade (26).

Do ponto de vista agrônômico, resultados de pesquisas (6, 35, 58) têm mostrado que várias características do solo estão relacionadas com o tamanho dos agregados presentes e que o diâmetro de 2,0 ou 1,0 mm parece ser o limite desse comportamento. Solos com maiores percentagens de agregados de diâmetro superior a esse limite apresentam normalmente maior percentagem e tamanho de poros (5, 28), menores valores para densidade aparente, maior taxa de infiltração de água (28, 46) e maior resistência à erosão (5, 6). Já a retenção de umidade pelo solo é melhorada quando há uma redução no diâmetro dos agregados (31). GROHMANN e QUEIROZ NETO (35) observaram em um Latossolo Roxo que os agregados de diâmetro <1,0 mm favoreceram o crescimento da parte aérea e do sistema radicular do milho. Também o aumento da quantidade de microagregados na camada superficial do solo aumenta a possibilidade de perda de sólidos pelo deflúvio (52). GOMES *et alii* (31) verificaram que a estabilidade de agregados de diâmetro entre 2,0 e 1,0 mm estáveis em água no solo cultivado foi reduzida a níveis de até 50%, quando comparada com os resultados do solo não cultivado. Resultados semelhantes foram encontrados por outros pesquisadores (11, 55, 58).

Resultados mais favoráveis à agregação têm sido obtidos quando o preparo do solo é realizado com o arado de aiveca do que com o arado de disco, grade pesada ou enxada rotativa (2, 34, 72). BEALE *et alii* (10) observaram maior grau de agregação do solo apenas gradeado e com maior quantidade de resíduos na superfície, do que a agregação observada quando a aração promovia a inversão da camada superficial do solo. Sabe-se que a melhor inversão da camada superficial do solo é uma característica apresentada pelo arado de aiveca (8). MOURA (47), estudando a estabilidade em água de agregados < 9,76 mm, e RAMIG e MUZARAK (57), estudando o diâmetro médio geométrico de agregados estáveis em água, obtiveram os maiores valores quando o solo era preparado com a grade.

GROHMANN e ARRUDA (34) verificaram que duas arações, no início e no final do período chuvoso, reduziram o tamanho

médio geométrico dos agregados, quando comparado com apenas uma aração no início do período chuvoso. Atribuíram essa diferença à intensidade de trabalho do solo, onde com um preparo moderado obtiveram os melhores resultados. Resultados semelhantes foram obtidos por ABRÃO *et alii* (1) que observaram maior agregação com os preparos que envolviam menor mobilização do solo.

Outro aspecto que influencia a agregação do solo é o manejo da palhada. Pesquisas têm evidenciado que é mais vantajoso, do ponto de vista da agregação, manter os resíduos em cobertura do que incorporá-los ou eliminá-los pela queima ou outro processo (10, 14, 36, 38, 41, 69). SIDDOWAY (66) observou que a proporção de agregados $>0,84$ mm não-erodíveis foi maior quando os resíduos foram recolocados nas parcelas do que quando eles foram queimados ou parcialmente removidos, e o aumento da quantidade desses agregados foi maior quando os resíduos permaneciam na superfície do que quando eles eram incorporados com a aração.

No estudo da agregação do solo, tem sido largamente utilizada a estabilidade de agregados obtida pelo peneiramento úmido, uma vez que um dos principais agentes de destruição da estrutura é a água. Entretanto, CHEPIL (18, 19) e CHEPIL e BISAL (22) desenvolveram um método de peneiramento a seco de agregados que tem sido utilizado, desde então, em estudos da agregação (6, 20, 21, 44, 66). CHEPIL (18) observou que o estado de estabilidade mecânica dos agregados secos é melhor índice de estrutura no campo do que o estado dos agregados primários determinados pelo peneiramento úmido. Segundo Willsell, citado por CHEPIL (18), o peneiramento seco detecta menores diferenças físicas no solo entre rotações de cultura no campo.

Pesquisadores vêm verificado que o tipo de implemento de preparo do solo tem uma decidida influência no tamanho e na estabilidade dos agregados a seco e que o arado de aiveca tem-se mostrado mais eficiente em promover melhor agregação (6, 44, 66).

2.2. Densidade Aparente

A densidade aparente está intimamente relacionada com a estrutura, sendo utilizada com frequência na avaliação indireta das condições estruturais do solo (42, 51, 59).

A profundidade de estudo, o solo, a época de determinação e a profundidade do trabalho dos implementos são considerados por alguns pesquisadores (30, 62, 65, 72) como as causas das diferenças nos resultados de densidade aparente entre sistemas de preparo do solo. Tanto isso se verifica que trabalhos que envolvem diferentes sistemas de preparo do solo têm apresentado algumas vezes resultados favoráveis aos valores da densidade aparente (29, 72), outras vezes resultados desfavoráveis (2, 17) e, em alguns trabalhos, percebe-se que os resultados não têm influenciado os valores da densidade aparente (12, 28, 47, 65).

A influência do manejo dos restos culturais na densidade aparente tem merecido atenção de muitos pesquisadores que vêm verificado maior redução nesse parâmetro quando os resíduos são incorporados (60) ou deixados em cobertura (40, 41) do que quando queimados ou retirados das parcelas (14). BEALE e LANGDALE (9) observaram uma relação direta entre compactação do solo e eficiência do implemento em incorporar os resíduos da cultura, entretanto, resultados inversos foram observados por TANCHANDRPHONGS e DAVIDSON (69).

SALGADO (62), em um Latossolo Roxo, verificou maiores valores para densidade aparente quando era feito o manejo da palhada com a enxada rotativa, grade pesada, queima ou roçadeira e, em seguida, eram realizados o preparo do solo e o plantio.

2.3. Porosidade

A aeração, o movimento e o armazenamento de água são frequentemente determinados pela natureza da estrutura do solo. O número, o tamanho, a distribuição e a configuração dos

espaços vazios no solo estão intimamente associados com esse fenômeno (33, 61).

Um dos objetivos da aração é o aumento da porosidade (32), principalmente dos macroporos (36), tendo esse aumento um efeito marcante na infiltração de água no solo (50), ocorrendo ainda um comportamento inverso da porosidade à densidade aparente (2). ANDERSON e BROWNING (5), entretanto, verificaram que o cultivo diminuiu a percentagem e o tamanho dos poros e aumentou a susceptibilidade do solo à erosão. ALLMARAS *et alii* (3) observaram também que a porosidade é alterada significativamente pelo tempo de operação, tipo de solo e profundidade.

FERNANDES (27) verificou que o preparo do solo com o *chisel*, um implemento que quebra a estrutura e não incorpora os resíduos, apresentou os maiores valores para porosidade total e espaço poroso livre de água, quando comparado com o preparo convencional realizado com o arado de aiveca. Entretanto, nos 10 cm superficiais de solo, tanto o sistema *chisel* como o convencional aumentaram a quantidade de poros maiores que 0,15 mm.

O uso da grade após a operação de preparo do solo com arado tem causado um decréscimo na porosidade total (3, 16, 62). A cobertura do solo com resíduos tem aumentado a porosidade do solo pelo aumento dos macroporos, sendo a microporosidade beneficiada por menores quantidades de resíduos em cobertura (40, 41), e, uma vez que os resíduos são incorporados, ocorre uma diminuição da porosidade total (60). SALGADO (62) observou redução na porosidade total, quando os resíduos eram incorporados com o uso de grade pesada ou enxada rotativa, em comparação ao manejo da palhada realizado com a roçadeira ou queima.

2.4. Condutividade Hidráulica

A infiltração de água no solo depende das características estruturais do solo considerado. Dessa forma, as pro-

priedades que influenciam a estrutura do solo vão também influenciar a condutividade hidráulica. CORSINI (23) caracterizou a condutividade hidráulica como a propriedade que melhor identifica as diferenças estruturais nas diversas camadas que constituem os perfis.

Qualquer movimento de água no solo está relacionado com o tamanho e com o arranjo dos poros (68), havendo um fluxo preferencial através dos macroporos (7, 13, 70). LUTZ e LEAMER (43) observaram que a permeabilidade aumenta rapidamente com o aumento na percentagem de poros $> 0,10$ mm, verificando-se uma relação direta com poros de diâmetro $> 0,05$ mm, se bem que menor. Observaram também que a expansão do material coloidal, resultando numa redução do tamanho e na distribuição dos poros, pode reduzir a permeabilidade. Pesquisadores têm verificado que a condutividade hidráulica pode variar também conforme a agregação (15, 24, 46), a densidade aparente (23) e a textura (24, 53).

Um efeito benéfico na condutividade hidráulica dos solos é verificado mediante o preparo do solo pela aração (4). O preparo que promove menor movimentação do solo tem apresentado resultados mais positivos na infiltração do que o preparo considerado convencional (9, 25, 45). SILVA *et alii* (67) encontraram um decréscimo acentuado na velocidade de infiltração causado pelo arado de disco contra uma ligeira redução, quando o arado de aiveca foi utilizado, não tendo o subsolador apresentado variação. Verificaram também que a substituição da grade pela enxada rotativa provocou uma grande redução na velocidade de infiltração do solo estudado.

A condutividade hidráulica dos solos é beneficiada, quando o manejo da palhada é executado e os resíduos permanecem em cobertura (40, 41), por outro lado ela é reduzida pela queima dos resíduos que tornam ainda os solos mais susceptíveis à erosão. Por outro lado, SCOTT e BURGY (63) verificaram que a queima não reduz a velocidade de infiltração de certos solos e que no solo Hugo, originário de argilito na Califórnia, EUA, provocou considerável aumento na velocidade de infiltração.

3. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras do solo utilizado neste trabalho foram coletadas em um ensaio de campo que vem sendo conduzido por professores do Departamento de Solos da UFV, desde 1972, na Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro - CEPET, município de Capinópolis, MG, em um Latossolo Roxo Eutrófico argiloso, relevo suave ondulado, fase floresta subcaducifólia, com temperatura média de 23°C e uma precipitação anual de aproximadamente 1800 mm, ocorrendo um período seco bem definido nos meses de abril a setembro¹. O teor de óxido de ferro livre nesse solo é de aproximadamente 20% (48). O ensaio consiste no uso dos arados de disco e de aiveca como sistema de preparo do solo, associados a roçadeira, queima, grade pesada e enxada rotativa empregadas como sistemas de manejo dos restos culturais do milho em duas épocas, uma logo após a colheita e a outra imediatamente antes das operações de preparo do solo para o plantio, distribuídos num fatorial 4 x 2 x 2, em blocos ao acaso, com quatro repetições.

Os arados trabalharam a uma profundidade de aproximadamente 20 a 25 cm e o arado de aiveca fazia uma melhor inversão dessa camada do que o arado de disco. Dentre os implementos de manejo da palhada, a enxada rotativa e a grade pesada eram os que causavam algum distúrbio no solo, pois trabalhavam a uma profundidade de aproximadamente 5 cm, in-

¹ Fonte: Estação Climatológica Principal de Capinópolis, MG, CEPET.

corporando, assim, parte dos resíduos. A roçadeira apenas picava os resíduos do milho, deixando-os sobre a superfície do solo, e a queima era o tratamento que eliminava os resíduos.

3.1. Amostragem

Foram retiradas amostras nas profundidades de 0 a 10 cm, de 10 a 20 cm e de 20 a 30 cm, sendo realizados dois tipos de amostragem que mantiveram a estrutura natural do solo. Uma das amostragens foi feita em tubo de PVC rígido, com diâmetro de 75 mm. No outro caso, a amostragem consistiu em retirar blocos com dimensões de 25 x 15 x 10 cm.

A amostragem foi executada, quando as plantas já se encontravam no final de seu ciclo vegetativo, e as amostras foram retiradas na parte central de cada parcela, logo abaixo da área que vem sendo utilizada para fazer amostragem de grãos.

3.2. Estabilidade de Agregados por Via Úmida

A estabilidade dos agregados em água foi determinada pelo método de Tiulin, modificado por YODER (73). Cada amostra, com agregados de diâmetro variando de 9,52 a 2,0 mm e pesando 25 g, foi umedecida lentamente com um atomizador. Foi retirada também uma amostra de 10 g com a finalidade de saber a quantidade de água existente para posterior correção do peso inicial da amostra de 25 g para peso seco à estufa. Após o umedecimento, as amostras foram colocadas em câmara úmida durante seis horas. Findo esse tempo, foi realizado o peneiramento em água através de um peneirador mecânico, equipado com dois conjuntos de peneiras, com diâmetro de 2,0, 1,0, 0,5, 0,25 e 0,105 mm, ajustados para 35 ciclos por minuto, durante 15 minutos. Os agregados retidos em cada peneira foram secos à estufa e os resultados foram expressos em percentagem.

3.3. Diâmetro Médio Geométrico

O diâmetro médio geométrico dos agregados estáveis em água foi calculado com base na fórmula proposta por SHALLER e STOCKINGER (63):

$$GM = \text{antilog} \frac{\sum (n \log d)}{\sum n}$$

em que:

GM = Diâmetro médio geométrico, em mm

n = Frequência, ou seja, a percentagem de agregados obtida nas diversas classes de peneiras

d = Valor médio dos limites de cada classe de peneiras

3.4. Contribuição Percentual das Partículas de Diâmetro <2,0 mm em Agregados com Diâmetro >2,0 mm

Após a análise da estabilidade de agregados em água, a fração da amostra retida na peneira de malha de 2,0 mm foi utilizada para fazer a análise granulométrica. Foi determinada a contribuição das frações areia, silte e argila na formação de agregados >2,0 mm estáveis em água. A fração areia foi dividida nas classes de 2,0 a 1,0 mm; 1,0 a 0,5 mm; 0,5 a 0,25 mm; 0,25 a 0,105 mm e 0,105 a 0,05 mm de diâmetro. O método de análise granulométrica usado foi o da pipeta, descrito por MOURA FILHO (49), tendo sido modificada a concentração do NaOH para 0,5 N e o tempo de repouso para 24 horas.

3.5. Estabilidade de Agregados por Via Seca

As amostras, blocos de solo que mantinham a sua estrutura natural, foram peneiradas a seco, manualmente (37), em peneiras de malhas de 9,52, 4,76, 2,0, 1,0 e 0,5 mm. Foram feitas duas peneiragens para cada amostra e foram dados 50

golpes para determinar os agregados retidos em cada peneira. De cada amostra retirou-se uma amostra para determinar a quantidade de água existente na amostra seca ao ar para posterior correção dos resultados para terra seca à estufa. Os agregados retidos em cada peneira eram pesados, seus pesos corrigidos e os resultados expressos em percentagem.

3.6. Densidade Aparente

A determinação da densidade aparente resumiu-se na divisão do peso seco em estufa, a 105°C, da amostra do tubo PVC pelo volume ocupado por essa amostra, mantida sua estrutura natural, tendo sido os resultados expressos em $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

3.7. Densidade Real

Os valores da densidade real foram obtidos pela divisão do peso de uma amostra (20 g) de TFSE pelo respectivo volume ocupado pela parte sólida. Usaram-se o balão volumétrico e o álcool absoluto para determinar o volume dos sólidos (49).

3.8. Porosidade Total

A porosidade total foi determinada através da relação:

$$P_t = \left(1 - \frac{D_{ap}}{D_r} \right) 100$$

em que:

- P_t = Porosidade total, em percentagem
- D_{ap} = Densidade aparente, em $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$
- D_r = Densidade real, em $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

3.9. Diâmetro dos Poros

O diâmetro dos poros foi determinado, utilizando-se um modelo capilar, segundo o método da coluna de água suspenso, conforme VOMOCIL (71). As tensões aplicadas foram as correspondentes a 20 cm, 40 cm, 60 cm e 100 cm de coluna de água.

O diâmetro dos poros foi obtido pela equação:

$$D_p = 2 \cdot \frac{(2\sigma)}{\rho \cdot h \cdot g}$$

em que:

D_p = Diâmetro dos poros, em cm

σ = Tensão superficial da água, em dinas . cm⁻¹

ρ = Densidade da água, em g . cm⁻³

h = Altura da coluna de água, em cm

g = Aceleração da gravidade, em dinas . g⁻¹.

3.10. Condutividade Hidráulica

Foi construída uma bateria de permeâmetros, dispostos em série, para determinar a condutividade hidráulica saturada das amostras (27, 39). A interface solo-PVC, tanto da parte superior da amostra quanto da parte inferior, foi vedada com parafina e massa de modelar para evitar o fluxo de água através das paredes do tubo. As amostras foram saturadas por capilaridade, com uma antecedência mínima de 24 horas. Foi mantida uma lâmina d'água de 1 cm, e as leituras foram iniciadas 30 minutos após o ajuste da lâmina d'água, sendo medida a água percolada a cada intervalo de 1 hora, durante 8 horas. Nessa determinação foi usada água destilada.

A condutividade hidráulica foi calculada pela equação de Darcy:

$$K = \frac{Q}{A \cdot t} \cdot \frac{L}{H}$$

em que:

- K = Condutividade hidráulica, em $\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$
 Q = Volume de água percolada no tempo t , em cm^3
 A = Área da secção, em cm^2
 H = Carga hidráulica, em cm
 L = Altura da coluna de solo, em cm
 t = Tempo em horas.

Os valores da condutividade hidráulica foram corrigidos para a temperatura de 25°C , através da relação (39):

$$K_{st} = K_t (N_t / N_{st})$$

em que:

- K_{st} = Condutividade hidráulica corrigida
 K_t = Condutividade hidráulica medida
 N = Viscosidade da água
 t = Temperatura medida na determinação
 st = Temperatura-padrão adotada.

3.11. Análise Estatística

A análise estatística seguiu o modelo original, tendo sido usado o fatorial $4 \times 3 \times 2 \times 2$ para os parâmetros que envolviam três profundidades e o fatorial $4 \times 2 \times 2 \times 2$ para os parâmetros que envolviam apenas 2 profundidades. Utilizou-se a seguinte equação geral, considerando, entretanto, as interações de terceira e quarta ordem grupadas no resíduo para se aplicar o teste de F ao nível de 5% de significância.

$$\begin{aligned}
 Y_{jwkil} = & m + p_w + n_k + pn_{wk} + c_i + pc_{wi} + nc_{ki} + pnc_{wki} + d_l + \\
 & + pd_{wl} + nd_{kl} + cd_{il} + pnd_{wkl} + pcd_{wil} + ncd_{kil} + \\
 & + pncd_{wkil} + b_j + e_{jwkil}
 \end{aligned}$$

em que:

Y_{jwkil}	= Dado observado no tratamento $jwkil$
m	= Média
p_w	= Efeito do preparo do solo w
n_k	= Efeito do manejo da palhada k
pn_{wk}	= Efeito da interação do preparo do solo w e o manejo da palhada k
c_i	= Efeito da época de manejo da palhada i
pc_{wi}	= Efeito da interação do preparo do solo w e a época de manejo da palhada i
nc_{ki}	= Efeito da interação do manejo da palhada k e a época de manejo da palhada i
pnc_{wki}	= Efeito da interação do preparo do solo w , manejo da palhada k e época de manejo da palhada i
d_1	= Efeito da profundidade 1
pd_{w1}	= Efeito da interação do preparo do solo w e a profundidade 1
nd_{k1}	= Efeito da interação do manejo da palhada k e a profundidade 1
cd_{i1}	= Efeito da interação da época de manejo da palhada i e a profundidade 1
pnd_{wk1}	= Efeito da interação do preparo do solo w , manejo da palhada k e profundidade 1
pcd_{wi1}	= Efeito da interação do preparo do solo w , época de manejo da palhada i e profundidade 1
ncd_{kil}	= Efeito da interação do manejo da palhada k , época de manejo da palhada i e profundidade 1
$pncd_{wkil}$	= Efeito da interação do preparo do solo w , manejo da palhada k , época de manejo da palhada i e profundidade 1
b_j	= Efeito do bloco j
$jwkil$	= Erro $jwkil$, com w variando de 1 a 2 ; k variando de 1 a 4 ; i variando de 1 a 2 ; l va-

riando de 1 a 3 ou de 1 a 2, conforme o número de profundidades envolvidas; e j variando de 1 a 4.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Agregados Estáveis em Água

4.1.1. Classe de Agregados de 9,52 a 2,00 mm

Os sistemas de preparo do solo influenciaram, de modo significativo, a estabilidade desses agregados (Quadro 1). Observou-se que a maior percentagem desses agregados foi obtida com o emprego do arado de disco, em comparação ao de aiveca. A maior percentagem desses agregados, nos tratamentos que incluíam o arado de disco, pode ter sido devida à manutenção dos resíduos da cultura parcialmente incorporados, ao passo que a melhor inversão da camada superficial do solo feita pelo arado de aiveca contribuiu para uma redução no tamanho dos agregados. Resultados semelhantes foram obtidos por BEALE *et alii* (10). Dessa forma, é de esperar que a utilização do arado de disco confira ao solo maior infiltração de água e maior resistência à erosão pela maior percentagem de agregados >2,0 mm produzida, o que tem sido verificado em alguns trabalhos (5, 6).

Maior quantidade de agregados foi verificada quando o manejo da palhada foi executado antes do preparo do solo para o plantio, diferindo estatisticamente do manejo realizado logo após a colheita (Quadro 1). É possível que essa diferença seja devida à redução na percentagem de agregados >2,0 mm, causada, quando o manejo é executado logo após a colheita, pela mobilização do solo em duas épocas diferentes.

Nessa classe de diâmetro de agregados, os sistemas de manejo da palhada não foram diferentes estatisticamente, o mesmo acontecendo com as profundidades estudadas (Quadro 2).

QUADRO 1 - Resultados médios da estabilidade dos agregados em água por classes de diâmetro, considerando o tipo de arado e a época de manejo da palhada do milho.

Classes de Agregados (mm)	Arados		Época de Manejo da Palhada	
	Aiveca	Disco	Depois da Colheita	Antes do Plantio
 Percentagem			
9,52 a 2,00	60,8 B	64,9 A	61,4 B	64,3 A
2,00 a 1,00	11,8 A	11,4 A	11,6 A	11,6 A
1,00 a 0,50	9,0 A	8,0 B	8,8 A	8,3 A
0,50 a 0,25	9,0 A	7,9 B	8,9 A	8,1 B
0,25 a 0,105	5,9 A	5,2 B	5,9 A	5,2 B
< 0,105	3,4 A	2,6 B	3,4 A	2,6 B

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

QUADRO 2 - Resultados médios da estabilidade dos agregados em água por classes de diâmetro, considerando os sistemas de manejo da palhada e as profundidades estudadas

Classes de Agregados (mm)	Manejo da Palhada				Profundidade (cm)		
	Enxada Rotativa	Queima	Grade Pesada	Roçadeira	0 a 10	10 a 20	20 a 30
 Percentagem						
9,52 a 2,0	64,3 A	60,6 A	61,6 A	64,9 A	62,2 A	62,3 A	64,7 A
2,0 a 1,0	11,3 A	12,3 A	11,6 A	11,2 A	11,5 AB	12,4 A	10,9 B
1,0 a 0,5	8,2 A	9,3 A	8,6 A	8,1 A	9,0 A	9,0 A	7,6 B
0,5 a 0,25	8,1 AB	9,1 A	8,8 AB	7,8 B	8,6 A	8,4 A	8,4 A
0,25 a 0,105	5,3 AB	5,9 A	5,9 A	5,1 B	5,7 A	5,3 A	5,6 A
< 0,105	2,7 B	2,8 AB	3,5 A	2,9 AB	3,6 A	2,6 B	2,8 B

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Os tipos de preparo do solo e os sistemas de manejo da palhada mostraram-se dependentes (Quadro 3). Quando o preparo do solo foi executado com o arado de aiveca, o uso da roçadeira foi o sistema de manejo da palhada que apresentou maior quantidade de agregados, diferindo significativamente dos resultados apresentados quando o manejo foi realizado com a grade pesada ou com a queima. A percentagem desses agregados, quando o arado de aiveca foi associado à enxada rotativa, não diferiu significativamente dos resultados apresentados quando esse arado foi associado aos demais sistemas de manejo da palhada. Quando se empregou o arado de disco no preparo do so

QUADRO 3 - Resultados médios da percentagem de agregados >2,0 mm estáveis em água, considerando o tipo de arado associado aos sistemas de manejo da palhada

Preparo do Solo	Manejo da Palhada			
	Enxada Rotativa	Queima	Grade Pesada	Roçadeira
Arado de Aiveca	62,4 AB a	56,8 B b	57,4 B b	66,6 A a
Arado de Disco	66,2 A a	64,3 A a	65,9 A a	63,2 A a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

lo, não ocorreram diferenças estatísticas entre os sistemas de manejo da palhada. Parece que o emprego do arado de disco reduziu o efeito dos sistemas de manejo sobre o estado de agregação do solo. O emprego da grade pesada ou da queima no manejo da palhada, associado ao arado de disco empregado no

preparo do solo, foi estatisticamente superior aos seus empregos em associação ao arado de aiveca. Os outros sistemas de manejo da palhada não apresentaram diferenças estatísticas na quantidade de agregados, conforme o tipo de arado utilizado.

4.1.2. Classe de Agregados de 2,00 a 1,00 mm

As quantidades de agregados dessa classe de diâmetro foram diferentes estatisticamente somente quando se consideraram as profundidades (Quadro 2). A percentagem desses agregados na profundidade de 10 a 20 cm foi estatisticamente maior que a percentagem observada na profundidade de 20 a 30 cm. A quantidade de agregados na profundidade de 0 a 10 cm não foi diferente estatisticamente das quantidades observadas nas outras profundidades.

4.1.3. Classe de Agregados de 1,0 a 0,5 mm

O arado de aiveca foi o sistema de preparo do solo que apresentou a maior percentagem de agregados nessa classe de diâmetro (Quadro 1), sendo essa percentagem diferente significativamente da percentagem apresentada quando o preparo do solo foi feito com o arado de disco.

As percentagens de agregados nas profundidades de 0 a 10 e de 10 a 20 cm foram significativamente superiores à percentagem de agregados na profundidade de 20 a 30 cm (Quadro 2).

As épocas de manejo não foram diferentes estatisticamente, o mesmo acontecendo com os sistemas de manejo da palhada.

A percentagem de agregados com diâmetro entre 1,0 e 0,5 mm foi diferente estatisticamente quando se considerou o tipo de arado associado aos sistemas de manejo da palhada (Quadro 4). Somente ocorreu diferença significativa entre os sistemas de manejo da palhada quando o arado de aiveca foi

utilizado no preparo do solo e maiores percentagens desses agregados foram verificadas quando se usou esse arado associado à queima ou à grade pesada, resultados que diferiram significativamente dos apresentados pela roçadeira. A associação da queima ou da grade pesada ao arado de aiveca apresentou uma maior percentagem de agregados do que as suas associações ao arado de disco, não tendo a enxada rotativa e a roçadeira apresentado resultados diferentes estatisticamente, conforme o tipo de arado a que foram associadas.

QUADRO 4 - Resultados médios da percentagem de agregados entre 1,0 e 0,5 mm estáveis em água, considerando o tipo de arado associado aos sistemas de manejo da palhada

Preparo do Solo	Manejo da Palhada			
	Enxada Rotativa	Queima	Grade Pesada	Roçadeira
Arado de Aiveca	8,6 AB a	10,3 A a	9,6 A a	7,6 B a
Arado de Disco	7,7 A a	8,3 A b	7,5 A b	8,6 A a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

4.1.4. Classes de Agregados de 0,5 a 0,25 mm

Maior quantidade de agregados dessa classe de diâmetro foi verificada, quando o preparo do solo foi efetuado com o arado de aiveca, em comparação com o de disco (Quadro 1). A época de manejo da palhada causou uma diferença significativa nos agregados dessa classe (Quadro 1) com o manejo da

palhada realizado logo após a colheita, ocasionando maior percentagem de agregados. A maior movimentação imposta ao solo pelo manejo da palhada logo após a colheita e pelo preparo do solo para o plantio em épocas diferentes parece ser a causa dessa maior percentagem de agregados de menor tamanho, visto que o manejo da palhada e o preparo do solo para o plantio realizados em uma única época condicionaram ao solo menor quantidade de agregados menores. Resultados semelhantes foram encontrados por GROHMANN e ARRUDA (34) em um Latossolo Roxo do Estado de São Paulo.

Os sistemas de manejo da palhada foram significativamente diferentes quanto às percentagens de agregados nessa classe de diâmetros (Quadro 2). A queima foi o tratamento que apresentou maior percentagem desses agregados e a roçadeira as menores. Possivelmente, a eliminação de grande parte dos resíduos pela queima e a manutenção dos resíduos em cobertura pela roçadeira sejam as causas dessa diferença. A percentagem de agregados, apresentada pela enxada rotativa e pela grade pesada, não foi estatisticamente diferente da apresentada pela queima e roçadeira.

A percentagem desses agregados não foi diferente estatisticamente entre as profundidades estudadas.

Os sistemas de manejo da palhada relacionados com o tipo de arado empregado no preparo do solo mostraram resultados que diferiram estatisticamente (Quadro 5). Quando o preparo do solo foi realizado com o arado de aiveca, a queima e a grade pesada foram os sistemas de manejo da palhada que apresentaram maior quantidade de agregados nessa classe, sendo esses resultados diferentes estatisticamente dos apresentados pela roçadeira. Quando o preparo do solo foi executado com o arado de disco, os sistemas de manejo da palhada não diferiram entre si. Os sistemas de manejo que utilizaram a queima, ou a grade pesada, em associação ao arado de aiveca apresentaram maior quantidade de agregados do que as quantidades apresentadas pelas suas associações ao arado de disco. Os outros sistemas de manejo não diferiram estatisticamente quando foram associados aos diferentes tipos de arados.

QUADRO 5 - Resultados médios da percentagem de agregados entre 0,5 e 0,25 mm estáveis em água, considerando o tipo de arado associado aos sistemas de manejo da palhada

Preparo do Solo	Manejo da Palhada			
	Enxada Rotativa	Queima	Grade Pesada	Roçadeira
Arado de Aiveca	8,7 AB a	10,2 A a	9,8 A a	7,4 B a
Arado de Disco	7,5 A a	8,0 A b	7,9 A b	8,2 A a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

4.1.5. Classe de Agregados de 0,25 a 0,105 mm

O tipo de arado usado no preparo do solo forneceu resultados estatisticamente diferentes (Quadro 1), e a maior percentagem desses agregados foi encontrada quando o solo foi preparado com o arado de aiveca. O manejo da palhada logo após a colheita mostrou ser a época que contribuiu com maior percentagem de agregados, o que vem mostrar, mais uma vez, a tendência de maior quantidade de agregados de tamanho menor, quando o manejo da palhada é efetuado na época diferente da época de preparo do solo (Quadro 1).

Os sistemas de manejo da palhada mostraram diferenças significativas nas percentagens de agregados dessa classe (Quadro 2). O uso da grade pesada ou da queima no manejo da palhada apresentou maiores percentagens desses agregados que a roçadeira. Esses tratamentos não apresentaram resultados diferentes do apresentado pela enxada rotativa.

Não foi verificada diferença significativa na percentagem de agregados dessa classe entre as profundidades.

Efeito significativo foi observado quando se compararam os tipos de preparo do solo com as épocas de manejo da palhada (Quadro 6), tendo sido observada maior percentagem de agregados quando o preparo do solo foi realizado com o arado de aiveca e o manejo da palhada foi executado logo após a colheita.

QUADRO 6 - Resultados médios da percentagem de agregados entre 0,25 e 0,105 mm estáveis em água, considerando o tipo de arado associado às épocas de manejo da palhada

Preparo do Solo	Época de Manejo da Palhada	
	Após a Colheita	Antes do Plantio
Arado de Aiveca	6,5 A a	5,4 B a
Arado de Disco	5,3 A b	5,1 A a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, e letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

4.1.6. Classe de Agregados < 0,105 mm

Quando o preparo do solo foi feito com o arado de aiveca, verificou-se maior percentagem desses agregados (Quadro 1), o que demonstra a maior eficiência do arado de disco em manter uma estrutura com agregados de diâmetro > 2,0 mm, graças às suas características na inversão incompleta da camada superficial do solo. O manejo da palhada, realizado logo após a colheita, apresentou uma quantidade de agregados

significativamente maior que a obtida quando se fez o manejo antes do plantio (Quadro 1). Isso mostra que ocorre uma redução no tamanho dos agregados, quando se faz o manejo da palhada logo após a colheita, pela mobilização do solo em duas épocas distintas.

A percentagem desses agregados mostraram-se diferentes com relação aos sistemas de manejo da palhada (Quadro 2). O emprego da grade pesada condicionou maior quantidade de agregados nessa classe de diâmetro, diferindo significativamente da verificada quando a enxada rotativa foi empregada. A queima e a roçadeira apresentaram resultados que não diferiram significativamente dos apresentados pela enxada rotativa ou pela grade pesada.

Maior percentagem de agregados foi verificada na profundidade de 0 a 10 cm (Quadro 2), sendo essa quantidade significativamente superior à observada nas profundidades subjacentes. É possível que, nessa profundidade, ocorra maior pulverização do solo em decorrência dos efeitos mais pronunciados do trânsito e da ação dos implementos que realizam o preparo do solo e o manejo da palhada, o que indica que os efeitos de preparo do solo decrescem com a profundidade, como já foi verificado por EMMOND (26).

Foi verificado um efeito significativo na agregação entre as épocas de manejo da palhada e as profundidades estudadas (Quadro 7). Verificou-se que maior quantidade de agregados foi obtida em todas as profundidades, quando o manejo da palhada foi executado logo após a colheita, entretanto, apenas na profundidade de 0 a 10 cm ocorreu uma diferença significativa, possivelmente porque nessa profundidade é que ocorrem os efeitos dos implementos de manejo da palhada, efeitos que são mais pronunciados quando realizados em época diferente da época do preparo do solo para o plantio. Com o manejo executado logo após a colheita, maior quantidade de agregados foi verificada na profundidade de 0 a 10 cm, em relação às outras profundidades inferiores. Com o manejo executado imediatamente antes das operações de preparo do solo

e do plantio, não se verificaram diferenças significativas na quantidade de agregados entre as profundidades estudadas.

QUADRO 7 - Resultados médios da percentagem de agregados < 0,105 mm estáveis em água, considerando as épocas de manejo da palhada associadas às profundidades estudadas

Época de Manejo da Palhada	Profundidade (cm)		
	0 a 10	10 a 20	20 a 30
Após a Colheita	4,5 A a	2,8 B a	3,0 B a
Antes do Plantio	2,8 A b	2,4 A a	2,6 A a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

4.2. Diâmetro Médio Geométrico (DMG) dos Agregados Estáveis em Água

Os sistemas de preparo do solo influenciaram, de modo significativo, os valores de DMG (Quadro 8). O preparo realizado com o arado de disco apresentou resultados superiores estatisticamente aos apresentados pelo arado de aiveca. Esse resultado mostra bem a grande influência exercida pela classe de agregados de diâmetro entre 9,52 e 2,0 mm nos valores do DMG, uma vez que com o emprego do arado de disco somente essa classe de diâmetro apresentou quantidade de agregados superior à apresentada com o uso do arado de aiveca. Pôde-se observar, também, uma redução no tamanho dos agregados pelo

uso do arado de aiveca no preparo do solo.

QUADRO 8 - Resultados médios do diâmetro geométrico (DMG) dos agregados estáveis em água, considerando os sistemas de manejo da palhada em associação aos tipos de arado

Preparo do Solo	Manejo da Palhada				Média do Arado
	Enxada Rotativa	Queima	Grade Pesada	Roçadeira	
Arado de Aiveca	2,42 AB a	2,12 B b	2,09 B b	2,67 A a	2,32 b
Arado de Disco	2,68 A a	2,52 A a	2,61 A a	2,47 A a	2,57 a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

A época em que foi realizado o manejo da palhada apresentou também um efeito significativo nos valores do DMG, apresentando o DMG, quando o manejo da palhada era realizado antes do plantio, um valor de 2,55 mm, superior ao DMG observado quando o manejo da palhada, executado logo após a colheita, apresentou um valor de 2,34 mm. Se agregados de maior tamanho favorecem o controle à erosão, infiltração de água e aeração, supõe-se que a época de manejo mais indicada, quando se deseja melhorar essas características, seja a realizada antes do preparo do solo; entretanto, trabalho em um Podzólico Vermelho-Amarelo tem mostrado que a retenção de umidade e o desenvolvimento de raízes são maiores quando há maior percentagem de agregados de menor tamanho (31).

Os sistemas de manejo da palhada e as profundidades estudadas, quando consideradas isoladamente, não apresenta-

ram resultados do DMG diferentes estatisticamente, entretanto, nos Quadros 1A, 2A e 3A são mostrados os resultados dos tratamentos nas profundidades estudadas.

O DMG variou significativamente quando os sistemas de manejo da palhada foram associados aos tipos de arados usados no preparo do solo (Quadro 8). Quando o preparo do solo foi feito com o arado de aiveca, a roçadeira foi o sistema de manejo que apresentou maior valor para o DMG, diferindo estatisticamente dos valores apresentados pela grade pesada e pela queima. A enxada rotativa apresentou resultados que não diferiram dos apresentados pelos outros sistemas. Os sistemas de manejo da palhada não apresentaram valores do DMG diferentes estatisticamente quando o preparo do solo foi executado com o arado de disco.

Os efeitos dos sistemas de manejo da palhada na agregação do solo tendem a ser reduzidos com o emprego do arado de disco no preparo do solo. A grade pesada e a queima apresentaram para o DMG valores significativamente superiores quando foram associados ao arado de disco, ao invés de suas associações ao arado de aiveca. Não ocorreram diferenças significativas no DMG quando se usou a enxada rotativa ou a roçadeira em associação aos tipos de arados.

4.3. Contribuição Percentual das Partículas de Diâmetro $< 2,0$ mm em Agregados $> 2,0$ mm Estáveis em Água

A contribuição percentual de partículas de diâmetro $< 2,0$ mm existentes nos agregados $> 2,0$ mm estáveis em água somente apresentaram diferenças estatísticas entre as profundidades estudadas (Quadro 9). Verificou-se que um aumento na percentagem de agregados $> 2,0$ mm com a profundidade foi acompanhado por um aumento significativo no conteúdo de argila desses agregados. Esse fato evidencia o efeito agregante da fração argila, efeito esse verificado em outros trabalhos (20, 46, 54). É de se esperar que ocorra um efeito pronunciado dos óxidos de ferro livre na cimentação dos agrega-

QUADRO 9 - Resultados médios da percentagem de agregados > 2,0 mm estáveis em água e das percentagens de argila, areia total e das frações da areia total presentes nesses agregados

Profundidade (cm)	Agregados > 2,0 mm Es- táveis em água	Argila	Areia Total	Frações da Areia Total (mm)				
				2,0 a 1,0	1,0 a 0,5	0,5 a 0,25	0,25 a 0,105	0,105 a 0,05
0 a 10	61,5 A	30 C	45 A	1,2	1,6	7,3	24,2	10,7
10 a 20	62,3 A	34 B	42 B	0,9	1,6	6,3	23,2	10,0
20 a 30	64,7 A	38 A	41 B	0,8	1,6	6,0	22,4	10,2

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

dos, podendo, ainda, pela sua desidratação causar um endurecimento das camadas mais superficiais do solo, as quais estão mais sujeitas à secagem, sendo portando, esse endurecimento reversível pelo conseqüente reumidecimento do solo. Com a fração areia ocorre o inverso, ou seja, a sua quantidade presente em agregados > 2,0 mm diminui com a profundidade, sendo sua quantidade significativamente superior nos agregados > 2,0 mm na profundidade de 0 a 10 cm. Isso se deve, possivelmente, ao fato de que o teor de matéria orgânica, sendo maior na superfície, vai estar agregando maiores quantidades de areia em agregados > 2,0 mm na profundidade de 0 a 10 cm. Observou-se também que a fração de areia de diâmetro entre 0,25 e 0,105 mm foi a que estava presente em maior quantidade nos agregados > 2,0 mm, estáveis em água.

O tipo de arado associado às épocas de manejo da palhada diferiu, de modo significativo, quanto à percentagem de areia presente em agregados > 2,0 mm estáveis em água (Quadro 10). Somente com o emprego do arado de aiveca ocorreram diferenças significativas entre as épocas de manejo da palhada, sendo obtida maior percentagem da areia em agregados

QUADRO 10 - Resultados médios da percentagem de areia total presente nos agregados > 2,0 mm estáveis em água, considerando o tipo de arado associado às épocas de manejo da palhada

Preparo do Solo	Época de Manejo da Palhada	
	Após a Colheita	Antes do Plantio
Arado de Aiveca	39 B b	44 A a
Arado de Disco	42 A a	40 A b
\bar{X} Época	40,5 B	42,0 A

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, e letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

> 2,0 mm, quando se fez o manejo da palhada antes do plantio. Entre as épocas, a percentagem de areia nos agregados > 2,0 mm foi superior estatisticamente, quando se usou o arado de aiveca associado ao manejo da palhada antes do plantio ou quando foi usado o arado de disco, associado ao manejo feito logo após a colheita.

4.4. Estabilidade de Agregados ao Peneiramento Seco

4.4.1. Classe de Agregados > 9,52 mm

Não foram observadas diferenças estatísticas entre os sistemas de preparo do solo, para todas as classes de diâmetro de agregados (Quadro 11).

QUADRO 11 - Resultados médios da estabilidade dos agregados no peneiramento a seco por classes de diâmetro, considerando o tipo de arado e as épocas de manejo da palhada

Classes de Agregados (mm)	Arados		Época de Manejo da Palhada	
	Aiveca	Disco	Depois da Colheita	Antes do Plantio
 Percentagem			
> 9,52	32,6 A	30,8 A	29,9 B	33,4 A
9,52 a 4,76	9,1 A	9,7 A	8,7 B	10,1 A
4,76 a 2,00	8,0 A	8,4 A	8,0 A	8,3 A
2,00 a 1,00	5,9 A	6,2 A	6,1 A	6,0 A
1,00 a 0,50	10,5 A	10,8 A	10,7 A	10,6 A
< 0,50	33,9 A	34,3 A	36,6 A	31,6 B

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

Foi verificada uma diferença significativa na quantidade desses agregados, conforme a época em que se fez o ma-

nejo da palhada (Quadro 11). Observou-se maior percentagem de agregados quando se fez o manejo da palhada antes do plantio.

Os sistemas de manejo apresentaram significativas diferenças na percentagem de agregados $>9,52$ mm (Quadro 12). Dentre esses sistemas, a grade pesada foi a que maior percentagem de agregados apresentou, diferindo significativamente do manejo realizado com a queima. É possível que a eliminação dos resíduos pela queima tenha sido a causa dessa diferença. As percentagens apresentadas pela enxada rotativa e pela roçadeira não foram diferentes estatisticamente dos resultados apresentados pela grade pesada e pela queima.

Uma diferença significativa ocorreu entre as profundidades estudadas (Quadro 12), onde a quantidade de agregados na profundidade de 20 a 30 cm foi menor do que a verificada nas profundidades sobrejacentes, o que indica estar ocorrendo um agrupamento de agregados individuais em agregados de diâmetro $>9,52$ mm, o que possivelmente se deva aos efeitos agregantes da matéria orgânica, pois sabe-se que, nos latossolos de modo geral, os agregados são de tamanho pequeno (granular).

4.4.2. Classe de Agregados de 9,52 a 4,76 mm

Ocorreram diferenças significativas entre as épocas de manejo da palhada (Quadro 11). Observou-se que o manejo da palhada, realizado imediatamente antes do plantio, apresentou maior quantidade de agregados nessa classe do que quando o manejo foi executado logo após a colheita.

Os sistemas de manejo da palhada influenciaram significativamente as percentagens de agregados de diâmetro entre 9,52 e 4,76 mm (Quadro 12). A roçadeira foi o sistema de manejo dos resíduos da cultura do milho que apresentou maior percentagem desses agregados, sendo superior à enxada rotativa.

Diferença significativa foi verificada na percentagem de agregados dessa classe, conforme a profundidade considerada (Quadro 12), cujos resultados mostram que em profundi-

QUADRO 12 - Resultados médios da estabilidade dos agregados no peneiramento a seco por classes de diâmetro, considerando os sistemas de manejo da palhada e as profundidades estudadas

Classes de Agregados (mm)	Manejo da Palhada				Profundidade (cm)		
	Enxada Rotativa	Queima	Grade Pesada	Roçadeira	0 a 10	10 a 20	20 a 30
 Percentagem						
> 9,52	31,3 AB	29,1 B	34,9 A	31,3 AB	33,0 A	33,7 A	28,2 B
9,52 a 4,76	8,5 B	9,2 AB	9,2 AB	10,6 A	7,2 B	10,8 A	10,1 A
4,76 a 2,00	7,9 A	8,4 A	7,7 A	8,7 A	6,8 B	9,0 A	8,7 A
2,00 a 1,00	6,1 A	6,2 A	5,7 A	6,2 A	6,3 A	5,8 A	6,0 A
1,00 a 0,50	10,7 AB	11,5 A	9,9 B	10,5 AB	9,6 B	9,7 B	11,1 A
< 0,50	35,5 A	35,7 A	32,6 A	32,8 A	35,5 A	31,1 B	35,8 A

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

dades superiores a 10 cm ocorreu maior quantidade de agregados de diâmetro entre 9,52 e 4,76 mm.

4.4.3. Classe de Agregados de 4,76 a 2,0 mm

Nessa classe de diâmetro de agregados verificou-se diferença significativa somente quando se considerou a profundidade (Quadro 12). A percentagem desses agregados na profundidade de 0 a 10 cm foi menor do que a percentagem nas outras duas profundidades. Parece que os efeitos desagregantes causados pelos implementos de preparo do solo e manejo da palhada estão contribuindo para uma redução na quantidade desses agregados nos 10 cm superficiais do solo.

4.4.4. Classe de Agregados de 2,0 a 1,0 mm

Os resultados apresentados pelos agregados dessa classe não foram significativos quando se consideraram os vários tratamentos e profundidades.

4.4.5. Classe de Agregados de 1,0 a 0,5 mm

Não foi verificada diferença significativa na percentagem desses agregados quando se compararam as épocas de manejo da palhada.

Nessa classe de diâmetro de agregados, os sistemas de manejo da palhada foram diferentes estatisticamente (Quadro 12). A maior quantidade desses agregados foi observada quando foram queimados os resíduos da cultura do milho, sendo significativamente superior à quantidade de agregados obtida quando se usou a grade pesada no manejo da palhada, sistema esse que causou maior redução na quantidade dos agregados dessa classe de diâmetro. As quantidades de agregados apresentados pela enxada rotativa e pela roçadeira não diferiram dos resultados apresentados pela queima e pela grade pesada.

Diferenças na quantidade de agregados dessa classe fo-

ram encontradas quando se compararam as profundidades (Quadro 12). A percentagem desses agregados foi estatisticamente superior na profundidade de 20 a 30 cm, em comparação com as quantidades apresentadas nas profundidades de 0 a 10 e de 10 a 20 cm.

4.4.6. Classe de Agregados < 0,5 mm

Foi verificada uma diferença significativa na quantidade de agregados < 0,5 mm, de acordo com a profundidade (Quadro 12). Maiores quantidades desses agregados foram encontradas nas profundidades de 0 a 10 e de 20 a 30 cm. A maior quantidade de agregados nessa classe pode indicar uma pulverização do solo pelos implementos de manejo da palhada na profundidade de 0 a 10 cm.

O manejo da palhada, realizado logo depois da colheita, foi o tratamento que apresentou maior quantidade de agregados nessa classe, diferindo significativamente da quantidade observada quando o manejo foi realizado antes do plantio (Quadro 11). A mobilização do solo em duas épocas distintas parece ser a causa dessa diferença.

Os sistemas de manejo da palhada não diferiram significativamente entre si.

O tipo de arado usado no preparo do solo influenciou a quantidade de agregados de diâmetro < 0,5 mm nas profundidades estudadas (Quadro 13). Quando se usou o arado de aiveca, encontrou-se maior quantidade desses agregados na profundidade de 20 a 30 cm, diferindo significativamente das quantidades observadas nas profundidades subjacentes. Entretanto, quando o arado de disco foi utilizado, a maior quantidade desses agregados foi observada na profundidade de 0 a 10 cm, quantidade superior estatisticamente à percentagem desses agregados encontrada na profundidade de 10 a 20 cm. A percentagem de agregados na profundidade de 20 a 30 cm não foi diferente estatisticamente das percentagens observadas nas profundidades subjacentes. Significativa diferença ocorreu

entre os tipos de arados na profundidade de 0 a 10 cm, tendo sido verificada maior percentagem de agregados dessa classe quando se empregou o arado de disco no preparo do solo. Na profundidade de 10 a 20 cm, não ocorreram diferenças significativas nesses agregados, conforme o arado utilizado, entretanto, na profundidade de 20 a 30 cm, maior quantidade de agregados foi verificada quando o preparo do solo foi realizado com o arado de aiveca.

QUADRO 13 - Resultados médios da percentagem de agregados < 0,5 mm no peneiramento a seco, considerando o tipo de arado associado às profundidades estudadas

Preparo do Solo	Profundidade (cm)		
	0 a 10	10 a 20	20 a 30
Arado de Aiveca	33,2 B b	30,6 B a	37,9 A a
Arado de Disco	37,8 A a	31,5 B a	33,7 AB b

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

O efeito nessa classe de agregados da época em que os resíduos da cultura do milho foram manejados, associados às profundidades estudadas, apresentou resultados diferentes estatisticamente (Quadro 14). Nas profundidades de 0 a 10 e de 10 a 20 cm, maior percentagem de agregados de diâmetro < 0,5 mm foi verificado quando o manejo da palhada foi executado logo após a colheita, em comparação ao manejo feito imediatamente antes do preparo do solo e plantio. Na profundidade

QUADRO 14 - Resultados médios da percentagem de agregados < 0,5 mm no peneiramento a seco, considerando as épocas de manejo da palhada associadas às profundidades estudadas

Época de Manejo da Palhada	Profundidade (cm)		
	0 a 10	10 a 20	20 a 30
Após a Colheita	39,0 A a	34,7 A a	36,2 A a
Antes do Plantio	32,1 A b	27,4 B b	35,4 A a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

de 20 a 30 cm, não ocorreram diferenças significativas na percentagem desses agregados com relação à época em que foi feito o manejo da palhada. Quando o manejo foi realizado logo após a colheita, não foram observadas diferenças significativas na quantidade de agregados entre as profundidades estudadas, entretanto, com o manejo da palhada antes do preparo do solo, maior quantidade desses agregados foi verificada nas profundidades de 0 a 10 e de 20 a 30 cm, sendo significativamente superior à quantidade observada na profundidade de 10 a 20 cm. Verificou-se que as maiores quantidades desses agregados foram encontradas em todas as profundidades, quando o manejo da palhada foi feito logo após a colheita. Estando essa maior quantidade desses agregados relacionada com menores quantidades de agregados de diâmetro maior, deduz-se que, objetivando manter uma estrutura do solo com agregados de diâmetro maior, o manejo da palhada deve ser feito imediatamente antes das operações de preparo do solo para o plantio.

4.5. Densidade Aparente

Os valores da densidade aparente diferiram significativamente somente com relação às profundidades estudadas (Quadro 15). Verificou-se um aumento significativo de seus valores na profundidade de 10 a 20 cm. Entretanto, essa compactação não representa problema do ponto de vista agrônômico, uma vez que a maioria das espécies vegetais pode-se desenvolver normalmente em solos que apresentam esses valores. É provável que essa ligeira compactação esteja sendo causada pela ação dos implementos e até mesmo pelo trânsito dos implementos na superfície.

A utilização de diferentes tipos de arados no preparo do solo resultou em variação da densidade aparente, conforme a profundidade (Quadro 16). Quando se empregou o arado de aiveca no preparo do solo, os valores da densidade aparente foram estatisticamente maiores nas profundidades de 0 a 10 e de 10 a 20 cm, em comparação com a densidade aparente observada na profundidade de 20 a 30 cm. Sendo o preparo do solo executado com o arado de disco, menor valor da densidade aparente foi obtida na profundidade de 0 a 10 cm, em comparação com as profundidades subjacentes. Entre os arados, na profundidade de 20 a 30 cm, maior densidade aparente foi obtida, quando o preparo do solo foi feito com o arado de disco. Nas profundidades de 0 a 10 e de 10 a 20 cm, não ocorreram diferenças significativas nos valores da densidade aparente, conforme o tipo de arado empregado. É possível que essas diferenças tenham sido causadas pelas características dos arados na qualidade de inversão da leiva. Graças à melhor capacidade de inversão do arado de aiveca, os resíduos são enterrados à maior profundidade, havendo, portanto, maior suprimento de matéria orgânica nas profundidades mais inferiores, o que é eficiente em reduzir os valores da densidade aparente, como já foi verificado por alguns pesquisadores (9, 14).

4.5. Densidade Aparente

Os valores da densidade aparente diferiram significativamente somente com relação às profundidades estudadas (Quadro 15). Verificou-se um aumento significativo de seus valores na profundidade de 10 a 20 cm. Entretanto, essa compactação não representa problema do ponto de vista agronômico, uma vez que a maioria das espécies vegetais pode-se desenvolver normalmente em solos que apresentam esses valores. É provável que essa ligeira compactação esteja sendo causada pela ação dos implementos e até mesmo pelo trânsito dos implementos na superfície.

A utilização de diferentes tipos de arados no preparo do solo resultou em variação da densidade aparente, conforme a profundidade (Quadro 16). Quando se empregou o arado de aiveca no preparo do solo, os valores da densidade aparente foram estatisticamente maiores nas profundidades de 0 a 10 e de 10 a 20 cm, em comparação com a densidade aparente observada na profundidade de 20 a 30 cm. Sendo o preparo do solo executado com o arado de disco, menor valor da densidade aparente foi obtida na profundidade de 0 a 10 cm, em comparação com as profundidades subjacentes. Entre os arados, na profundidade de 20 a 30 cm, maior densidade aparente foi obtida, quando o preparo do solo foi feito com o arado de disco. Nas profundidades de 0 a 10 e de 10 a 20 cm, não ocorreram diferenças significativas nos valores da densidade aparente, conforme o tipo de arado empregado. É possível que essas diferenças tenham sido causadas pelas características dos arados na qualidade de inversão da leiva. Graças à melhor capacidade de inversão do arado de aiveca, os resíduos são enterrados à maior profundidade, havendo, portanto, maior suprimento de matéria orgânica nas profundidades mais inferiores, o que é eficiente em reduzir os valores da densidade aparente, como já foi verificado por alguns pesquisadores (9, 14).

QUADRO 15 - Resultados médios de densidade aparente, porosidade total, percentagem de poros por classes de diâmetros e condutividade hidráulica saturada, considerando as profundidades estudadas

Profundidade (cm)	Densidade Aparente (g.cm ⁻³)	Porosidade Total	Classes de Diâmetro de Poros (cm)					Condutividade Hidráulica (cm/h)
			>0,15	0,15 a 0,07	0,07 a 0,05	0,05 a 0,03	<0,03	
..... Percentagem								
0 a 10	1,18 B	59,0 A	9,3 a	2,9 a	2,9 a	5,8 a	38,1 a	13,01 a
10 a 20	1,22 A	57,9 B	9,2 a	2,6 a	2,7 a	5,1 b	38,3 a	10,05 b
20 a 30	1,17 B	59,1 A						

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

QUADRO 16 - Resultados médios da densidade aparente, considerando o tipo de arado associado às profundidades estudadas

Preparo do Solo	Profundidade (cm)		
	0 a 10	10 a 20	20 a 30
Arado de Aiveca	1,20 A a	1,22 A a	1,15 B b
Arado de Disco	1,17 B a	1,21 A a	1,20 A a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

4.6. Porosidade Total

A porosidade total foi diferente significativamente somente entre as profundidades estudadas (Quadro 15), com variação inversa à verificada para a densidade aparente. Na profundidade de 10 a 20 cm, a porosidade total foi significativamente menor que a porosidade verificada nas outras duas profundidades estudadas. Se há uma relação inversa entre porosidade total e densidade aparente, é de se esperar que os fatores, citados anteriormente, que alteram a densidade aparente estejam envolvidos nas variações ocorridas na porosidade total.

A associação dos tipos de arados às profundidades estudadas mostrou diferenças estatísticas (Quadro 17). O arado de aiveca, em comparação ao arado de disco, apresentou maior porosidade total na profundidade de 20 a 30 cm. Como já foi dito anteriormente, a qualidade da inversão da leiva pelo arado parece exercer influência sobre a porosidade total do

solo. Somente o arado de aiveca apresentou variação na porosidade total, conforme as profundidades, tendo sido os menores valores observados na profundidade de 10 a 20 cm.

QUADRO 17 - Resultados médios da porosidade total, considerando o tipo de arado associado às profundidades estudadas

Preparo do Solo	Profundidade (cm)		
	0 a 10	10 a 20	20 a 30
Arado de Aiveca	58,8 A a	57,4 B a	59,8 A a
Arado de Disco	59,3 A a	58,3 A a	58,5 A b

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

4.7. Distribuição de Poros por Classes de Diâmetro

4.7.1. Poros de Diâmetro $> 0,15$ mm

Os poros com diâmetro $> 0,15$ mm não sofreram alterações significativas, quando se considerou apenas um fator isoladamente; entretanto, as épocas de manejo da palhada nas profundidades estudadas foram dependentes (Quadro 18). Não se verificaram diferenças significativas na quantidade desses poros na profundidade de 0 a 10 cm com relação à época em que se fez o manejo da palhada, entretanto, na profundidade de 10 a 20 cm, a percentagem de poros $> 0,15$ mm foi superior quando o manejo da palhada foi executado antes do plantio. Como já foi visto, o solo apresenta agregados de tama-

nho maior quando o manejo da palhada é executado exatamente nessa época. Dessa forma, ocorreu associação entre agregados maiores e poros com diâmetro $> 0,15$ mm, o que está de acordo com outros trabalhos (5, 28).

QUADRO 18 - Resultados médios da percentagem de poros com diâmetro $> 0,15$ mm, considerando as épocas de manejo da palhada associadas às profundidades estudadas

Profundidade (cm)	Época de Manejo da Palhada	
	Após a Colheita	Antes do Plantio
0 a 10	9,41 A a	9,15 A a
10 a 20	8,37 B a	9,90 A a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, e letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

4.7.2. Poros de Diâmetro entre 0,15 e 0,07 mm

Somente o efeito de preparo do solo apresentou significativa diferença na percentagem de poros com diâmetro entre 0,15 e 0,07 mm (Quadro 19), e o preparo do solo com o arado de disco foi o tratamento que apresentou maior percentagem desses poros.

4.7.3. Poros de Diâmetro entre 0,07 e 0,05 mm

O efeito de preparo foi o único significativo nessa classe de poros (Quadro 19), quando maior quantidade desses poros foi verificada com o preparo do solo feito com o arado de disco.

QUADRO 19 - Resultados médios de densidade aparente, porosidade total, percentagem de poros por classes de diâmetro e condutividade hidráulica saturada, considerando o tipo de arado empregado no preparo do solo

Preparo do Solo	Densidade Aparente (g.cm ⁻³)	Porosidade Total	Classes de Diâmetro de Poros (mm)					Condutividade Hidráulica (cm/h)
			> 0,15	0,15 a 0,07	0,07 a 0,05	0,05 a 0,03	< 0,03	
..... Percentagem								
Arado de Aiveca	1,19 a	58,7 a	9,3 a	2,5 b	2,7 b	5,4 a	38,8 a	10,8 a
Arado de Disco	1,19 a	58,7 a	9,0 a	3,0 a	2,9 a	5,6 a	38,2 a	12,3 a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

4.7.4. Poros de Diâmetro entre 0,05 e 0,03 mm

Profundidade foi o único efeito significativo nessa classe de poros (Quadro 15) e a percentagem decresceu com a profundidade. Observou-se que essa redução foi acompanhada por significativos decréscimos na porosidade total e aumento da densidade aparente.

4.7.5. Poros de Diâmetro < 0,03 mm

Somente a época de manejo da palhada apresentou diferenças significativas (Quadro 20). A classe de poros < 0,03 mm foi significativamente maior quando o manejo da palhada foi executado logo após a colheita, o que mostra terem sido esses poros favorecidos quando ocorreu no solo um aumento na quantidade de agregados menores.

QUADRO 20 - Resultados médios da percentagem de poros com diâmetro < 0,03 mm, considerando as épocas de manejo da palhada associadas às profundidades estudadas

Profundidade (cm)	Época de Manejo da Palhada	
	Após a Colheita	Antes do Plantio
0 a 10	38,17 A b	38,15 A a
10 a 20	38,96 A a	37,83 B a
\bar{X} Época	38,57 A	37,99 B

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, e letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

Um efeito dependente foi verificado entre as épocas em que foi realizado o manejo da palhada e as profundidades (Quadro 20). O manejo da palhada logo após a colheita apresentou na profundidade de 10 a 20 cm maior quantidade desses poros do que a quantidade observada com o manejo realizado antes do plantio.

Não foram verificadas diferenças significativas na percentagem de poros de diâmetro $< 0,03$ mm, quando se compararam as épocas de manejo da palhada na profundidade de 0 a 10 cm; entretanto, na profundidade de 10 a 20 cm, quando o manejo foi executado logo após a colheita, a percentagem desses poros foi superior. Somente o manejo da palhada realizado logo após a colheita apresentou diferenças na percentagem desses poros com a profundidade, tendo sido a percentagem desses poros superior na profundidade de 10 a 20 cm. Comparando esses resultados com os resultados da porosidade total e densidade aparente (Quadro 15), verificou-se que a densidade aparente aumenta, quando aumenta a percentagem desses poros; entretanto, com relação à porosidade total, notou-se um comportamento inverso, ou seja, aumentos na percentagem de poros $< 0,03$ mm ocorreram quando houve uma redução na porosidade total.

O emprego da enxada rotativa no manejo da palhada associada ao tipo de arado apresentou diferença significativa na percentagem de poros $< 0,03$ mm (Quadro 21). A sua associação ao arado de aiveca condicionou maior percentagem desses poros do que quando o arado de disco foi utilizado. As demais combinações entre sistemas de manejo da palhada e tipos de arados não diferiram estatisticamente. Como já foi abordado anteriormente, os poros dessa classe de diâmetro se beneficiam quando ocorre uma redução no tamanho dos agregados do solo, causada nesse caso, pelo arado de aiveca. Outra hipótese seria a de que o arado de disco, realizando uma inversão incompleta da leiva, manteria os resíduos a uma menor profundidade, o que tende a reduzir a densidade aparente (isso foi verificado) e, conseqüentemente, a percentagem dos poros de diâmetro $< 0,03$ mm.

QUADRO 21 - Resultados médios da percentagem de poros com diâmetro $< 0,03$ mm, considerando o tipo de arado associado aos sistemas de manejo da palhada

Preparo do Solo	Manejo da Palhada			
	Enxada Rotativa	Queima	Grade Pesada	Roçadeira
Arado de Aiveca	39,09 A a	38,02 A a	37,96 A a	38,13 A a
Arado de Disco	37,75 A a	38,67 A a	38,78 A a	37,84 A a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

4.8. Condutividade Hidráulica Saturada

Somente a profundidade influenciou, de modo significativo, a condutividade hidráulica saturada (Quadro 15). Significativa redução no valor da condutividade hidráulica saturada (K) foi observada na profundidade de 10 a 20 cm. Esse decréscimo pode ser explicado pela redução da porosidade total nessa profundidade, mais precisamente na redução dos poros de tamanho $> 0,03$ mm. A redução de K foi acompanhada também de um aumento da densidade aparente, o que tem sido encontrado por alguns pesquisadores (23).

Foi verificado um efeito dependente entre os sistemas de manejo da palhada e os tipos de preparo do solo (Quadro 22). Somente quando foi usado o arado de disco ocorreu diferença estatística entre os sistemas de manejo da palhada, tendo a queima apresentado o maior valor de K, apresentando-se superior à enxada rotativa e à grade pesada. Entre os arados, apenas a queima apresentou um valor para a condutivida-

QUADRO 22 - Resultados médios da condutividade hidráulica saturada, considerando o tipo de arado associado aos sistemas de manejo da palhada

Preparo do Solo	Manejo da Palhada			
	Enxada Rotativa	Queima	Grade Pesada	Roçadeira
Arado de Aiveca	10,92 A a	10,86 A b	12,06 A a	9,07 A a
Arado de Disco	10,99 AB a	17,14 A a	8,36 B a	12,84 AB a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de F.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

de hidráulica estatisticamente superior, tendo isso ocorrido no preparo do solo realizado com o arado de disco. Os tratamentos de manejo da palhada, associados ao arado de disco, exceção feita à grade pesada, apresentaram maiores valores para a condutividade hidráulica, que se beneficia por maiores percentagens de agregados com diâmetro $> 2,0$ mm (28, 46) e por maiores quantidades de poros de maior diâmetro (5, 28). Observando o Quadro 3, verifica-se que a quantidade de agregados de diâmetro entre 9,52 e 2,0 mm foi superior, quando se fez o preparo do solo com o arado de disco, e que a percentagem de poros de diâmetro $> 0,05$ mm (Quadro 19) também foi maior quando se empregou esse arado no preparo do solo. Daí, conclui-se que a manutenção da estrutura do solo, composta por agregados e por poros com maiores diâmetros apresentada pelo arado de disco, tenha sido a causa das diferenças nos valores da condutividade hidráulica saturada.

O valor da condutividade hidráulica, apresentado pela associação da queima ao arado de disco, foi bem maior do que

os valores de K dos outros tratamentos. Acredita-se que isso tenha ocorrido em virtude de uma destruição da estrutura da amostra, tanto pelo manuseio no campo como em laboratório. Na Figura 1 pode ser verificada uma queda acentuada da condutividade hidráulica com o tempo, no tratamento que reunia a queima e o arado de disco, o que caracteriza essa destruição da amostra.

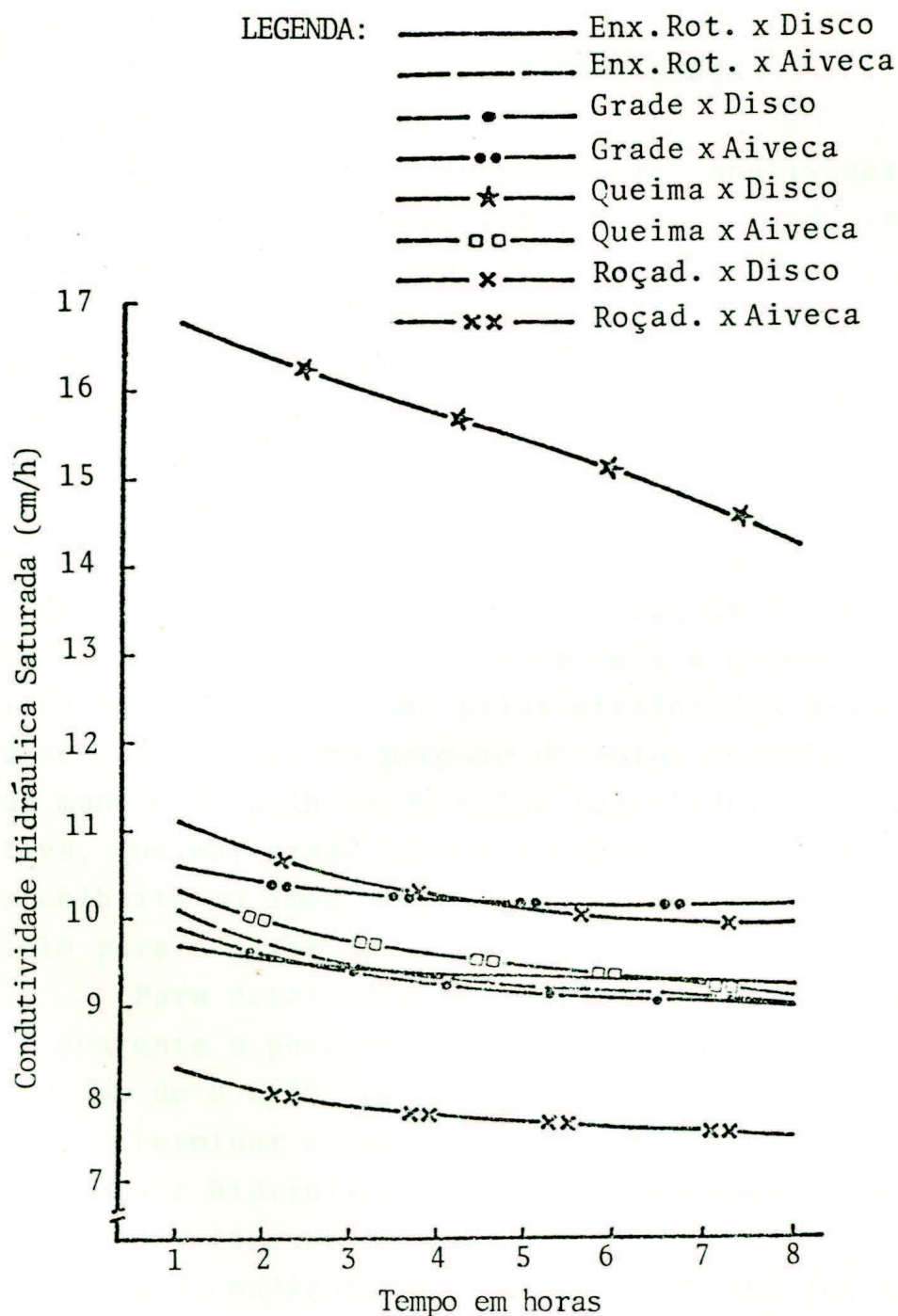


FIGURA 1 - Resultados da condutividade hidráulica saturada com o tempo, considerando os sistemas de manejo da palhada e o tipo de arado

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Neste trabalho, os parâmetros analisados originaram-se de um ensaio de campo que vem sendo conduzido em um Latos solo Roxo situado no município de Capinópolis, no Triângulo Mineiro, desde 1972. A amostragem foi feita no ano agrícola de 80/81, quando o milho já se encontrava no final de seu ciclo vegetativo.

Foram estudadas variações no estado de agregação do solo por meio de peneiramento úmido e seco, densidade aparente, porosidade total, distribuição de poros por classes de diâmetro, contribuição de partículas de diâmetro $< 2,0$ mm em agregados $> 2,0$ mm estáveis em água e condutividade hidráulica saturada, causadas pelos efeitos dos arados de aiveca ou disco utilizados no preparo do solo, associados às práticas de manejo da palhada do milho realizadas com a enxada rotativa, queima, grade pesada e roçadeira executados logo após a colheita ou imediatamente antes das operações de preparo do solo para o plantio.

Para determinar a estabilidade de agregados, densidade aparente e porosidade total, foram amostradas as profundidades de 0 a 10, de 10 a 20 e de 20 a 30 cm. As amostras para determinar o tamanho e a distribuição de poros e a condutividade hidráulica saturada foram tomadas nas profundidades de 0 a 10 e de 10 a 20 cm.

Nas condições em que este trabalho foi realizado, e com base nos resultados obtidos, concluiu-se que:

a. Os tratamentos com arado de disco e manejo da palhada realizado antes do plantio mantiveram o solo com maior percentagem de agregados $> 2,0$ mm, ao passo que o arado de aiveca e o manejo da palhada executado logo após a colheita foram os tratamentos que condicionaram uma estrutura com maior quantidade de agregados $< 2,0$ mm.

b. Os resultados da percentagem de agregados $> 2,0$ mm foram semelhantes ao do DMG, obtido considerando todas as classes de agregados do solo.

c. Objetivando manter a estrutura do solo em condições de permitir maior infiltração e aeração, a roçadeira foi o tratamento mais indicado.

d. A qualidade de inversão da leiva parece ter sido a causa da diferença entre os arados, principalmente das diferenças no estado de agregação, densidade aparente e porosidade total.

e. Verificou-se uma relação direta entre percentagem de poros $< 0,03$ mm e densidade aparente e percentagem de agregados de menor diâmetro.

f. A redução no diâmetro dos poros e os aumentos nos valores da densidade aparente causaram uma redução na condutividade hidráulica saturada na profundidade de 10 a 20 cm.

6. LITERATURA CITADA

1. ABRÃO, P.U.R.; ELTZ, F.L.F.; GUERRA, M.; CASSOL, E.A. e GOEPFERT, C.F. Efeito de diferentes sistemas de preparo sobre as características físicas de um Latossolo Roxo Distrófico. In: *Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo*, 2, Passo Fundo. 1978. p.405-413.
2. AINA, P.O. Soil changes resulting from long-term management practices in western Nigeria. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 43 (1):173-177. 1979.
3. ALLMARAS, R.R.; BURWELL, R.E. e HOLT, R. L. Plow-layer porosity and surface roughness from tillage as affected by initial porosity and soil moisture at tillage time. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 31(4):550-556. 1967.
4. ALLMARAS, R.R.; RICKMAN, R.W.; EKIN, L.G. e KIMBAL, B.A. Chiseling influences on soil hydraulic properties. *Soil Sci. J.*, 41(4):796-803. 1977.
5. ANDERSON, M.A. e BROWNING, G.M. Some physical and chemical properties of six virgin and six cultivated Iowa Soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 14(1):370-374. 1949.

6. ARMBRUST, D.V.; DICKERSON, J.D.; SKIDMORE, E.L. e RUSS, O.G. Dry soil aggregation as influenced by crop and tillage. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 46(2):390-393. 1982.
7. BASAK, P. e ANANDAKRISHNAN, M. Depth dependent hydraulic conductivity. *Soil Sci.*, 109(6):351-354. 1970.
8. BAVER, L.D.; GARDNER, W.H. e GARDNER, W.R. *Soil physics*. 4 ed. New York, John Wiley & Sons, 1972. 498 p.
9. BEALE, O.W. e LANGDALE, G.W. Tillage and residue management practices for soybean production in a soybean-small grain rotation. *Agron. J.*, 59(1):31-33. 1967.
10. BEALE, O.W.; NUTT, G.B. e PEELE, T.C. The effects of mulch tillage on runoff, erosion, soil properties e crop yields. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 19(2):244-247. 1955.
11. BERTRANSON, B.R. e RHOADES, H.F. The effects of cropping and manure applications on some physical properties of a heavy soil in Eastern Nebraska. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 3(1):32-36. 1938.
12. BEZERRA, J.E.S. *Influência de sistemas de manejo do solo, sobre algumas propriedades físicas e químicas de um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico Distrófico, Fase Terraço, e sobre a produção de milho (Zea mays L.). Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 1978. 61 p. (Tese M.S.).*
13. BOUMA, J. Soil morphology and plow along macropores. In: *Soil Science Society of America Annual Meeting*, 44^a, Detroit, 1980. *Agronomy Abstracts*, Madison, Amer.Soc. Agron, 1980. p. 130.

14. BIEDERBECK, V.O.; CAMPBELL, C.A.; BOWREN, K.E.; SCHNITZER, M. e McIVER, R.N. Effect of burning cereal straw on soil properties and grain yield in Saskatchewan. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 44(1):103-111. 1980.
15. BRAWAND, H. Effects of farming systems on water percolation through columns of Huston Black Clay. *Soil Sci.*, 101(6): 455-458. 1966.
16. BURWELL, R.E.; ALLMARAS, R.R. e SLONEKER, L.L. Structural alteration of soil surfaces by tillage and rainfall. *J. Soil and Water Conservation*, 21(2):61-63. 1966.
17. CASSEL, D.K.; BOWEN, H.D. e NELSON, L.A. An Evoluation of mechanical impedance for three tillage treatments on Norfolk Sandy Loam. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 42(1):116-120. 1978.
18. CHEPIL, W.S. A compact rotary sieve and the importance of dry sieving in physical soil analysis. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 26(1):4-6, 1962.
19. CHEPIL, W.S. Improved rotary sieve for measuring state and stability of dry soil structure. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 16(2):113-117. 1952
20. CHEPIL, W.S. Relation of wind erosion to the water - stable and clod structure of soil. *Soil Sci.* 55(4):275-287, 1943.
21. CHEPIL, W.S. Seasonal fluctuations in soil structure and erodibility of soil by wind. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 18(1):13-16. 1954.
22. CHEPIL, W.S. e BISAL, F. A rotary sieve method for deterning the size distribution of soil clods. *Soil Sci.*, 56(2): 95-100. 1943.

23. CORSINI, P.C. Modificações de características físico-hídricas em perfis das séries Jaboticabal e Santa Tereza, ocasionadas pelo cultivo intenso. *Científica*, 2(2): 149-161. 1974.
24. DAKER, A. Fatores que afetam a impermeabilização da superfície dos solos, causadas pelos impactos dos pingos de chuvas. *Rev. Ceres*, 9(52):223-233. 1953.
25. ECK, H.V.; MARTINEZ, T. e WILSON, G.C. Alfafa production on a profile-modified slowly permeable soil. *Soil Sci. J.*, 41(6):1181-1186. 1977.
26. EMMOND, G.S. Effects of rotations, tillage treatments and fertilizers on the aggregation of a clay soil. *Can. J. Soil Sci.*, 51(2):235-241. 1971.
27. FERNANDES, B. *The effects of tillage systems on soil physical properties*. Lafayette, Purdue University, 1976. 123 p. (Tese Ph.D.).
28. FREIRE, W.J. O efeito do preparo sobre a agregação do solo. *Eng. Agric.*, 1(1):25-30. 1972.
29. GANTZER, C.J. e BLAKE, G.R. Physical characteristics of Le Sueur Clay Loam Soil following no - till and conventional tillage. *Agronomy J.*, 70(5):853-857. 1978.
30. GAVANDE, S.A. Física del suelos, principios y aplicaciones. México, Limusa - Wiley, 1972. 351 p.
31. GOMES, A.S.; PATELLA, J.F. e PAULLETO, E.A. Efeitos de sistemas e tempo de cultivo sobre a estrutura de um Podzólico Vermelho-Amarelo. *R. Bras. Ci. Solo*, 2(1): 17-21. 1978.

32. GRIFFITH, D.R.; MANNERING, J.V. e MOLDENHAUER, W.C. Conservation tillage in the Eastern Corn Belt. *J. Soil and Water Conservation*, 32(1):20-28. 1977.
33. GROHMANN, F. Distribuição e tamanho de poros em três tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia*, 19(21): 319-328. 1960.
34. GROHMANN, F. e ARRUDA, H.V. Influência do preparo do solo sobre a estrutura da Terra-Roxa Legítima. *Bragantia*, 20(49):1203-1209. 1961.
35. GROHMANN, F. e QUEIROZ NETO, J.P. Efeito do tamanho de agregados sobre o crescimento e sistema radicular do milho. *Bragantia*, 25(23):253-262. 1966.
36. HEWITT, J.S. e DEXTER, A.R. Effects of tillage and stubble management on the structure of a swelling soil. *Soil Sci. J.*, 31(2):203-215. 1980.
37. KEMPER, W.D. e CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A. ed. *Methods of soil analysis*. Madison, Amer. Soc. Agron. Part 1. 1965. 499-509.
38. KETCHESON, J.W. e BEAUCHAMP, E.G. Effects on corn stover, manure, and nitrogen on soil properties and crop yield. *Agron. J.*, 70(5):792-797. 1978.
39. KLUTE, A. Laboratory measurement of hydraulic conductivity of saturated soil. In: BLACK, C.A. ed. *Methods of soil analysis*. Madison. Amer. Soc. Agron. Part 1. 1965. 210-220.
40. KOSHI, P.T. e FRYREAR, D.M. Effects of tractor traffic, surface mulch, and subbed configuration on soil properties. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 37(5):758-762. 1973.

41. LAL, R.; VLEESCHAUMER, D. e MALAFANGANJE, R. Changes in properties of a Newly Cleared Tropical Alfisol as affected by mulching. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 44(4): 827-833. 1980.
42. LARSON, W.E. Tillage requeriments for corn. *J. Soil and Water Conservation*, 17(1):3-7. 1962.
43. LUTZ, J.F. e LEAMER, R.W. Pore-size distribution as related to the permeability of soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 4(1):28-31. 1939.
44. LYLES, L. e WOODRUFF, N.P. How moisture and tillage affect soil cloddiness for wind erosion control. *Agric. Eng.*, 3(3):150-153. 1962.
45. MACHADO, J.A. e BRUM, A.C.R. Efeito dos sistemas de cultivo reduzido e convencional na capacidade de infiltração da água no solo. In: *Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo*, 2, Passo Fundo. *Anais*. 1978. p. 331-339.
46. MONNIER, G. Estrutura e estabilidade estrutural dos solos. *Fertilité*, 17(4):3-12, 1962.
47. MOURA, A.R.B. Efeito de sistemas de manejo na cultura do milho (*Zea mays*, L.) e sobre algumas propriedades físicas e químicas de um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico Distrófico Fase Terraço. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 1981. 125 p. (Tese M.S.).
48. MOURA FILHO, W. Characterization of the physical chemical, and micromorphological changes engendered by the cultivation of a soil in the Triangulo of Minas Gerais, Brazil. Raleigh. North Carolina State University, 1968. 55 p. (Tese M.S.).

49. MOURA FILHO, W. *Métodos de campo e laboratório: levantamento e física de solos*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1971. 26 p. (apostila).
50. MUSGRAVE, G.W. e FREE, G.R. Some factors which modify the rate and total amount of yield soils. *J. Amer. Soc. Agron.*, 28(9):727-739. 1936.
51. NICHOLS, M.L. e REAVES, C.A. Soil structure and consistency in tillage implement desing. *Agric. Eng.*, 36 (8): 517-522. 1955.
52. OLIVEIRA, M. e FREIRE, J.C. Influência do cultivo na agregação de um Podzólico Vermelho-Amarelo da região de Lavras, MG. In: *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 18, Salvador, 1981. p. 24 (resumo).
53. PARR, J.F. e BERTRAND, A.R. Water infiltration into soils. In: NORMAN, A.C. ed. *Advances in Agronomy*. Michigan, *Amer. Soc. Agron.* v. 12. 1960. 311-363.
54. PURI, A.N. e RAI, B. Physical characteristics of soils: VIII state of aggregation. *Soil Sci.*, 57(5): 391-396, 1944.
55. QUEIROZ NETO, J.P. e GROHMANN, F. Estado de agregação da Terra Roxa (Série Chapadão), num ensaio de adubação de milho. *Bragantia*, 22(50):635-646, 1963.
56. QUEIROZ NETO, J.P.; OLIVEIRA, J.B. e GROHMANN, F. Características da estrutura de um Podzólico Vermelho-Amarelo da Estação Experimental de Monte Alegre do Sul. *Bragantia*, 25(11):117-128. 1966.
57. RAMIG, R.E. e MUSARAK, A.P. Wheat stubble management: I. influence on some physical properties of a Chernozem Soil. *Soil Sci.Soc.Amer.Proc.*, 28(4):554-557, 1964.

58. RAMOS, M.G. Sistemas de preparo do solo na sucessão trigo-soja: III. efeitos sobre o estado de agregação e a estabilidade de agregados. In: *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 17, Manaus. 1978. p. 14. (resumo).
59. REEVE, M.J.; SMITH, P.D. e THOMASSON, A.J. The effect of density on water retention properties of field soils. *Soil Sci. J.*, 24(3):355-367. 1973.
60. RESCK, D.V.S. e PEREIRA, J. Efeitos da incorporação de restos culturais e adubo verde nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo. Fase Cerrado. In: *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 17, Manaus. 1978. p.1. (resumo).
61. RUSSEL, M.B. Pore-size distribution as a measure of soil structure. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 6(1):108-112. 1941.
62. SALGADO, J.S. Efeito de sistemas de aradura e de manejo da palhada do milho em propriedades físicas e químicas do solo e em características das plantas. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 1979. 61 p. (Tese M.S.).
63. SCOTT, V.H. e BURGY, R. H. Effects on heat and brush burning on the physical properties of certain upland soils that influence in infiltration. *Soil Sci.*, 82(1): 63-70. 1956.
64. SCHALLER, F.W. e STOCKINGER, K.R. A comparison of five methods for expressing aggregation data. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 17(4):310-313. 1953.
65. SHEAR, G.M. e MOSCHLER, W.W. Continuous corn by the no-tillage and conventional tillage methods: a six-year comparison. *Agron. Journal*, 61(4):524-526, 1969.

66. SIDDOWNAY, F.H. Effects of cropping and tillage methods on dry aggregates soil structure. *Soil Sci.Soc.Amer.Proc.*, 27(4):452-454. 1963.
67. SILVA, T.C.A.; FERNANDES, B. e GALLOWAY, H.M. Efeito comparativo entre métodos de preparo do solo, em um Latossolo Roxo do Triângulo Mineiro. In: *Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo*, 2, Anais, 437-438. 1978.
68. SMITH, R.M.; BROWNING, D.R. e POHLMAN, G.G. Laboratory percolation through undisturbed soil samples in relation to pore-size distribution. *Soil Sci.*, 57(3): 197-213, 1944.
69. TANCHANDRPHONGS, S. e DAVIDSON, J.M. Bulk density, aggregate stability, and organic matter content as influenced by two wheatland soil management practices. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 34(2):302-305. 1970.
70. VIEIRA, M.J.; COGO, N.P. e CASSOL, E.A. Perdas por erosão em diferentes sistemas de preparo do solo, para a cultura da soja (*Glycine max*, L. Merr.) em condições de chuva simulada. *R. Bras. Ci. Solo*, 2(3):209-214. 1978.
71. VOMOCIL, J.A. Porosity. In: BLACK, C.A. ed. *Methods of soil analysis*. Madison. Amer. Soc. Agron. Part 1.1965. 299-314.
72. VOORHEES, W.B.; SENST, C.G. e NELSON, W.W. Compaction and soil structure modification by wheel traffic in the Northern Corn Belt. *Soil Sci. Soc. Amer.J.*, 42(2):344-349. 1978.
73. YODER, R.E. A direct methods of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. *J. Amer. Soc. Agr.*, 28(5):337-351, 1936.

... de ...

... per ...

APENDICE

QUADRO 1A - Valores médios da estabilidade de agregados em água e no peneiramento a seco, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado e a época de manejo da palhada, na profundidade de 0 a 10 cm

Manejo da Palhada	Preparo do Solo	Época de Manejo da Palhada	Agregados Estáveis em Água, por Classes de Diâmetro (mm)						DMG (mm)	Agregados no Peneiramento Seco, por Classes de Diâmetro (mm)					
			9,52	2,00	1,00	0,50	0,25	<0,105		>9,52	9,52	4,76	2,00	1,00	<0,50
			a	a	a	a	a				a	a	a	a	
			2,00	1,00	0,50	0,25	0,105			4,76	2,00	1,00	0,50		
		 Percentagem Percentagem					
Enxada Rotativa	Arado de Aiveca	Ap. Col.	52,9*	12,3	11,0	10,9	7,3	5,6	1,77	35,9	6,4	6,4	5,9	11,1	34,3
	An. Pl.		67,8	10,2	7,1	7,0	4,5	3,4	2,67	40,7	6,9	6,1	5,6	8,3	32,4
	Arado de Disco	Ap. Col.	69,7	9,0	6,6	6,9	4,6	3,2	2,83	26,0	5,6	7,1	5,9	11,3	44,1
	An. Pl.		61,6	13,0	9,8	8,3	5,1	2,2	2,45	34,4	7,8	7,5	7,7	11,3	31,3
Queima	Arado de Aiveca	Ap. Col.	55,9	11,5	10,4	10,7	7,5	4,0	2,12	25,8	7,6	7,4	7,0	12,8	39,4
	An. Pl.		57,9	13,9	10,9	9,1	5,7	2,5	2,23	30,6	7,3	7,8	6,7	12,0	35,6
	Arado de Disco	Ap. Col.	62,0	10,7	8,9	9,0	5,8	3,6	2,29	26,6	5,1	5,3	6,5	11,6	44,9
	An. Pl.		63,0	11,7	9,1	8,1	5,3	2,8	2,43	30,6	7,8	7,4	6,9	12,5	34,8
Grade Pesada	Arado de Aiveca	Ap. Col.	58,5	14,0	11,8	12,0	8,1	5,6	1,58	38,5	8,3	6,0	5,4	10,0	31,8
	An. Pl.		63,7	10,9	9,1	8,2	5,3	2,8	2,47	37,7	8,8	7,2	6,1	9,1	31,1
	Arado de Disco	Ap. Col.	57,6	12,9	9,3	9,1	6,4	4,7	2,03	27,7	6,8	5,9	5,6	9,6	44,4
	An. Pl.		73,9	7,9	5,8	6,0	4,2	2,2	3,06	38,1	5,7	7,1	5,4	10,7	33,0
Roçadeira	Arado de Aiveca	Ap. Col.	58,6	11,6	9,2	9,1	6,3	5,2	2,08	36,9	6,4	5,9	6,1	10,1	34,6
	An. Pl.		66,1	11,0	8,2	7,2	4,4	3,0	2,65	38,5	9,2	7,2	6,6	12,2	26,3
	Arado de Disco	Ap. Col.	65,1	10,7	8,2	7,6	5,0	3,4	2,50	23,5	6,6	7,3	6,8	13,2	42,6
	An. Pl.		60,2	12,9	9,2	9,1	5,5	3,1	2,25	31,4	9,5	7,6	7,1	12,0	32,4

* Média envolvendo 4 repetições.

Ap. Col. = Após a Colheita; An. Pl. = Antes do Plantio.

QUADRO 2A - Valores Médios da estabilidade de agregados em água e no peneiramento a seco, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado e a época de manejo da palhada, na profundidade de 10 a 20 cm

Manejo da Palhada	Preparo do Solo	Época de Manejo da Palhada	Agregados Estáveis em Água, por Classes de Diâmetro (mm)							DMG (mm)	Agregados no Peneiramento Seco, por Classes de Diâmetro (mm)					
			9,52	2,00	1,00	0,50	0,25	<0,105	>9,52		9,52	4,76	2,00	1,00	<0,50	
			a	a	a	a	a		a		a	a	a	a		
			2,00	1,00	0,50	0,25	0,105			4,76	2,00	1,00	0,50			
		 Percentagem Percentagem					
Enxada Rotativa	Arado de Aiveca	Ap. Col.	60,0*	12,4	9,7	9,2	5,8	2,9	2,30	29,5	7,9	8,4	5,3	11,5	37,4	
		An. Pl.	65,7	11,0	8,4	7,7	5,0	2,1	2,68	39,5	10,7	8,5	6,0	9,3	26,0	
Queima	Arado de Disco	Ap. Col.	69,1	10,8	6,8	6,7	4,8	1,8	2,82	28,3	8,6	8,2	5,7	11,0	38,2	
		An. Pl.	63,0	12,8	9,1	8,1	4,7	2,3	2,52	36,0	12,0	9,3	6,0	9,3	27,4	
Grade Pesada	Arado de Aiveca	Ap. Col.	58,0	12,5	10,2	9,8	6,4	3,1	2,19	32,5	6,2	9,1	5,6	11,1	35,5	
		An. Pl.	51,8	15,2	11,9	11,4	6,8	2,9	1,91	36,1	10,3	8,6	5,1	9,3	30,6	
Roçadeira	Arado de Disco	Ap. Col.	65,8	12,3	8,4	7,0	4,4	2,1	2,65	26,0	11,6	11,2	6,9	10,2	34,1	
		An. Pl.	66,5	12,1	7,5	7,2	4,8	1,9	2,69	31,0	11,3	8,4	6,4	10,6	32,3	
Roçadeira	Arado de Aiveca	Ap. Col.	49,6	14,2	12,1	11,8	7,4	4,9	1,74	35,7	10,1	7,6	5,3	9,1	32,2	
		An. Pl.	59,2	13,7	9,4	8,8	5,6	3,3	2,19	39,0	10,7	8,0	5,8	10,3	26,2	
Roçadeira	Arado de Disco	Ap. Col.	57,9	13,1	10,5	9,6	6,1	2,8	2,17	38,9	11,9	7,7	6,5	8,0	27,0	
		An. Pl.	67,7	10,8	7,3	7,7	4,8	1,7	2,80	33,0	13,0	9,6	5,8	9,3	29,3	
Roçadeira	Arado de Aiveca	Ap. Col.	70,2	9,5	6,5	6,8	4,5	2,5	2,88	32,4	11,0	9,1	5,5	9,2	32,8	
		An. Pl.	65,7	12,1	8,8	7,4	4,4	1,6	2,82	35,6	14,0	9,3	5,5	9,1	26,5	
Roçadeira	Arado de Disco	Ap. Col.	68,0	11,5	7,6	6,5	4,5	1,9	2,89	21,9	10,3	10,0	7,1	11,2	39,5	
		An. Pl.	58,8	13,9	9,8	9,2	5,4	2,9	2,22	40,5	13,0	11,1	5,1	6,9	23,4	

* Média envolvendo 4 repetições.

Ap. Col. = Após a Colheita; An. Pl. = Antes do Plantio.

QUADRO 3A - Valores médios da estabilidade de agregados em água e no peneiramento a seco, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado e a época de manejo da palhada, na profundidade de 20 a 30 cm

Manejo da Palhada	Preparo do Solo	Época de Manejo da Palhada	Agregados Estáveis em Água, por Classes de Diâmetro (mm)							DMG (mm)	Agregados no Peneiramento Seco, por Classes de Diâmetro (mm)					
			9,52 a 2,00	2,00 a 1,00	1,00 a 0,50	0,50 a 0,25	0,25 a 0,105	<0,105	>9,52		9,52 a 4,76	4,76 a 2,00	2,00 a 1,00	1,00 a 0,50	<0,50	
		
		 Percentagem Percentagem					
Enxada Rotativa	Arado de Aiveca	Ap. Col.	62,0*	10,9	8,3	9,7	6,3	2,8	2,49	17,7	7,1	8,3	8,5	11,2	47,2	
		An. Pl.	66,1	11,0	7,1	7,8	5,8	2,1	2,59	23,4	9,6	8,9	5,8	11,9	40,4	
	Arado de Disco	Ap. Col.	66,2	11,4	7,1	7,7	5,0	2,6	2,60	33,7	9,7	7,3	5,1	10,4	33,8	
		An. Pl.	67,9	10,3	7,1	7,4	5,1	1,8	2,84	30,2	9,8	9,0	6,5	11,6	32,9	
Queima	Arado de Aiveca	Ap. Col.	59,7	11,9	8,8	9,7	6,4	3,5	2,19	27,6	10,7	9,3	6,4	12,6	33,4	
		An. Pl.	57,6	12,4	9,7	10,5	6,8	3,0	2,10	29,4	10,3	7,5	5,0	10,9	36,9	
	Arado de Disco	Ap. Col.	60,9	12,9	8,0	9,1	5,9	2,9	2,28	25,7	11,5	9,8	6,2	11,9	34,9	
		An. Pl.	67,5	10,3	7,5	7,8	5,3	1,6	2,76	36,9	10,6	8,9	5,3	13,0	35,3	
Grade Pesada	Arado de Aiveca	Ap. Col.	57,4	12,2	8,8	10,5	6,7	4,4	1,98	32,1	8,1	8,5	5,0	10,8	35,5	
		An. Pl.	65,8	10,5	6,7	7,4	5,0	4,6	2,56	30,3	7,0	7,4	5,4	12,1	37,8	
	Arado de Disco	Ap. Col.	69,9	9,2	6,0	7,2	5,3	2,4	2,79	33,3	10,4	8,3	5,4	9,6	33,0	
		An. Pl.	68,5	9,9	6,4	7,8	5,4	2,0	2,79	29,8	9,9	9,2	6,5	10,6	34,0	
Roçadeira	Arado de Aiveca	Ap. Col.	68,4	9,8	6,6	7,2	5,5	2,5	2,68	31,3	9,3	8,6	5,0	9,6	36,2	
		An. Pl.	70,7	9,0	6,0	6,8	5,0	2,5	2,89	24,8	13,7	10,1	6,1	9,9	35,4	
	Arado de Disco	Ap. Col.	61,3	11,7	9,2	9,2	5,6	3,0	2,43	25,5	11,5	9,9	7,2	10,9	35,0	
		An. Pl.	65,9	10,4	7,7	7,9	5,4	2,3	2,54	30,1	12,5	8,9	6,2	11,6	30,7	

* Média envolvendo 4 repetições.

Ap. Col. = Após a Colheita; An. Pl. = Antes do Plantio.

QUADRO 4A - Valores médios das percentagens de argila, silte, areia total e das classes de diâmetro da areia total, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado e a época de manejo da palhada, na profundidade de 0 a 10 cm

Manejo da Palhada	Preparo do Solo	Época de Manejo da Palhada	Argila	Silte	Areia Total	Distribuição da Areia por Classes de Diâmetro (nm)				
						2,0 a 1,0	1,0 a 0,5	0,5 a 0,25	0,25 a 0,105	0,105 a 0,05
..... Percentagem										
Enxada Rotativa	Arado de Aiveca	Ap. Col.	29*	25	46	2	2	3	23	11
		An. Pl.	31	21	48	2	2	7	26	11
	Arado de Disco	Ap. Col.	26	23	51	1	2	9	28	11
		An. Pl.	32	26	42	1	2	8	22	9
Queima	Arado de Aiveca	Ap. Col.	31	29	40	2	2	7	19	10
		An. Pl.	32	20	48	2	2	8	25	11
	Arado de Disco	Ap. Col.	31	26	43	1	1	6	25	10
		An. Pl.	33	24	43	1	2	6	23	11
Grade Pesada	Arado de Aiveca	Ap. Col.	32	28	40	1	2	6	21	10
		An. Pl.	28	22	50	1	2	9	27	11
	Arado de Disco	Ap. Col.	27	28	45	1	1	7	25	11
		An. Pl.	27	26	47	1	1	7	26	12
Roçadeira	Arado de Aiveca	Ap. Col.	34	24	42	1	1	7	23	10
		An. Pl.	34	23	43	0	1	7	24	11
	Arado de Disco	Ap. Col.	29	26	45	1	1	7	25	11
		An. Pl.	33	25	42	1	2	7	23	9

* Médias envolvendo 4 repetições.

Ap. Col. = Após a colheita; An. Pl. = Antes do Plantio

QUADRO 5A - Valores médios das percentagens de argila, silte, areia total e das classes de diâmetro da areia total, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado e a época de manejo da palhada, na profundidade de 10 a 20 cm

Manejo da Palhada	Preparo do Solo	Época de Manejo da Palhada	Argila	Silte	Areia Total	Distribuição da Areia por Classes de Diâmetro (mm)				
						2,0 a 1,0	1,0 a 0,5	0,5 a 0,25	0,25 a 0,105	0,105 a 0,05
					 Percentagem				
Enxada Rotativa	Arado de Aiveca	Ap. Col.	35*	24	41	1	2	7	21	10
		An. Pl.	32	18	50	2	2	7	27	12
	Arado de Disco	Ap. Col.	34	22	44	0	1	7	25	11
		An. Pl.	35	26	39	0	1	6	22	10
Queima	Arado de Aiveca	Ap. Col.	34	25	41	1	2	6	22	10
		An. Pl.	34	22	44	1	2	6	24	11
	Arado de Disco	Ap. Col.	33	24	43	1	2	6	24	10
		An. Pl.	29	24	47	1	2	8	26	11
Grade Pesada	Arado de Aiveca	Ap. Col.	35	31	34	1	1	5	19	8
		An. Pl.	33	21	46	1	2	7	26	10
	Arado de Disco	Ap. Col.	33	26	41	1	2	6	22	10
		An. Pl.	36	22	42	1	2	6	23	10
Roçadeira	Arado de Aiveca	Ap. Col.	34	26	40	1	1	6	22	10
		An. Pl.	35	23	42	1	1	6	24	10
	Arado de Disco	Ap. Col.	33	24	43	1	2	7	23	10
		An. Pl.	37	24	39	1	1	6	22	9

* Média envolvendo 4 repetições.

Ap. Col. = Após a colheita; An Pl. = Antes do Plantio.

QUADRO 6A - Valores médios das percentagens de argila, silte, areia total e das classes de diâmetro da areia total, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado e a época de manejo da palhada, na profundidade de 20 a 30 cm

Manejo da Palhada	Preparo de Solo	Época de Manejo da Palhada	Argila	Silte	Areia Total	Distribuição da Areia por Classes de Diâmetro (mm)				
						2,0 a 1,0	1,0 a 0,5	0,5 a 0,25	0,25 a 0,105	0,105 a 0,05
Enxada Rotativa	Arado de Aiveca	Ap. Col.	34*	21	45	1	2	7	24	11
		An. Pl.	39	18	43	1	3	5	23	11
	Arado de Disco	Ap. Col.	39	18	43	1	2	6	23	11
Queima	Arado de Aiveca	Ap. Col.	39	24	37	0	1	6	20	10
		An. Pl.	34	19	47	1	2	8	24	12
	Arado de Disco	Ap. Col.	39	21	40	1	1	6	22	10
Grade Pesada	Arado de Aiveca	Ap. Col.	39	16	45	1	2	6	24	12
		An. Pl.	35	19	46	1	2	7	25	11
	Arado de Disco	Ap. Col.	40	22	38	0	1	5	21	11
Roçadeira	Arado de Aiveca	Ap. Col.	31	21	38	1	1	5	21	10
		An. Pl.	33	20	47	1	1	7	26	12
	Arado de Disco	Ap. Col.	36	24	40	0	1	6	23	10
		An. Pl.	41	23	36	1	2	5	20	8

* Média envolvendo 4 repetições.

Ap. Col. = Após a colheita; An. Pl. = Antes do Plantio.

QUADRO 7A - Valores médios da densidade aparente, densidade real e porosidade total, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado, a época de manejo da palhada e as profundidades estudadas

Manejo da Palhada	Preparo do Solo	Época de Manejo da Palhada	Densidade Aparente (g . cm ⁻³)			Densidade Real (g . cm ⁻³)			Porosidade Total (%)		
			Profundidade (cm)			Profundidade (cm)			Profundidade (cm)		
			0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
Enxada Rotativa	Arado de Aiveca	Ap. Col.	1,17*	1,21	1,13	2,89	2,89	2,89	59,6	58,1	60,9
		An. Pl.	1,18	1,26	1,14	2,85	2,88	2,80	58,6	56,3	59,3
	Arado de Disco	Ap. Col.	1,19	1,21	1,22	2,92	2,90	2,91	59,2	58,2	58,0
		An. Pl.	1,22	1,19	1,20	2,88	2,88	2,86	57,7	58,6	58,0
Queima	Arado de Aiveca	Ap. Col.	1,20	1,21	1,17	2,91	2,80	2,87	58,7	56,8	59,2
		An. Pl.	1,17	1,22	1,12	2,92	2,85	2,87	59,9	57,1	61,0
	Arado de Disco	Ap. Col.	1,13	1,19	1,15	2,87	2,92	2,86	60,7	59,2	59,7
		An. Pl.	1,15	1,23	1,23	2,90	2,92	2,90	60,3	57,9	57,6
Grade Pesada	Arado de Aiveca	Ap. Col.	1,21	1,20	1,17	2,94	2,87	2,89	58,9	58,2	59,5
		An. Pl.	1,21	1,24	1,18	2,93	2,89	2,89	58,7	57,1	59,2
	Arado de Disco	Ap. Col.	1,19	1,24	1,17	2,91	2,89	2,89	59,1	57,0	59,5
		An. Pl.	1,20	1,22	1,22	2,90	2,92	2,91	58,6	58,3	58,1
Roçadeira	Arado de Aiveca	Ap. Col.	1,20	1,27	1,16	2,90	2,95	2,86	58,7	57,0	59,4
		An. Pl.	1,23	1,19	1,15	2,88	2,91	2,87	57,2	59,1	59,9
	Arado de Disco	Ap. Col.	1,15	1,22	1,21	2,87	2,88	2,90	59,9	57,8	58,2
		An. Pl.	1,16	1,18	1,20	2,84	2,89	2,91	59,1	59,2	58,8

* Média envolvendo 4 repetições.

Ap. Col. = Após a Colheita; An. Pl. = Antes do Plantio.

QUADRO 8A - Valores médios da condutividade hidráulica saturada e dos poros distribuídos por classes de diâmetro, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado e a época de manejo da palhada, na profundidade de 0 a 10 cm

Manejo da Palhada	Preparo do Solo	Época de Manejo da Palhada	Condutividade Hidráulica (cm/h)	Distribuição de Poros por Classes de Diâmetro(mm)				
				>0,15	0,15 a 0,07	0,07 a 0,05	0,05 a 0,03	<0,03
..... Percentagem								
Enxada Rotativa	Arado de Aiveca	Ap. Col.	13,7*	9,3	2,7	2,6	6,1	38,9
		An. Pl.	11,1	9,2	2,2	2,7	6,0	38,6
	Arado de Disco	Ap. Col.	12,5	8,8	2,4	2,8	6,0	39,2
		An. Pl.	10,8	10,2	2,8	2,7	5,3	36,8
Queima	Arado de Aiveca	Ap. Col.	8,0	10,7	2,4	2,5	4,9	38,3
		An. Pl.	16,6	8,8	3,4	3,1	7,3	37,4
	Arado de Disco	Ap. Col.	20,4	9,2	3,0	3,0	6,9	38,6
		An. Pl.	17,7	10,2	6,9	3,1	6,3	37,8
Grade Pesada	Arado de Aiveca	Ap. Col.	12,9	10,5	2,8	2,8	5,8	37,0
		An. Pl.	18,7	8,7	2,4	2,7	5,2	39,8
	Arado de Disco	Ap. Col.	8,4	8,9	3,1	3,0	6,2	37,9
		An. Pl.	8,7	8,2	2,4	2,8	5,8	39,5
Roçadeira	Arado de Aiveca	Ap. Col.	13,1	8,9	2,6	2,8	6,2	38,3
		An. Pl.	7,5	9,0	2,4	2,5	5,1	38,2
	Arado de Disco	Ap. Col.	10,3	9,0	3,0	3,4	7,4	37,2
		An. Pl.	17,9	9,1	3,2	3,3	6,2	37,2

* Média envolvendo 4 repetições.

Ap. Col. = Após a colheita; An. Pl. = Antes do Plantio.

QUADRO 9A - Valores médios da condutividade hidráulica saturada e dos poros distribuídos por classes de diâmetro, considerando os sistemas de manejo da palhada, o tipo de arado e a época de manejo da palhada, na profundidade de 10 a 20 cm

Manejo da Palhada	Preparo do Solo	Época de Manejo da Palhada	Condutividade Hidráulica (cm/h)	Distribuição de Poros por Classes de Diâmetro (mm)				
				> 0,15	0,15 a 0,07	0,07 a 0,05	0,05 a 0,03	< 0,03
			 Percentagem				
Enxada Rotativa	Arado de Aiveca	Ap. Col.	14,7*	7,3	2,5	2,9	6,0	39,4
		An. Pl.	4,3	7,6	2,4	2,4	4,4	39,5
	Arado de Disco	Ap. Col.	8,5	9,3	2,7	2,5	4,8	38,8
		An. Pl.	12,2	11,1	2,9	2,9	5,6	36,2
Queima	Arado de Aiveca	Ap. Col.	10,4	8,1	2,0	2,5	4,8	39,4
		An. Pl.	8,4	10,1	2,6	2,8	4,6	37,1
	Arado de Disco	Ap. Col.	18,6	7,2	3,1	3,2	7,0	38,8
		An. Pl.	11,9	7,6	2,4	2,7	5,8	39,5
Grade Pesada	Arado de Aiveca	Ap. Col.	9,6	10,2	2,3	2,6	5,0	38,1
		An. Pl.	7,2	10,5	2,6	2,8	4,4	37,0
	Arado de Disco	Ap. Col.	8,9	8,4	2,5	2,5	4,5	39,2
		An. Pl.	7,4	10,1	2,6	2,5	4,7	38,5
Rogadeira	Arado de Aiveca	Ap. Col.	6,7	7,9	1,9	2,7	4,5	40,0
		An. Pl.	9,1	12,6	2,8	2,9	4,6	36,1
	Arado de Disco	Ap. Col.	12,8	8,6	2,6	3,0	5,5	38,1
		An. Pl.	10,4	9,8	3,1	2,6	4,9	38,9

* Média envolvendo 4 repetições.
Ap. Col. = Após a Colheita; An. Pl. = Antes do Plantio.

QUADRO 10A - Resumo da análise de variância das classes de agregados estáveis em água

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio					
		Classes de Diâmetro dos Agregados					
		9,52 a 2,0	2,0 a 1,0	1,0 a 0,5	0,5 a 0,25	0,25 a 0,105	< 0,105
Bloco	3	647,828*	39,027*	40,256*	70,943*	20,938*	2,761
Manejo (M)	3	211,390	11,790	14,654	17,482*	7,065*	5,870*
Profundidade (P)	2	178,957	35,297*	44,058*	1,306	2,307	18,940*
Preparo do Solo (S)	1	810,238*	10,979	47,915*	58,424*	26,262*	31,607*
Época de Manejo (E)	1	387,828*	0,170	10,600	30,332*	21,608*	33,251*
Man. x Prof. (M x P)	6	41,076	3,421	3,869	2,865	0,973	1,060
Man. x Prep. (M x S)	3	347,400*	24,490	25,922*	21,740*	5,269	4,863
Man. x Época (M x E)	3	263,915	20,660	18,949	15,434	5,117	1,884
Prof. x Prep. (P x S)	2	31,194	1,837	4,999	2,255	0,447	0,098
Prof. x Época (P x E)	2	122,802	8,019	3,101	9,616	5,683	8,782*
Prep. x Época (S x E)	1	175,493	0,360	7,177	24,026	11,125*	3,440
Erro	164	102,260	9,408	7,833	6,404	2,138	2,186
CV		16,0	26,4	32,5	29,8	26,1	49,2

* F, significativo ao nível de 5%.

QUADRO 11A - Resumo da análise de variância da percentagem de argila em agregados > 2,0 mm estáveis em água

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
		Argila (%)
Bloco	3	138,436
Manejo	3	19,783
Profundidade	2	828,250*
Preparo do Solo	1	0,255
Época de Manejo/Arado de Aiveca	1	54,000
Época de Manejo/Arado de Disco	1	65,010
Manejo x Profundidade	6	22,861
Manejo x Preparo do Solo	3	3,491
Manejo x Época de Plantio	3	41,325
Profundidade x Preparo do Solo	2	58,771
Profundidade x Época de Plantio	2	21,521
Erro	164	27,850
CV		15,50

* F, significativo ao nível de 5%.

QUADRO 12A - Resumo da análise de variância do diâmetro médio geométrico (DMG), da areia total, da densidade aparente e da porosidade total

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio			
		DMG (mm)	Areia Total (%)	Densidade Aparente (g.cm ⁻³)	Porosidade Total (%)
Bloco	3	2,106*	150,571*	0,015*	7,504
Manejo (M)	3	0,817	22,929	0,004	2,440
Profundidade (P)	2	0,631	148,966*	0,029*	33,001*
Preparo do Solo (S)	1	2,901*	8,633	0,000	0,012
Época de Manejo (E)	1	1,932*	139,205	0,001	2,730
Man. x Prof. (M x P)	6	0,164	38,273	0,001	2,016
Man. x Prep. (M x S)	3	1,168*	21,075	0,003	2,194
Man. x Época (M x E)	3	0,893	80,467	0,002	3,419
Prof. x Prep. (P x S)	2	0,035	62,594	0,024*	21,477*
Prof. x Época (P x E)	2	0,508	56,627	0,001	2,334
Prep. x Época (S x E)	1	0,619	556,525*	0,001	0,566
Erro	164	0,359	48,284	0,005	3,534
CV		23,9	16,2	5,8	3,2

* F, significativo ao nível de 5%

QUADRO 13A - Resumo da análise de variância das classes de agregados estáveis no peneiramento a seco

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio					
		Classes de Diâmetro dos Agregados					
		>9,52	9,52 a 4,76	4,76 a 2,0	2,0 a 1,0	1,0 a 0,5	<0,5
Bloco	3	119,660	47,311*	5,767	9,379*	56,422*	160,374*
Manejo (M)	3	282,261*	36,687*	10,593	2,996	21,474*	135,880
Profundidade (P)	2	559,003*	225,330*	90,995*	3,694	45,490*	453,452*
Preparo do Solo (S)	1	209,412	18,867	9,850	6,746	2,208	8,326
Época de Manejo (E)	1	575,751*	91,005*	5,296	0,141	1,052	1.186,111*
Man. x Prof. (M x P)	6	34,011	10,282	1,271	2,112	6,638	35,183
Man. x Prep. (M x S)	3	58,803	2,274	0,750	1,436	4,827	36,265
Man. x Época (M x E)	3	96,298	19,400	4,733	1,896	5,528	142,410
Prof. x Prep. (P x S)	2	247,779	22,896	1,985	1,203	5,949	308,209*
Prof. x Época (P x E)	2	172,936	9,628	2,881	2,144	8,668	213,390*
Prep. x Época (S x E)	1	24,167	2,996	1,254	0,228	2,855	41,796
Erro	164	102,700	7,956	4,348	2,363	6,290	57,555
CV		31,9	30,0	25,4	25,2	23,3	22,2

* F, significativo ao nível de 5%.

QUADRO 14A - Resumo da análise de variância das classes de diâmetro de poros e da condutividade hidráulica saturada

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio					Conduti- vidade Hidráulica (cm/h)
		Classes de Diâmetro de Poros (mm)					
		>0,15	0,15 a 0,07	0,07 a 0,05	0,05 a 0,03	<0,03	
Bloco	3	12,070	1,656*	0,917*	6,806*	11,109*	168,819*
Manejo (M)	3	1,413	0,175	0,410	3,136	1,263	90,489
Profundidade (P)	1	0,690	0,945	0,564	30,615*	1,758	279,664*
Preparo do Solo (S)	1	1,805	2,420*	0,998*	8,100	0,053	82,240
Época de Manejo (E)	1	13,005	0,300	0,034	3,511	10,580*	11,520
Man. x Prof. (M x P)	3	8,977	0,313	0,086	0,784	1,710	5,334
Man. x Prep. (M X S)	3	10,873	0,238	0,229	2,773	7,895*	152,565*
Man. x Época (M x E)	3	4,207	0,371	0,108	0,841	5,628	18,877
Prof. x Prep. (P x S)	1	0,070	0,053	0,513	0,080	1,620	28,125
Prof. x Época (P x E)	1	25,382*	0,405	0,018	0,070	9,790*	105,488
Prep. x Época (S x E)	1	1,280	0,340	0,219	0,525	0,813	0,781
Erro	106	5,003	0,327	0,209	2,394	2,176	49,147
CV		24,29	21,65	16,45	27,89	3,85	60,79

* F, significativo ao nível de 5%.