

RAZÃO DE PERDAS DE SOLO
PARA ALGUNS SISTEMAS DE MANEJO DA CULTURA DE
MILHO

ISABELLA CLERICI DE MARIA

Engenheira Agrônoma

Orientador: Dr. FRANCISCO LOMBARDI NETO

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo,
para a obtenção do título de Doutor em Agronomia,
Área de Concentração: Solos e Nutrição de
Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Abril - 1995

M332r De Maria, Isabella Clerici
Razão de perdas de solo para alguns sistemas de
manejo da cultura de milho.
Piracicaba, 1995.
93p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Cobertura vegetal 2. Milho - Cultivo - Manejo
3. Solo - Conservação 4. Solo - Erosão hídrica I. Escola
Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba

COD 631.45
633.15


RAZÃO DE PERDAS DE SOLO
PARA ALGUNS SISTEMAS DE MANEJO DA CULTURA DE
MILHO

ISABELLA CLERICI DE MARIA

Aprovada em: 1/6/1995

Comissão Julgadora:

Dr. Francisco Lombardi Neto	IAC
Prof. Dr. Zilmar Ziller Marcos	ESALQ/USP
Prof. Dr. Júlio Vasques Filho	ESALQ/USP
Prof. Dr. Vicente de Paula Pereira	FCAV/UNESP
Prof. Dr. Jansle Vieira Rocha	FEAGRI/UNICAMP


Dr. Francisco Lombardi Neto
Orientador

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Francisco Lombardi Neto, pela orientação e apoio, por ter dado um grande incentivo para a realização deste trabalho.

Aos funcionários de campo da Seção de Conservação do Solo, Geraldo Carnelocci, João Domingos Cazassa, João Gimenez Gonçales, Carlos Coutinho, Antonio Ribeiro de Souza, responsáveis pela coleta dos dados após cada chuva.

Ao CNPq, pela bolsa de estudos concedida durante a realização do curso de pós-graduação.

À Silvana Cristina Teixeira, pelo auxílio na editoração deste trabalho.

Ao demais funcionários da Seção de Conservação do Solo, e em especial à Dr. Sonia Carmela Falci Dechen e ao Dr. Sidney Rosa Vieira, pela compreensão durante o período final da realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	vii.
LISTA DE TABELAS	ix.
RESUMO	xiii.
SUMMARY	xv.
1. INTRODUÇÃO	1.
2. REVISÃO DE LITERATURA	4.
2.1. Informações sobre a cultura do milho no Estado de São Paulo	4.
2.2. Erosão do solo na cultura do milho	5.
2.3. Equação universal de perdas de solo	6.
2.4. Fator C	9.
2.5. Considerações finais	15.
3. MATERIAL E MÉTODOS	16.
3.1. Caracterização do locais	18.
3.1.1. Centro Experimental de Campinas	18.
3.1.2. Estação Experimental de Mococa	19.
3.1.3. Estação Experimental de Pindorama	20.
3.2. Parcelas experimentais e coleta de dados	21.
3.3. Tratamentos	23.
3.3.1. Tratamentos com a cultura de milho	23.

3.3.2. Tratamentos com resíduos culturais de milho em superfície	25.
3.3.3. Tratamento descoberto	25.
3.4. Parâmetros do solo e da cultura	26.
3.5. Determinação da razão de perdas de solo (RPS).	27.
3.5.1. Definição dos estádios da cultura	27.
3.5.2. Razão de perdas de solo (RPS)	28.
3.6. Fator C	29.
3.7. Fatores de correção	29.
3.8. Análises estatísticas	30.
4. RESULTADOS	31.
4.1. Produção da cultura do milho	32.
4.2. Perdas de terra	32.
4.3. Definição dos estádios da cultura	38.
4.4. Razão de perdas de solo	39.
4.4.1. Tratamentos com a cultura de milho	39.
4.4.2. Tratamentos com resíduos culturais de milho em superfície	48.
4.5. Fator C	52.
5. DISCUSSÃO	56.
5.1. Perdas de terra	56.
5.2. Razão de perdas de solo	58.

5.3. Uso de subfatores para determinação de razão de perdas de solo.	60.
5.4. Fator C para a cultura do milho	62.
5.5. Outras considerações	63.
5.6. Valor do fator C para estimativa de perda de solo para o Estado de São Paulo	64.
5.7. Alteração do fator C em função das épocas de preparo e semeadura	66.
6. CONCLUSÕES	68.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69.
APÊNDICE 1:	81.
APÊNDICE 2:	83.
APÊNDICE 3:	87.

Lista de Figuras

Figura	Página
1. Localização dos municípios de Campinas, Mococa e Pindorama	17.
2. Parcela experimental de 4 m de largura por 25 m de comprimento com paredes de alvenaria e sistema coletor de enxurrada e sedimentos	22.
3. Razão de perdas de solo (RPS), calculada a partir das perdas acumuladas desde a semeadura, no tratamento milho contínuo, resíduos incorporados (MC,RI) . . .	40.
4. Parcela experimental de 4 m de largura por 25 m de comprimento com o tratamento de 1.000 kg/ha de resíduos culturais de milho em superfície	50.
5. Razão de perdas de solo (RPS) em função da porcentagem de cobertura com resíduos culturais (RC) do milho em superfície	51.
6. Relação entre o fator C obtido a partir das RPS medidas em cada solo e o fator C determinado pelo fator de correção para diferentes sistemas de manejo da cultura do milho	55.

7.	Áreas homogêneas do Estado de São Paulo quanto à distribuição da erosividade de chuva. Fonte: BERTONI & LOMBARDI NETO (1990)	65.
8.	Variação do fator C em função da época de preparo do solo e de semeadura da cultura do milho para a região 6 de distribuição de erosividade	67.

Lista de Tabelas

Tabela	Página
1. Composição granulométrica e características químicas do latossolo roxo distrófico, A moderado, textura argilosa, unidade Barão Geraldo (LR)	18.
2. Composição granulométrica e características químicas do podzólico vermelho-amarelo, Tb, A chernozêmico, textura argilosa (PVarg)	19.
3. Composição granulométrica e características químicas do podzólico vermelho-amarelo distrófico, textura arenosa/média (PVare)	20.
4. Tratamentos com a cultura de milho, indicando tipo de solo, declive, local e época de coleta de dados	24.
5. Produção média da cultura do milho, quantidade de resíduos culturais e estande final nos tratamentos com a cultura do milho	33.
6. Totais anuais de perdas de terra nos tratamentos com diferentes sistemas de manejo do milho, erosividade (EI30) e precipitação, em latossolo roxo distrófico (LR), com 9,9% de declividade, em Campinas-SP	34.
7. Totais anuais de perdas de terra nos tratamentos com diferentes sistemas de manejo do milho,	

- erosividade (EI30) e precipitação, em podzólico vermelho-amarelo, textura argilosa (PVarg), com 9,4% de declividade, em Mococa-SP 34.
8. Totais anuais de perdas de terra nos tratamentos com diferentes sistemas de manejo do milho, erosividade (EI30) e precipitação, em podzólico vermelho-amarelo, textura arenosa/média (PVare), com 12% de declividade, em Pindorama-SP 35.
9. Totais anuais de perdas de terra nos tratamentos com resíduos culturais de milho em superfície, precipitação e erosividade (EI30), em latossolo roxo distrófico, com 13,0% de declividade, em Campinas-SP 36.
10. Totais anuais de perdas de terra nos tratamentos com resíduos culturais de milho em superfície, precipitação e erosividade (EI30), em podzólico vermelho-amarelo, textura argilosa, 9,4% de declividade, em Mococa-SP 37.
11. Erosividade (R), perda de terra (P) e razão de perdas de solo (RPS) do tratamento milho contínuo, resíduos incorporados em cada ano e o valor da razão de perdas de solo calculada para a cultura em latossolo roxo (LR), em Campinas-SP, para cada estágio 42.
12. Erosividade (R), perda de terra (P) e razão de

- perdas de solo (RPS) do tratamento milho contínuo, resíduos incorporados em cada ano e o valor da razão de perdas de solo calculada para a cultura em podzólico vermelho-amarelo, textura argilosa, em Mococa-SP, para cada estágio 43.
13. Erosividade (R), perda de terra (P) e razão de perdas de solo (RPS) do tratamento milho contínuo, resíduos incorporados em cada ano e o valor da razão de perdas de solo calculada para a cultura em podzólico vermelho-amarelo, textura arenosa/média, em Pindorama-SP, para cada estágio 44.
14. Valores de razão de perdas de solo determinados para os tratamentos com a cultura de milho, no latossolo roxo, em Campinas-SP 45.
15. Valores de razão de perdas de solo determinados para os tratamentos com a cultura de milho, no podzólico vermelho-amarelo, textura argilosa, em Mococa-SP 45.
16. Valores de razão de perdas de solo determinados para os tratamentos com a cultura de milho, no podzólico vermelho-amarelo, textura arenosa/média, em Pindorama-SP 46.
17. Coeficientes das equações de regressão do tipo exponencial, relacionando quantidade de resí-

	duos ou porcentagem de cobertura do solo com a razão de perdas de solo (RPS)	49.
18.	Distribuição do índice de erosividade da chuva (EI_{30}) para Campinas, Mococa e Pindorama	52.
19.	Relação entre os tratamentos de manejo da cultura do milho, com base no sistema milho contínuo com resíduos culturais incorporados	53.
20.	Fator C em função do local e do manejo da cultura do milho, calculado utilizando-se os fatores de correção para manejo	54.
21.	Razão de perdas de solo a partir de subfatores baseados em efeito residual (C_1), efeito do resíduo incorporado (C_2), efeito da intensidade de mobilização do solo (C_3), rugosidade (C_4) e efeito da cobertura (C_5), de acordo com MUTCHLER et alii (1982)	61.
22.	Valores do fator C determinado a partir das RPS propostas neste trabalho e a partir das RPS obtidas por outros autores, para a cultura do milho em sistema contínuo com resíduos incorporados	63.
23.	Fator C para as catorze áreas homogêneas do Estado de São Paulo quanto à distribuição de erosividade	66.

RAZÃO DE PERDAS DE SOLO
PARA ALGUNS SISTEMAS DE MANEJO DA CULTURA DO
MILHO

Autora: ISABELLA CLERICI DE MARIA

Orientador: DR. FRANCISCO LOMBARDI NETO

RESUMO

Utilizando dados obtidos de experimentos de perdas de terra e água por erosão, sob condições de chuva natural, conduzidos durante sete anos pela Seção de Conservação do Solo do Instituto Agrônômico, nas Estações Experimentais de Campinas, de Pindorama e de Mococa, procurou-se verificar o efeito de sistemas de manejo da cultura do milho nas perdas de terra por erosão hídrica.

Foram selecionadas parcelas com cultivo de milho em sistemas contínuo e em rotação com leguminosas e com pastagem, e parcelas com diferentes manejos e quantidades de resíduos culturais. O período de coleta de dados foi de sete anos, em três solos: latossolo roxo textura argilosa, podzólico vermelho-amarelo textura arenosa/média e podzólico vermelho-amarelo textura argilosa.

Os sistemas de manejo com maior quantidade de resíduos culturais na superfície e o aumento da quantidade de resíduos diminuíram as perdas de terra por erosão na cultura do milho. A erosão do solo foi, também, reduzida quando o milho foi cultivado em sistemas de rotação de culturas, em comparação com o sistema contínuo. Observou-se redução pequena nas perdas quando o uso anterior foi uma leguminosa e acentuada quando a cultura anterior foi pastagem.

Determinaram-se as razões de perda de solo (RPS) nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura e o fator C, para utilização na equação universal de perdas de solo (EUPS). As RPS determinadas foram inferiores às apresentadas por WISCHMEIER & SMITH (1978) em todos os estádios da cultura e os efeitos dos tratamentos variaram segundo o local. Para o cálculo do fator C foram determinadas as RPS a partir de média ponderada pela erosividade dos valores obtidos para cada local. As RPS para os estádios D, PL, 1, 2, 3 e 4 foram, respectivamente, 24, 34, 14, 9, 6 e 1, para a cultura conduzida em sistema contínuo com resíduos incorporados. Os valores de C para outras condições de manejo foram ajustados através de fatores de correção propostos.

SOIL LOSS BY EROSION AND SOIL LOSS RATIO FOR CORN MANAGEMENT SYSTEMS

Author: ISABELLA CLERICI DE MARIA

Adviser: DR. FRANCISCO LOMBARDI NETO

SUMMARY

Soil loss data from research plots located at three Experimental Stations of the Instituto Agronômico, State of São Paulo, respectively, Campinas, Pindorama e Mococa, were tabulated to evaluate the effects of corn cropping management systems on soil losses by erosion.

Data for 7-year periods, from plots cropped to continuous corn and corn following legumes and pastures, and plots with different residue management were collected for three soils: Typic Haplortox, Petrofenic Tropudult and Oxic Argiudoll.

Management systems with greater amount of residues of corn on the soil surface tended to decrease soil loss. Soil losses for corn crop were also decreased when the previous crop was legume and pasture.

The soil loss ratio (SLR) were determined for

different cropstage periods of corn; the C factor of the USLE were determined for several regions of São Paulo State.

The SLR determined were substantially lower than those given by Wischmeier & Smith (1978) for all cropstage periods for corn. The effects of management systems varied with locations. To evaluate the C factor, the SLR were determined using a weighted erosion index average. The SLR for the cropstages F, SB, 1, 2, 3 and 4 were, 24, 34, 14, 9, 6 e 1, respectively, for corn crop cultivated continuously and the residues incorporated. The C values for other conditions of management were adjusted using correction factors.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as causas de degradação dos solos nas regiões tropicais, está a erosão hídrica, que promove o arraste de partículas minerais, de matéria orgânica e de nutrientes, depauperando as terras agrícolas, além de produzir poluição e assoreamento de cursos d'água. O planejamento das medidas necessárias para evitar a erosão e suas conseqüências depende dos conhecimentos disponíveis sobre os fatores que atuam no processo.

A utilização e o manejo do solo das áreas agrícolas determinam as quantidades de terra perdidas por erosão. As causas geralmente aceitas como as mais atuantes são a cobertura vegetal proporcionada pelas culturas e pelos resíduos culturais e as operações de manejo do solo.

A cobertura vegetal e os resíduos atuam na redução da erosão diminuindo o impacto das gotas de chuva, a desagregação do solo, o selamento da superfície e a velocidade da enxurrada. Por outro lado, as operações agrícolas revolvem o solo e expõem sua superfície à ação das chuvas.

A equação universal de perdas de solo (EUPS) é um modelo matemático desenvolvido para ser utilizado no

planejamento de medidas de conservação do solo. A EUPS determina as perdas de terra por erosão hídrica em função dos fatores: chuva e enxurrada (erosividade - fator R), suscetibilidade do solo à erosão (erodibilidade - fator K), comprimento e grau do declive (fator LS), uso e manejo do solo (fator C) e práticas conservacionistas (fator P).

O fator uso e manejo (fator C) demanda pesquisas para cada cultura e manejos específicos de cada local. Poucas determinações desse fator têm sido realizadas para condições encontradas nas regiões tropicais.

Sua determinação é feita a partir dos valores da razão de perdas de solo da cultura (RPS) e da distribuição da erosividade da chuva do local. A RPS relaciona as perdas de terra ocorridas em determinada condição de manejo com as perdas de terra de uma parcela padrão, mantida continuamente descoberta.

De maneira geral, as RPS utilizadas nas aplicações da EUPS são aquelas apresentadas por WISCHMEIER & SMITH (1978). Entretanto, diversos trabalhos têm apresentado valores de RPS diferentes daqueles indicados por esses autores.

A determinação das RPS consome tempo e é onerosa, e seus resultados são válidos apenas para as condições de manejo testadas, resultando em longas tabelas de dados, que dificultam sua utilização prática. Por isso, determinações das RPS através de subfatores, que contemplem separadamente as variáveis abrangidas pelo fator de uso e

manejo, têm sido sugeridas para possibilitar a estimativa de dados para condições não avaliadas experimentalmente.

Assim, utilizando dados de perdas de terra obtidos sob condição de chuva natural, este trabalho de pesquisa procura verificar o efeito de sistemas de manejo da cultura do milho nas perdas de terra por erosão, a proteção oferecida pelo sistema de manejo nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura e os valores da razão de perdas de solo em cada estágio.

A partir dos valores de RPS e da distribuição da erosividade pode-se calcular do fator C para a cultura do milho no Estado de São Paulo, em diferentes situações de manejo, para ser utilizado de maneira prática na estimativa da erosão através da EUPS.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste ítem são apresentados aspectos gerais da cultura do milho e das perdas de terra por erosão hídrica, decorrentes de seu cultivo. A seguir são apresentados o modelo da equação universal de perdas de solo (EUPS) e o fator C desse modelo, incluindo sua utilização e sua determinação.

2.1. Informações sobre a cultura do milho no Estado de São Paulo

Entre as principais culturas anuais presentes no Estado de São Paulo, a cultura do milho é a que ocupa a maior área, seguida por soja, algodão e arroz. A previsão para a safra de verão de 1994/95 é de que o milho ocupe uma área de, aproximadamente, 900.000 hectares (ANEFALOS et alii, 1994). As regiões com maiores áreas são as Divisões Regionais Agrícolas (DIRAs) de Sorocaba, Campinas, São José do Rio Preto e Araçatuba. Além da safra de verão, tem sido também importante em algumas regiões, especialmente no vale do Paranapanema, a safra plantada no final do verão.

Pela importância da cultura e da área que ocupa no Estado, dados sobre o comportamento de diferentes sistemas de manejo em relação à erosão hídrica são necessários para determinar o volume de perdas de terra e estabelecer seu controle.

2.2. Erosão do solo na cultura do milho

A cultura do milho não tem sido apontada como cultura que apresente sérios problemas de erosão. A grande quantidade de massa vegetal sobre o solo e o grande volume de raízes nas camadas superficiais são as razões que colocam essa cultura entre as que perdem menos terra por erosão hídrica (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

Perdas de terra por erosão na cultura do milho têm sido determinadas, em ensaios com chuva natural e simulada, em diferentes condições de clima e solo no Brasil. Os resultados dessas pesquisas mostram que a perda de terra nessa cultura é significativa.

Os valores de quantidade de terra arrastada por erosão na cultura do milho, obtidos por diferentes autores são bastante variáveis. Estudando o efeito de diferentes sistemas de manejo do solo na erosão hídrica, BENATTI et alii (1977) determinaram perdas médias de 2,0 a 3,0 t/ha.ano em latossolo roxo, textura argilosa, com 6,3% de declive e de 13,4 a 40,9 t/ha.ano em podzólico vermelho-amarelo, textura arenosa/média, com 10,8% de declive. Nos mesmos solos,

CASTRO et alii (1986) obtiveram valores de perdas de terra de 1,6 a 3,0 t/ha.ano no latossolo roxo e 22,5 a 56,2 t/ha.ano no podzólico vermelho-amarelo. ELTZ et alii (1984b) obtiveram perdas médias de 8,5 a 39,6 t/ha.ano em podzólico vermelho-amarelo, textura arenosa e 9% de declive, enquanto NUNES FILHO et alii (1987) obtiveram perdas de 0,1 a 2,0 t/ha.ano em podzólico vermelho-amarelo com 4% de declive, e LEVIEN et alii (1990) perdas 0,8 a 42,9 t/ha.ano em podzólico vermelho-amarelo, com 7,5% de declive.

Em comparação com outras culturas anuais, SILVA et alii (1986b) verificaram menores perdas de terra no milho, enquanto DEDECEK et alii (1986) encontraram efeito inverso.

As diferenças entre os valores de perdas de terra na cultura de milho ocorrem em função de variações de chuva, solo e declive, mas, para uma mesma condição edafoclimática, também existem diferenças significativas entre tipos e intensidades de preparo do solo e manejo da cultura. Grande parte da erosão na cultura do milho pode ser controlada por modificações no manejo adotado.

2.3. Equação universal de perdas de solo

A equação universal de perdas de solo (EUPS) é um modelo desenvolvido para prever a perda média de terra, provocada pela erosão hídrica, de áreas específicas no campo, para a cultura e sistema de manejo do local, considerando um longo período de tempo. A equação calcula o valor da perda

de terra (A) pelo produto de seis fatores principais:

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

onde: A é a perda de terra por unidade de área; R é a erosividade da chuva; K é a erodibilidade do solo; L é o comprimento do declive; S é o grau do declive; C é o efeito do uso e do manejo e P é o efeito de práticas conservacionistas.

A publicação mais recente do modelo, contendo informações a respeito do seu desenvolvimento, descrição dos seus componentes e tabelas para sua utilização prática é o Manual do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos: Agricultural Handbook nº 537 (AH 537), de WISCHMEIER & SMITH (1978).

A EUPS tem sido largamente utilizada nos Estados Unidos em recomendações de manejo, aos proprietários rurais, visando a conservação do solo (MURPHREE & MUTCHLER, 1980). No Brasil, a EUPS não tem sido utilizada de maneira sistemática para o planejamento conservacionista de propriedades rurais. Apenas no Estado de Santa Catarina existe um incentivo ao seu uso, com o treinamento de técnicos da assistência técnica e a publicação de um manual prático para sua utilização (PUNDEK, 1994).

Mais comum, tem sido a utilização da EUPS em avaliações de potencial de risco de erosão, geralmente em trabalhos em bacias ou microbacias hidrográficas. Parte desses trabalhos considera apenas a erosão potencial, ou

seja, os fatores R, K e LS da equação, enquanto outros utilizam o fator de uso e manejo (fator C), como os trabalhos de DONZELI et alii (1992), que utilizaram técnicas de sensoriamento remoto para determinar a utilização do solo e, em seguida, avaliar susceptibilidade à erosão, e de MENK (1993), que analisou a viabilidade econômica de um projeto de erosão, ambos em estudos com microbacias.

Tem sido verificado por diversos autores que o índice de erosividade da chuva (EI_{30}), obtido para as condições dos Estados Unidos, se aplica para diversas regiões no Brasil (LOMBARDI NETO & MOLDENHAUER, 1992; CARVALHO et alii, 1989; WAGNER & MASSAMBANI, 1988). O mesmo ocorre para os fatores práticas conservacionistas (P) e declive (LS), sendo que para esse último é recomendável a equação apresentada em BERTONI & LOMBARDI NETO (1990).

Quanto à erodibilidade (fator K), as determinações, conforme estabelecidas na EUPS, são custosas e requerem muitos anos de determinações em cada um dos muitos tipos de solos existentes, o que torna esse método praticamente inexecutável. Métodos indiretos de determinação do fator K, a partir de parâmetros físicos do solo, têm sido utilizados para avaliar esse fator, como o método nomográfico (WISCHMEIER et alii, 1971) proposto na EUPS. Entretanto, esse método não tem apresentado resultados satisfatórios para parte dos solos das regiões tropicais e subtropicais, como atestaram FREIRE & PESSOTTI (1978), HENKLAIN & FREIRE (1983) e SILVA et alii (1986a). Para obter valores mais adequados

para o fator K, LOMBARDI NETO & BERTONI (1975) apresentaram uma estimativa da erodibilidade dos solos do Estado de São Paulo, de acordo com o método de MIDDLETON (1930). E, mais recentemente, outros trabalhos têm sido realizados procurando obter equações para avaliar a erodibilidade dos solos a partir de atributos físicos e químicos (DENARDIN, 1990; CAVALIERI, 1994).

O fator uso e manejo (fator C) demanda pesquisas para cada cultura e manejos específicos de cada local, que consomem tempo e recursos. Poucas determinações desse fator têm sido realizadas para condições encontradas nas regiões tropicais (LAL, 1990), embora sejam necessárias, uma vez que as tabelas apresentadas por WISCHMEIER & SMITH (1978) são restritas em relação a culturas e formas de manejo.

2.4. Fator C

Na EUPS, o fator C combina a influência da cultura, das práticas adotadas para preparo, plantio e cultivo, do manejo de resíduos e da combinação de culturas.

Pela definição de Wischmeier & Smith (1978) o fator C na equação de perdas de solo é a razão entre a perda de terra de um campo cultivado sob condições específicas e a perda de terra correspondente de um solo preparado, continuamente descoberto. Esse fator mede o efeito combinado de todas as variáveis interrelacionadas de cobertura e

manejo.

O fator C é determinado a partir dos valores da razão de perdas de solo (RPS), relação entre as perdas de terra ocorridas no sistema de manejo adotado e as perdas de um solo descoberto, e a distribuição do índice de erosão anual local.

A erosão de um canteiro continuamente descoberto, não afetado por resíduos culturais ou aplicações de matéria orgânica, foi selecionada como a base comum porque a perda de terra nessas condições é altamente correlacionada com o índice de erosividade da chuva e porque, para qualquer outra cultura, o efeito da cobertura e dos resíduos varia significativamente com o ano (WISCHMEIER, 1960).

As RPS para cada tipo de cultura e de manejo são fornecidas em uma tabela geral (WISCHMEIER & SMITH, 1978) e o cálculo do valor do fator C, para ser utilizado na EUPS, é feito pelo usuário, para as condições locais de distribuição anual da erosividade da chuva.

A dificuldade em se obter o fator C está em se estabelecer as RPS para o número infinito de possíveis combinações de culturas, rotações e outras práticas de manejo nas quais perdas de terra devem ser medidas (HUDSON, 1973). Os resultados obtidos para uma certa combinação de fatores (cultura, manejo, rotação) têm utilização restrita a essas condições.

O procedimento para o cálculo do fator C foi publicado por WISCHMEIER (1960), com a definição de cinco

estádios para as culturas. Esses estádios são separados de acordo com a uniformidade de cobertura e de efeito de operações anteriores. Os valores apresentados nesse trabalho foram publicados posteriormente, em conjunto com outras informações da EUPS, no Agricultural Handbook nº 282 (WISCHMEIER & SMITH, 1965).

Com a análise de mais dados e resultados de pesquisa, foram feitos alguns ajustes no modelo, especialmente no fator de uso e manejo. Na versão mais recente, o AH 537 (WISCHMEIER & SMITH, 1978), foi incluído mais um estádio para as culturas e as separações entre os estádios passaram a ser definidas pela porcentagem de cobertura do solo.

As RPS foram inicialmente determinadas a partir de dados de 8.000 canteiros-ano, representando resultados obtidos sob chuva natural em 37 locais, em 21 Estados americanos, em 30 anos. Posteriormente, outros dados foram incluídos, inclusive dados obtidos em ensaios com simuladores de chuva, totalizando cerca de 10.000 canteiros-ano.

Segundo WISCHMEIER & SMITH (1978): "deve-se reconhecer que esses dados estão sujeitos a erros experimentais e podem ser melhorados por pesquisa adicional. Mas, por causa do grande volume de dados considerados no estabelecimento da razão de perdas de solo, os valores devem ser próximos o suficiente das medidas verdadeiras, para fornecer um guia valioso para o planejamento".

Entretanto, outros autores, procurando

determinar as RPS para diferentes situações de manejo, têm encontrado valores diferentes daqueles apresentados nas tabelas do AH 537. MCGREGOR & MUTCHLER (1983), trabalhando com milho, em um solo Typic Fragiudalf com 5% de declive, e MUTCHLER & GREER (1984), com soja e trigo, nas mesmas condições, encontram valores de RPS mais baixos que os apresentados no AH 537, em todos os estádios de desenvolvimento das culturas. A utilização desses novos valores na EUPS reduziram, significativamente, as estimativas de perdas de terra.

Determinando as RPS para o milho, em um solo Udollic Ochraqualf com 3,5% de declive, KRAMER & ALBERTS (1986) encontraram valores de 50 a 80% mais baixos que as RPS do AH 537. Esses autores trabalharam com dados de 37 anos, com cerca de 160 parcelas-ano, e observaram valores maiores para as RPS nos anos iniciais e valores menores nos anos mais recentes. Assim, concluíram que mudanças em fatores fenológicos da cultura (por exemplo: velocidade de recobrimento do solo) e fatores de manejo (por exemplo: espaçamento) ocorridas nas últimas décadas eram responsáveis por essas diferenças nos valores das RPS, já que os dados utilizados por WISCHMEIER & SMITH (1978) foram obtidos antes dos anos sessentas. E ainda, recomendaram que as RPS deveriam ser reduzidas para refletir o manejo atual das culturas.

Também FREEBAIRN et alii (1989), testando o grau de exatidão da EUPS e de duas modificações da EUPS, na

previsão da erosão entre terraços, encontraram valores de C mais baixos que os previstos pelo AH 537.

A EUPS considera que os fatores são independentes, isto é, não há interação entre eles, mas alguns trabalhos têm demonstrado que existe interação do efeito da vegetação (principalmente dos resíduos culturais), tipo de solo e grau do declive (LAFLEN & COLVIN, 1981). WISCHMEIER (1960) cita que em alguns estudos por ele realizados, havia indicação de interação entre o manejo e o declive. FREEBAIRN et alii (1986) verificaram que a cobertura do solo é menos eficiente no controle da erosão quanto mais próximo da saturação estiver o solo. O modelo de predição de erosão SLEMSA (STOCKING, 1988) inclui o efeito do manejo na erodibilidade do solo, considerando que há interação entre esses fatores. Como essas interações não estão na EUPS é possível que sejam causa de diferenças nos resultados obtidos por diferentes autores na determinação das RPS.

Devido às dificuldades em se determinar as RPS para cada situação de manejo de uso do solo, diversos autores propuseram a estimativa das RPS ou do valor de C, através de subfatores. Com a utilização dos subfatores é facilitada a extrapolação de resultados para outras situações de manejo; entretanto, a complexidade e os dados necessários são maiores (MUTCHLER et alii, 1982b).

WISCHMEIER (1975), para determinar o fator C para situações não avaliadas através de experimentação,

subdividiu esse fator em três tipos distintos de efeito: cobertura vegetal, cobertura por resíduos e efeito residual do manejo anterior. Cada efeito é avaliado como um subfator, utilizando-se para determinar o valor de cada um, gráficos desenvolvidos a partir de dados obtidos em diferentes situações. MUTCHLER et alii (1982b) e LAFLEN et alii (1985) propõem outras equações e subfatores para determinar as RPS e o fator C.

A utilização dessas equações para determinar o valor de C pode ser a melhor maneira de se chegar a resultados mais precisos para diferentes situações de manejo ou de condições edafoclimáticas.

A importância em se estabelecer o fator C da EUPS reside no fato de que diversos outros modelos matemáticos de predição de erosão e mesmo modelos que não tem a predição de erosão como objetivo final, mas precisam em algum componente prever a erosão, utilizam o fator C da EUPS. Alguns desses modelos utilizam o fator C como proposto pelo AH 537, como o ANSWERS - Areal Nonpoint Source Watershed Environmental Response Simulation (DILLAHA & BEASLEY, 1983) e outros utilizam o C determinado por subfatores, como o EPIC - Erosion-Productivity Impact Calculator e o GLEAMS - Groundwater Loading Effects of Agricultural Management Systems (LAFLEN et alii, 1985; LEONARD et alii, 1987).

2.5. Considerações finais

A cultura do milho ocupa importante área agrícola no Estado de São Paulo e, apesar de apresentar certa proteção contra a erosão hídrica em relação a outras culturas, as perdas de terra podem ser significativas. A redução dessas perdas pode ser obtida por modificações no manejo.

Para prever perdas de terra em diferentes situações de manejo, são utilizados modelos de predição de erosão, que são, assim, um instrumento para o planejamento de medidas para a redução da erosão.

A EUPS é um modelo bastante difundido e utilizado para planejamento agrícola. Os trabalhos relatados, entretanto, mostram que a aplicação desse modelo para as condições do Estado de São Paulo demanda pesquisas locais, especialmente para o fator de uso e manejo do solo.

É de se supor que as perdas de terra, as RPS e o fator C determinados a partir de dados locais apresentem diferenças em relação aos apresentados nas equações e tabelas da EUPS.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para verificar o efeito do manejo da cultura do milho nas perdas por erosão e estabelecer a razão de perdas de solo em cada estágio da cultura para determinação do fator C, foram utilizados dados de perdas de terra obtidos em parcelas experimentais munidas de sistemas coletores, sob chuva natural, pertencentes à Seção de Conservação do Solo do Instituto Agrônomo, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Esses sistemas coletores foram instalados entre 1943 e 1945, gerando dados continuamente. Dentre as muitas culturas e manejos estudados, foram selecionadas parcelas cultivadas com milho ou com resíduos culturais de milho, que representassem diferentes formas de manejo, além de parcelas mantidas descobertas, localizadas no Centro Experimental de Campinas e nas Estações Experimentais de Mococa e de Pindorama (Figura 1), no período de 1975 a 1990.

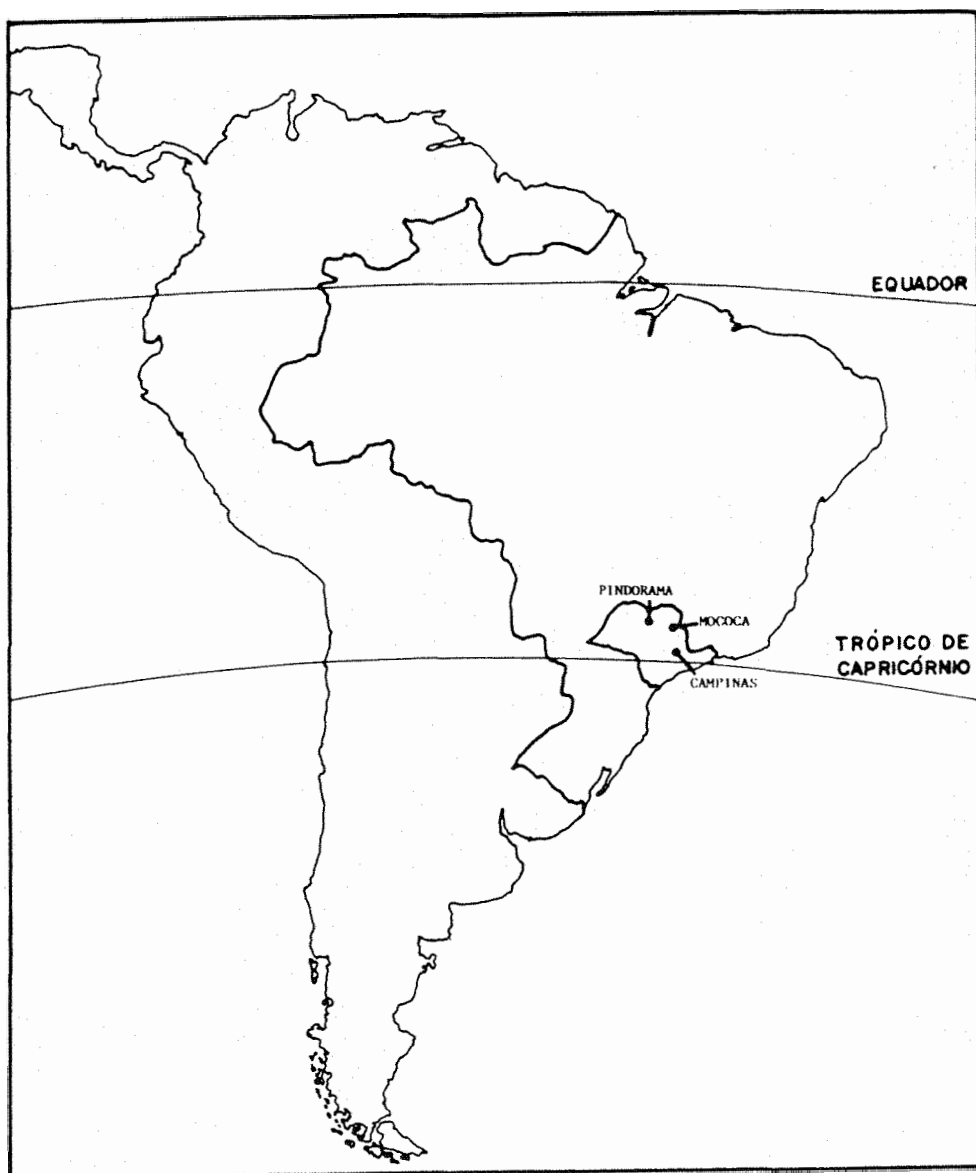


Figura 1. Localização dos municípios de Campinas, Mococa e Pindorama.

3.1. Caracterização do locais

3.1.1. Centro Experimental de Campinas

O Centro Experimental de Campinas está localizado a 47°04' de longitude oeste e 22°15' de latitude sul, com altitude entre 600 e 720 m. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação Köppen, com precipitação média anual de 1.400 mm e temperatura média anual de 20,5°C. A erosividade média anual é de 6.738 MJ.mm/ha.h (LOMBARDI NETO & MOLDENHAUER, 1992). O solo é um latossolo roxo distrófico (Typic Haplortox), A moderado, textura argilosa, unidade Barão Geraldo (LR). A erodibilidade determinada para esse solo é de 0,0122 t.h/MJ.mm (BERTONI et alii, 1975). A tabela 1 apresenta os valores de composição granulométrica e características químicas desse solo.

Tabela 1. Composição granulométrica e características químicas do latossolo roxo distrófico, A moderado, textura argilosa, unidade Barão Geraldo¹ (LR)

Profundidade	Composição granulométrica				Características químicas							
	AG	AF	S	Arg.	pH	Ca	Mg	K	Al	H	T	C
cm	----- % -----				----- mmol(+)/dm ³ ----- %							
0-20	20	13	7	60	4,1	16	4	1	5	52	78	1,2
60-80	13	10	5	72	5,0	23	5	2	1	26	56	0,6

AG: Areia Grossa; AF: Areia Fina; S: Silte; Arg: Argila; pH em KCl

¹ OLIVEIRA, J.B. (Seção de Pedologia, IAC). Comunicação pessoal, 1995.

3.1.2. Estação Experimental de Mococa

A Estação Experimental de Mococa está localizada a 47°01' de longitude oeste e 21°28' de latitude sul, com altitude média de 665 m. O clima, segundo a classificação Köppen, é do tipo Cwa, com precipitação média anual de 1.580 mm e temperatura média anual de 21,8°C. A média anual de erosividade é 7.747 MJ.mm/ha.h (CARVALHO, 1987). O solo é um podzólico vermelho-amarelo eutrófico (Oxic Argiudoll), Tb, A chernozêmico, textura argilosa (PVarg), com erodibilidade de 0,0232 t.h/MJ.mm (CARVALHO et alii, 1989). A tabela 2 apresenta os valores de composição granulométrica e características químicas desse solo.

Tabela 2. Composição granulométrica e características químicas do podzólico vermelho-amarelo, Tb, A chernozêmico, textura argilosa¹ (PVarg)

Profundidade	Composição granulométrica				Características químicas							
	AG	AF	S	Arg.	pH	Ca	Mg	K	Al	H	T	C
cm	----- % -----				----- mmol(+)/dm ³ -----							
0-20	26	17	16	41	4,6	30	6	3	1	39	79	1,2
20-40	25	12	15	48	4,8	45	6	2	-	32	85	1,0
40-60	26	9	11	54	5,1	55	7	1	-	30	93	0,9
60-80	25	8	12	55	5,1	43	6	-	-	20	70	0,6

AG: Areia Grossa; AF: Areia Fina; S: Silte; Arg: Argila; pH em KCl

¹ LEPSCH, I.F. (Seção de Pedologia, IAC). Comunicação Pessoal, 1995.

3.1.3. Estação Experimental de Pindorama

A Estação Experimental de Pindorama está localizada a 48°55' de longitude oeste e 21°13' de latitude sul, com altitude entre 498 e 594 m. O clima, segundo a classificação Köeppen, é do tipo Aw, com precipitação média anual de 1.260 mm e temperatura média anual de 21,5°C. A média de erosividade é de 6.143 MJ.mm/ha.h (SOSA, 1987). O solo é um podzólico vermelho-amarelo distrófico (Petrofenic Tropudult), textura arenosa/média, unidade Concreção (PVare). A tabela 3 apresenta os valores de composição granulométrica e características químicas desse solo.

Tabela 3. Composição granulométrica e características químicas do podzólico vermelho-amarelo distrófico, textura arenosa/média¹ (PVare)

Profundidade	Composição granulométrica				Características químicas							
	AG	AF	S	Arg.	pH	Ca	Mg	K	Al	H	T	C
cm	----- % -----				----- mmol(+)/dm ³ ----- %							
0-25	29	60	4	7	4,8	10	2	1	1	13	28,3	0,4
45-80	19	47	5	29	4,0	15	10	1	1	11	37,6	0,2

AG: Areia Grossa; AF: Areia Fina; S: Silte; Arg: Argila; pH em KCl

¹ LEPSCH & VALADARES (1976).

3.2. Parcelas experimentais e coleta de dados

As parcelas experimentais (Figura 2) têm 100m² (4m de largura por 25m de comprimento), com declives entre 9,4% e 13,0%, delimitados por paredes de alvenaria, e com um sistema coletor composto de 2 tanques de concreto, sendo o primeiro de decantação e o segundo de armazenamento, ligados por um divisor de janelas tipo Geib para fração de 1/7 (MARQUES et alii, 1961).

As perdas de terra foram determinadas em intervalos de 24 horas. A descrição do procedimento para as medições das perdas de terra nos sistemas coletores estão em BERTONI (1949). Os cálculos foram feitos em programas em linguagem Basic, sendo os valores totalizados por dia, mês e ano agrícola.

Próximo às parcelas experimentais estão instalados um pluviômetro e um pluviógrafo para a determinação do total de precipitação e intensidade das chuvas. O pluviógrafo utilizado, modelo Hillman, é acionado a corda e possui autonomia de 24 horas. As chuvas foram registradas em pluviogramas de modelo 700, com unidades de 0,1 mm para precipitação (com amplitude de registro de 0 a 10mm) e 10 minutos para o tempo.

Os dados de cada segmento de chuva foram obtidos manualmente e os cálculos de energia cinética e intensidade máxima em 30 minutos foram feitos através da

metodologia apresentada em LOMBARDI (1977) e FOSTER et alii (1981), utilizando-se o programa desenvolvido por CATÂNEO et alii (1982).



Figura 2. Parcela experimental de 4 m de largura por 25 m de comprimento com paredes de alvenaria e sistema coletor de enxurrada e sedimentos.

3.3. Tratamentos

3.3.1. Tratamentos com a cultura do milho

Para este trabalho foram utilizados dados de parcelas experimentais com diferentes formas de manejo da cultura do milho (*Zea mays* L.) nas três Estações Experimentais; entretanto, alguns tratamentos não haviam sido instalados em todos os locais. A tabela 4 mostra os tratamentos em cada local, indicando o tipo de solo e a declividade correspondentes.

Foram cinco os tratamentos: a) sistema contínuo e resíduos culturais incorporados (MC,RI); b) sistema contínuo e resíduos culturais queimados (MC,RQ); c) sistema contínuo e resíduos culturais em superfície (MC,RS); d) sistema de rotação de culturas com soja e resíduos culturais incorporados (MS,RI); e) sistema de rotação com pastagem e resíduos culturais incorporados (MP,RI). No tratamento MS,RI a seqüência de culturas foi: feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), lablabe (*Dolichos Lablab* L.), soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e milho; e no tratamento MP,RI a seqüência foi: soja, algodão (*Gossypium hirsutum* L.), pasto de capim gordura (*Melinis minutiflora* L.) por três anos e milho.

Em função da ocorrência de chuvas e da umidade armazenada no solo, as datas de preparo e semeadura variaram entre os anos, sendo o preparo realizado entre 21 de agosto e 14 de novembro, e a semeadura entre 12 de outubro e 25 de novembro. O terreno foi preparado com enxada e enxadão, e

a semeadura feita manualmente, no sentido do declive. O espaçamento do milho foi de 1 m entre linhas e 5 sementes por metro linear, com uma população final média de 46.000 plantas/ha. A variedade utilizada em Campinas e Pindorama foi a Maya, uma variedade de porte alto e ciclo tardio, e em Mococa foi utilizado o híbrido HMD 7974, também de porte alto e ciclo normal a tardio.

Tabela 4. Tratamentos com a cultura de milho, indicando tipo de solo, declive, local e época de coleta de dados

Latossolo roxo, 9,9% de declive, Campinas, 1973/74 a 1979/80

Milho contínuo, resíduos incorporados	(MC,RI)
Milho contínuo, resíduos queimados	(MC,RQ)
Milho contínuo, resíduos na superfície	(MC,RS)
Milho após soja, resíduos incorporados	(MS,RI)
Milho após pasto, resíduos incorporados	(MP,RI)

Podzólico vermelho-amarelo, 9,4% de declive, Mococa, 1978/79 a 1984/85

Milho contínuo, resíduos incorporados	(MC,RI)
Milho contínuo, resíduos na superfície	(MC,RS)
Milho após pasto, resíduos incorporados	(MP,RI)

Podzólico vermelho-amarelo, 12% de declive, Pindorama, 1978/79 a 1984/85

Milho contínuo, resíduos incorporados	(MC,RI)
Milho contínuo, resíduos queimados	(MC,RQ)
Milho contínuo, resíduos na superfície	(MC,RS)
Milho após pasto, resíduos incorporados	(MP,RI)

Todos os tratamentos receberam 2 a 3 capinas com enxada, com exceção do tratamento com palha na superfície que recebeu aplicação de herbicida para controle das ervas daninhas. Além da adubação de plantio foi feita adubação de cobertura, com nitrogênio, entre 40 e 45 dias após a semeadura. A colheita foi realizada entre 26 de março e 31 de maio, de 180 a 200 dias após a semeadura.

3.3.2. Tratamentos com resíduos culturais de milho em superfície

Os tratamentos consistiram em espalhar na superfície do solo resíduos culturais de milho em quantidades variando de 250 a 10.000 kg/ha. Esses tratamentos foram avaliados em Campinas, em latossolo roxo distrófico (LR), com 13,0% de declive, entre 1986/87 e 1989/90, e em Mococa, em podzólico vermelho-amarelo argiloso (PVarg), com 9,4% de declive, nos anos de 1988/89 e 1989/90.

3.3.3. Tratamento descoberto

A parcela descoberta permaneceu sem cultura, seguindo as condições de canteiro padrão (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990): preparado com enxada, na mesma época de preparo do solo para a semeadura do milho, cultivado quando necessário para prevenir o crescimento de ervas daninhas e encrostamento superficial.

Nos períodos em que não havia sido mantido um canteiro descoberto, ou que os dados obtidos nesse canteiro apresentavam problemas de solo ou controle de ervas daninhas, utilizou-se os fatores R, K e LS da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS) para estimar os valores de perdas de terra. Para o fator LS utilizou-se a equação apresentada em BERTONI & LOMBARDI NETO (1990). Os valores de K para os solos LR e PVarg são os apresentados no item 3.1., e para o PVare utilizou-se o valor apresentado em LOMBARDI NETO & BERTONI (1975). Esse procedimento foi adotado por WISCHMEIER (1960) e por outros autores (MUTCHLER & GREER, 1984) quando não havia dados de uma parcela padrão. Os parâmetros R, K e LS da EUPS utilizados e os valores obtidos para a parcela descoberta são apresentados no apêndice 3.

3.4. Parâmetros do solo e da cultura

Na cultura do milho foram avaliados os parâmetros: produção de grãos, produção de palha e estande.

Foi realizada análise de solo, de acordo com os métodos de rotina da Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas do Instituto Agrônômico (RAIJ & ZULLO, 1977), avaliando-se pH, matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e alumínio trocáveis, nos tratamentos com diferentes manejos dos resíduos de cultura do milho. Esses resultados, por serem adicionais ao presente estudo, são apresentados em anexo (Apêndice 1).

3.5. Determinação da razão de perdas de solo (RPS)

3.5.1. Definição dos estádios da cultura

Para determinação dos valores da razão de perdas de solo (RPS) e do fator C foram estabelecidos seis estádios da cultura durante o ano, utilizando-se a metodologia de WISCHMEIER & SMITH (1978).

Entretanto, WISCHMEIER & SMITH (1978) estabeleceram que os limites entre os estádios após a semeadura devem ser definidos em função da porcentagem de cobertura do solo. Principalmente por não disporem dos valores de cobertura, outros autores (ALBERTS et alii, 1985; MARGOLIS et alii, 1985; KRAMER & ALBERTS, 1986) apresentam adaptações dessa metodologia no estabelecimento dos limites dos estádios.

Da mesma forma, nestes experimentos não foram feitas as determinações da cobertura do solo. Para definir os limites dos estádios da cultura, utilizaram-se informações obtidas em outros experimentos e a variação da razão de perdas de solo durante o desenvolvimento do milho nestes experimentos, no tratamento milho contínuo com resíduos incorporados (MC,RI). Assim, os limites dos estádios foram definidos em função de número de dias após a semeadura, e correspondem, aproximadamente, aos valores de porcentagem de cobertura estabelecidos por WISCHMEIER & SMITH (1978).

3.5.2. Razão de perdas de solo (RPS)

A razão de perdas de solo (RPS) é a relação entre as perdas de terra da parcela com a cultura e as perdas de terra da parcela mantida descoberta, em cada um dos estádios da cultura. Pode-se representar o cálculo das RPSs pela seguinte equação:

$$RPS_i = \frac{PC_i}{PD_i}$$

onde:

i = estágio da cultura

PC = perda de terra no tratamento com milho

PD = perda de terra no tratamento descoberto

As RPSs para uma dada condição variam substancialmente de um ano para outro por causa de variáveis aleatórias e erros experimentais (WISCHMEIER & SMITH, 1978). Na determinação da RPS de cada estágio utilizaram-se as perdas de terra acumuladas nos sete anos de avaliações, reduzindo-se o efeito da variação ocorrida entre os anos, mesmo procedimento adotado por KRAMER & ALBERTS (1986).

Para a média entre os três locais, utilizou-se o valor da erosividade como fator de ponderação, de maneira semelhante ao procedimento adotado por MUTCHLER & GREER, 1984. O detalhamento desse procedimento é apresentado no apêndice 3, item 3.2.

3.6. Fator C

O fator C é geralmente apresentado como um valor médio anual para uma combinação particular de culturas, manejo e distribuição de chuva. Para determinar os valores locais do C, a RPS de cada estágio deve ser associada aos dados de distribuição da erosividade.

Com os valores das RPS de cada estágio da cultura e a distribuição da erosividade em cada local foi calculado o fator C para o milho.

$$C = \sum RPS_i \cdot \frac{R_i}{R}$$

onde:

i é a fase da cultura;

RPS_i é a razão de perdas de solo na fase i;

R_i é a erosividade na fase i

R é a erosividade anual.

3.7. Fatores de correção

O cálculo do fator C para diversos sistemas de manejo requer os valores da razão de perdas de solo para cada situação específica. Como não foi possível avaliar todos os tratamentos nos três tipos de solo e de clima e, portanto, os valores médios e o fator C, utilizou-se as relações encontradas entre os tratamentos como um subfator ou um fator de correção.

Neste trabalho, o tratamento milho em sistema contínuo com resíduos incorporados (MC,RI) foi considerado como cultura padrão, um vez que foi conduzido nas três Estações Experimentais e é o sistema de manejo mais utilizado atualmente. Assim, o valor do fator de correção para esse tratamento tem o valor 1. Os fatores para outros sistemas de manejo foram determinados através da média dos valores do fator C para cada tratamento divididos pelo valor do fator C para o tratamento MC,RI.

3.8. Análises estatísticas

A metodologia estatística utilizada para analisar os resultados foi a análise de regressão linear para ajuste das equações e análise de correlação entre as variáveis, através do programa desenvolvido por ZULLO & ARRUDA (1986).

4. RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados, inicialmente, os valores referentes à produção da cultura do milho nos tratamentos com diferentes sistemas de manejo em cada Estação Experimental. Os locais serão identificados pelo tipo de solo, uma vez que os solos são diferentes nos três locais: Campinas (latossolo roxo, textura argilosa), Mococa (podzólico vermelho-amarelo, textura argilosa) e Pindorama (podzólico vermelho-amarelo, textura arenosa/média).

As perdas de terra por erosão são apresentadas na forma de totais anuais, em tabelas que mostram também os valores de precipitação e da erosividade no período. Os valores mensais destes dois últimos parâmetros estão no apêndice 2.

O tratamento com milho contínuo e resíduos incorporados foi considerado como cultura padrão no presente trabalho. Para esse tratamento são apresentados os valores de erosividade, perdas de terra e razão de perdas de solo para cada estágio e cada ano. Para os demais tratamentos são apresentados os valores médios obtidos.

Finalmente são apresentados os valores do fator C para os três locais e os valores dos fatores de correção

para os sistemas de manejo.

4.1. Produção da cultura do milho

Na tabela 5 são apresentados os dados de produção de grãos e de resíduos culturais, e o estande final da cultura do milho nos tratamentos manejos de resíduos e rotação de culturas. A produção média, nos três locais, foi de, aproximadamente, 3.100 kg/ha de grãos e de 5.500 kg/ha de resíduos. Esses valores são relativamente baixos em função dos cultivares utilizados e dos índices de fertilidade do solo.

4.2. Perdas de terra

Os valores dos totais anuais de perdas de terra nos tratamentos descoberto e com a cultura do milho com diferentes manejos de resíduos encontram-se nas tabelas 6, 7 e 8, respectivamente, para o latossolo roxo (LR), o podzólico vermelho-amarelo, textura argilosa (PVarg) e o podzólico vermelho-amarelo, textura arenosa/média (PVare).

As perdas de terra foram bastante altas nos tratamentos descobertos, sendo mais elevadas no PVarg, seguido pelo LR e PVare.

Tabela 5. Produção média da cultura do milho, quantidade de resíduos culturais e estande final nos tratamentos com a cultura do milho

Tratamentos	Grãos	Resíduos	Estande
	kg/ha	kg/ha	plantas/ha
	-----	LR	-----
Milho contínuo, resíduos incorporados	3.441	6.140	43.390
Milho contínuo, resíduos queimados	3.425	6.520	44.670
Milho contínuo, resíduos na superfície	3.055	6.590	41.730
Milho após soja, resíduos incorporados	3.721	6.320	47.000
Milho após pasto, resíduos incorporados	3.295	6.140	49.400
Média	3.387	6.342	45.238
	-----	PVarg	-----
Milho contínuo, resíduos incorporados	3.219	5.200	48.090
Milho contínuo, resíduos na superfície	2.310	4.850	46.620
Milho após pasto, resíduos incorporados	3.021	4.700	48.190
Média	2.850	4.917	47.633
	-----	PVare	-----
Milho contínuo, resíduos incorporados	3.157	5.540	46.690
Milho contínuo, resíduos queimados	3.243	5.430	46.620
Milho contínuo, resíduos na superfície	2.921	4.850	48.190
Milho após pasto, resíduos incorporados	2.050	5.090	46.690
Média	2.843	5.227	47.047
Média geral	3.027	5.495	46.639

Tabela 6. Totais anuais de perdas de terra nos tratamentos com diferentes sistemas de manejo do milho, erosividade (EI30) e precipitação, em latossolo roxo distrófico (LR), com 9,9% de declividade, em Campinas-SP

Tratamentos	Perdas de terra, Mg/ha							Média
	1973/74	1974/75	1975/76	1976/77	1977/78	1978/79	1979/80	
Descoberto	123,9	145,5	200,0	129,3	59,3	115,3	120,3	127,7
MC,RI	11,4	2,7	16,2	3,6	16,4	6,7	6,3	9,0
MC,RQ	10,4	5,1	27,5	5,1	19,6	8,9	11,6	12,6
MC,RS	3,6	0,0	6,1	1,5	1,7	1,0	0,7	2,1
MS,RI	4,8	2,6	14,2	4,7	16,4	7,9	7,3	8,3
MP,RI	-	4,7	14,7	4,8	6,4	1,6	4,2	6,1
EI ₃₀ (MJ.mm/ha.h)	8.530	5.725	9.670	8.078	5.554	7.797	8.810	7.738
Precipitação (mm)	1.433	1.212	1.745	1.666	1.058	1.258	1.570	1.420

Tabela 7. Totais anuais de perdas de terra nos tratamentos com diferentes sistemas de manejo do milho, erosividade (EI30) e precipitação, em podzólico vermelho-amarelo, textura argilosa (PVarg), com 9,4% de declividade, em Mococa-SP

Tratamentos	Perdas de terra, Mg/ha							Média
	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	
Descoberto	143,0	222,7	241,3	302,4	329,2	174,0	139,3	221,7
MC,RI	54,2	40,7	38,9	123,3	56,9	30,8	27,9	53,2
MC,RS	36,4	3,6	7,1	1,4	0,6	1,9	1,0	7,4
MP,RI	44,3	27,4	5,4	54,5	4,9	0,7	9,6	21,0
EI ₃₀ (MJ.mm/ha.h)	7.593	9.925	6.556	7.206	9.163	7.061	7.036	7.791
Precipitação (mm)	1.571	1.767	1.361	1.817	2.193	1.602	1.609	1.703

Tabela 8. Totais anuais de perdas de terra nos tratamentos com diferentes sistemas de manejo do milho, erosividade (EI₃₀) e precipitação, em podzólico vermelho-amarelo, textura arenosa/média (PVare), com 12% de declividade, em Pindorama-SP

Tratamentos	Perdas de terra, Mg/ha							
	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	Média
Descoberto	26,2	94,7	97,7	224,1	195,1	24,5	47,5	101,4
MC,RI	10,0	10,5	10,8	59,3	122,9	16,5	42,4	38,9
MC,RQ	22,6	22,0	12,7	80,8	135,1	19,9	36,5	47,1
MC,RS	15,2	6,1	3,0	21,4	27,5	1,1	3,7	11,2
MP,RI	15,3	3,9	9,5	10,5	29,7	11,5	22,2	14,7
EI ₃₀ (MJ.mm/ha.h)	6.552	8.046	5.091	6.866	16.196	5.334	4.600	7.526
Precipitação (mm)	1.736	2.120	1.463	2.101	2.566	1.335	1.373	1.813

A cultura do milho reduziu acentuadamente as perdas de terra em relação aos tratamentos descobertos e as perdas, nos três solos, podem ser relacionadas com o manejo dos resíduos culturais. Os tratamentos com resíduos queimados (MC,RQ) apresentaram as maiores perdas de terra e os tratamentos com resíduos na superfície (MC,RS) apresentaram as menores perdas.

Nas tabelas 6, 7 e 8 são também apresentados os resultados obtidos nos tratamentos com milho em rotação. A rotação com soja (MS,RI) não apresentou grande efeito na redução da erosão em relação ao milho contínuo (MC,RI). Por

outro lado, a rotação com pastagem (MP,RI) resultou em maior redução da erosão, mostrando o efeito residual das pastagens sobre a erosão na cultura do milho.

Os resultados apresentados nas tabelas 9 e 10 mostram o efeito dos tratamentos com quantidades de resíduos na superfície sobre as perdas de terra.

Tabela 9. Totais anuais de perdas de terra nos tratamentos com resíduos culturais de milho em superfície, precipitação e erosividade (EI₃₀), em latossolo roxo distrófico, com 13,0% de declividade, em Campinas-SP

Resíduos kg/ha	Perdas de terra, Mg/ha			
	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
0	197,0	89,2	90,1 ¹	158,7 ¹
250	163,7	90,3	-	-
500	161,7	86,7	-	-
1.000	150,7	86,4	58,1	46,9
1.500	128,4	77,8	-	-
2.000	103,2	72,2	57,3	41,0
4.000	39,0	54,4	43,5	30,7
8.000	22,1	23,6	26,1	26,2
10.000	-	-	16,2	22,8
Precipitação (mm)	2.015	1.409	944	1.550
EI ₃₀ (MJ.mm/ha.h)	11.247	8.676	4.791	8.438

(¹) Valores calculados pela equação de perdas de solo, correspondentes ao período do ano em que os resíduos ficaram na superfície.

Tabela 10. Totais anuais de perdas de terra nos tratamentos com resíduos culturais de milho em superfície, precipitação e erosividade (EI₃₀), em podzólico vermelho-amarelo, textura argilosa, 9,4% de declividade, em Mococa-SP

Resíduos kg/ha	Perdas de terra, Mg/ha	
	1988/89	1989/90
0	158,0 ¹	168,5 ¹
1.000	36,4	80,0
2.000	29,8	68,3
4.000	14,7	33,8
8.000	2,3	8,4
10.000	0,8	0,2
Precipitação (mm)	1.350	1.455
EI ₃₀ (MJ.mm/ha.h)	6.475	6.902

(¹) Valores calculados pela equação de perdas de solo, correspondentes ao período do ano em que os resíduos ficaram na superfície.

Entre os anos, os valores de perdas de terra em todos os tratamentos apresentaram grande variação, principalmente em função da variação da erosividade da chuva.

4.3. Definição dos estádios da cultura

Os estádios inicial e final foram estabelecidos de acordo conforme metodologia apresentada no item 3.5.1. A seguir são apresentados os resultados que definiram os limites dos estádios entre a semeadura e a colheita.

Na Figura 3 estão os valores da razão de perdas de solo determinados com as perdas de terra acumuladas após a semeadura, no tratamento MC,RI. Houve um aumento nos valores da RPS até aproximadamente 40 dias após a semeadura e, em seguida uma redução acentuada desses valores até 80 dias após a semeadura.

De acordo com dados obtidos por BRUNINI¹, o máximo peso de folhas e máximo índice de área foliar para a variedade Maya ocorre aos 80 dias após a semeadura. Este período coincide com o período de florescimento observado nos experimentos.

Nas parcelas experimentais, aos 30 dias após a semeadura era feita a primeira capina e, aos 40 dias a adubação de cobertura com nitrogênio. Com a retirada das ervas daninhas o solo fica mais exposto, ocorrendo maiores perdas. A adubação de cobertura, por outro lado, estimula um rápido crescimento vegetativo e, a partir desse período a cultura cobre rapidamente o solo. Em um outro experimento (DE MARIA et alii, 1989) a variedade Maya atingiu 10% de

¹ BRUNINI, O. (Seção de Climatologia Agrícola, IAC). Comunicação pessoal, 1994.

cobertura aos 35 dias e 50% da cobertura máxima aos 60 dias.

Assim, considerando-se esses dados, estabeleceram-se os estádios para a cultura do milho. Cada estágio representa variação uniforme de recobrimento do solo e de efeitos de manejo, correspondendo aos estádios apresentados no AH 537. Os estádios são:

- D - do preparo do solo à sementeira (preparo)
- PL - da sementeira aos 35 dias após a sementeira (sementeira)
- 1 - dos 35 dias aos 60 dias após a sementeira (estabelecimento)
- 2 - dos 60 dias aos 80 dias após a sementeira (desenvolvimento)
- 3 - dos 80 dias após a sementeira até a colheita (maturação)
- 4 - da colheita ao preparo do solo (resíduo)

Para cada um desses períodos foram determinadas valores de RPS para os tratamentos com diferentes manejos da cultura do milho.

4.4. Razão de perdas de solo

4.4.1. Tratamentos com a cultura do milho

Nas tabelas 11, 12 e 13 são apresentados os valores de erosividade, perdas de terra e razão de perdas de solo (RPS) para os seis estádios da cultura do milho no tratamento MC,RI, respectivamente, para LR, PVarg e PVare.

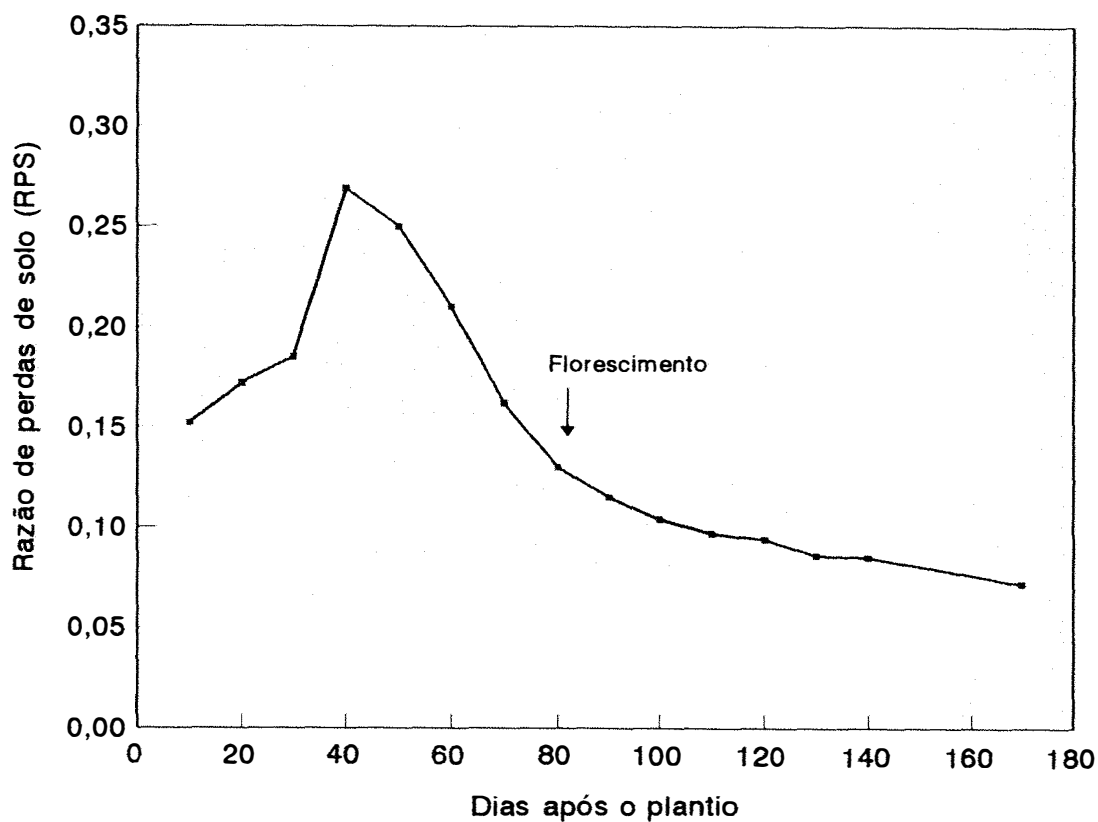


Figura 3. Razão de perdas de solo, calculada a partir das perdas acumuladas desde a semeadura, no tratamento milho contínuo, resíduos incorporados (MC,RI).

A RPS foram calculadas pelo total de perdas dos tratamentos MC,RI e descoberto, exceto para o PVare. Neste caso, como as perdas medidas no tratamento descoberto foram consideradas baixas, utilizou-se a estimativa das perdas de terra a partir dos valores de erosividade de cada período,

conforme descrito no item 3.3. Os valores anuais estimados para o PVare estão no apêndice 3, item 3.1.

Os valores de erosividade e de perdas de terra variaram muito entre os anos. Em 1975/76, por exemplo, a erosividade no estágio D no LR foi de 2.013 MJ.mm/ha.h, enquanto que em 1978/79, nesse mesmo estágio não houve chuvas. Estes dados reforçam a necessidade de um grande número de anos quando os experimentos são realizados sob chuva natural.

Observando-se os valores obtidos para as RPS em cada ano, nota-se também, grande variação. Assim, para o cálculo das RPS de cada estágio utilizou-se o somatório das perdas de terra dos sete anos. Dessa forma, reduziu-se o efeito de valores muito altos ou muito baixos obtidos, principalmente, em anos com baixo índice de erosividade.

O valor de 80% para RPS no estágio D em 1979/80, no LR (tabela 11), por exemplo, é muito mais alto que os valores obtidos nos outros anos.

O cálculo das RPS dos demais tratamentos foi realizado da mesma maneira e os resultados são apresentados nas tabelas 14, 15 e 16, respectivamente, para os solos LR, PVarg e PVare.

Tabela 11. Erosividade (R), perdas de terra (P) e razão de perdas de solo (RPS) do tratamento milho contínuo, resíduos incorporados em cada ano e o valor médio da razão de perdas de solo calculada para a cultura em latossolo roxo (LR), em Campinas-SP, para cada estádio

Ano	Estádio 0			Estádio 1			Estádio 2			Estádio 3			Estádio 4					
	R ¹	P ¹	RPS ²	R	P	RPS	R	P	RPS	R	P	RPS	R	P	RPS			
1973/74	121	0,00	0,000	1.004	0,87	0,207	356	0,00	0,000	1.542	1,35	0,041	5.044	9,16	0,121	312	0,00	0,000
1974/75	386	0,04	0,029	814	0,07	0,005	666	0,00	0,000	1.700	1,61	0,025	2.072	1,02	0,019	689	0,06	0,004
1975/76	2.013	5,38	0,181	997	3,26	0,161	972	3,02	0,173	1.050	2,30	0,094	3.653	2,09	0,035	1.010	0,14	0,002
1976/77	397	0,04	0,008	320	0,04	0,182	795	0,49	0,061	543	0,95	0,005	5.167	2,84	0,040	168	0,00	0,000
1977/78	1.618	1,31	0,180	1.884	14,87	0,428	370	0,09	0,028	0	0,00	0,000	824	0,03	0,007	1.050	0,39	0,031
1978/79	0	0,00	-	1.342	4,39	0,365	569	0,75	0,145	445	0,55	0,131	5.105	0,73	0,015	647	0,03	0,001
1979/80	302	0,08	0,800	724	0,40	0,134	1.171	1,80	0,145	767	0,92	0,131	4.960	3,06	0,056	353	0,02	0,001
média	691	0,98		1.012	3,41		700	0,88		864	0,97		3.832	2,70		604	0,09	
desvio	731	1,85		458	4,93		280	1,05		564	0,78		1.618	2,83		319	0,13	
RPS ³			0,158			0,269			0,108			0,046			0,051			0,003

(¹) R em MJ.mm/ha.h e P em Mg/ha

(²) RPS em $\frac{t}{ha}$, calculada pelas perdas dos tratamentos com milho e descoberto, por estádio e ano

(³) RPS em $\frac{t}{ha}$, calculada pelas perdas totais dos tratamentos com milho e descoberto no período

Tabela 12. Erosividade (R), perdas de terra (P) e razão de perdas de solo (RPS) do tratamento milho contínuo, resíduos incorporados em cada ano e o valor médio da razão de perdas de solo calculada para a cultura em podzólico vermelho-amarelo, textura argilosa (Pvarg), em Mococa-SP para cada estágio

Ano	Estádio D			Estádio 1			Estádio 2			Estádio 3			Estádio 4		
	R ¹	P ¹	RPS ²	R	P	RPS	R	P	RPS	R	P	RPS	R	P	RPS
1978/79	516	0,15	0,349	2.237	22,34	0,574	558	0,00	0,000	564	0,00	0,000	2.896	0,00	0,000
1979/80	914	5,72	0,735	1.993	29,23	0,488	1.427	5,33	0,115	1.707	0,05	0,001	2.718	0,03	0,001
1980/81	153	0,00	0,000	1.561	26,87	0,551	1.642	9,62	0,200	2.122	2,34	0,030	815	0,00	0,000
1981/82	1.505	16,92	0,638	1.233	92,10	1,260	1.851	11,37	0,158	210	0,41	0,055	1.457	2,23	0,027
1982/83	404	0,11	0,021	1.629	31,27	0,782	943	7,60	0,177	1.258	5,68	0,106	2.981	11,63	0,111
1983/84	341	0,05	0,250	884	18,79	1,197	2.899	7,45	0,099	922	2,56	0,096	731	1,63	0,179
1984/85	317	0,03	0,750	779	0,30	0,080	1.239	9,22	0,264	749	5,32	0,306	3.065	8,12	0,144
Média	593	3,28		4.037	31,56		1.510	7,23		1.076	2,34		2.095	3,38	
desvio	432	5,90		6.506	26,51		692	3,44		617	2,22		975	4,29	
RPS ³			0,443			0,622			0,153			0,073			0,071
															0,001

(¹) R em MJ.mm/ha.h e P em Mg/ha

(²) RPS em %, calculada pelas perdas dos tratamentos com milho e descoberto, por estágio e por ano

(³) RPS em %, calculada pelas perdas totais dos tratamentos com milho e descoberto no período

Tabela 13. Erosividade (R), perda de terra (P) e razão de perdas de solo (RPS) do tratamento milho contínuo, resíduos incorporados em cada ano e o valor médio da razão de perdas de solo calculada para a cultura em podzólico vermelho-amarelo, textura arenosa/média (PVare), em Pindorama-SP, para cada estádio

Ano	Estádio 0			Estádio 1			Estádio 2			Estádio 3			Estádio 4					
	R ¹	P ¹	RPS ²	R	P	RPS	R	P	RPS	R	P	RPS	R	P	RPS			
1978/79	167	0,00	0,000	657	0,15	0,005	1.820	6,75	0,078	774	3,12	0,084	1.273	0,00	0,000	682	0,00	0,000
1979/80	942	1,19	0,026	922	1,34	0,030	341	0,07	0,004	749	2,63	0,074	4.636	5,25	0,024	78	0,00	0,000
1980/81	45	0,00	0,000	0	0,31	0,000	167	4,51	0,566	842	1,50	0,037	3.281	4,50	0,029	560	0,00	0,000
1981/82	1.093	10,97	0,210	1.022	13,71	0,281	399	10,06	0,529	1.653	8,84	0,112	2.647	15,74	0,125	319	0,00	0,000
1982/83	605	32,37	1,122	918	11,63	0,265	1.410	17,38	0,258	3.349	26,19	0,164	8.980	32,25	0,075	1.037	3,06	0,062
1983/84	1.624	10,87	0,140	1.429	4,18	0,061	438	0,00	0,000	334	0,90	0,056	1.083	0,56	0,011	413	0,00	0,000
1984/85	413	0,51	0,026	1.290	41,30	0,671	1.153	0,62	0,011	247	0,00	0,000	773	0,00	0,000	37	0,00	0,000
média	698	7,99		891	10,29		818	5,63		1.135	6,17		3.239	8,33		447	0,44	
desvio	517	10,96		434	13,59		590	5,95		997	8,60		2.669	11,02		325	1,07	
RPS ³			0,240			0,242			0,144			0,114			0,052			0,021

(¹) R em MJ.mm/ha.h e P em Kg/ha

(²) RPS em %, calculada pelas perdas dos tratamentos com milho e descoberto, por estádio e por ano

(³) RPS em %, calculada pelas perdas totais dos tratamentos com milho e descoberto no período

Tabela 14. Valores de razão de perdas de solo determinados para os tratamentos com a cultura de milho, no latossolo roxo, em Campinas-SP

Estádio	Tratamentos				
	MC,RI	MC,RQ	MC,RS	MS,RI	MP,RI
	----- % -----				
D	16	23	-	11	6
PL	27	34	3	27	9
1	11	18	4	12	7
2	5	8	1	4	5
3	5	7	1	4	4
4	1	1	1	1	1

Tabela 15. Valores de razão de perdas de solo determinados para os tratamentos com a cultura de milho, no podzólico vermelho-amarelo, textura argilosa, em Mococa-SP ⁽¹⁾

Estádio	Tratamentos		
	MC,RI	MC,RS	MP,RI
	----- % -----		
D	44	-	44
PL	62	12	35
1	15	4	3
2	7	1	3
3	7	1	1
4	1	1	1

⁽¹⁾ ano de 1981/82 não utilizado nos cálculos.

Tabela 16. Valores de razão de perdas de solo determinados para os tratamentos com a cultura de milho no podzólico vermelho-amarelo, textura arenosa/média, em Pindorama-SP

Estádio	Tratamentos			
	MC,RI	MC,RQ	MC,RS	MP,RI
	----- % -----			
D	24	25	-	9
PL	24	28	3	8
1	14	23	6	7
2	11	8	5	3
3	5	6	2	2
4	2	2	2	1

No estágio D, do preparo à semeadura, o solo encontra-se sem cobertura vegetal, favorecendo a perda de terra por erosão. Entretanto, no estágio seguinte (PL), quando a cultura iniciou seu desenvolvimento, foram obtidos os valores mais elevados para as RPS.

Refletindo os valores dos totais anuais de perdas de terra, as RPS variaram em função do manejo dos resíduos de cultura e do sistema de rotação, sendo o tratamento MC,RQ aquele com valores mais elevados, e o tratamento MC,RS o com valores mais baixos. Após o florescimento (estádio 3) e, principalmente, após a colheita (estádio 4), as RPS dos tratamentos se equivaleram.

Houve, também, diferenças entre os valores obtidos nos três solos, com o solo PVarg apresentando as maiores RPS. A equação de perdas de solo (EUPS), entretanto, define o fator C como um fator relacionado com o desenvolvimento da cobertura vegetal e com a distribuição da erosividade (WISCHMEIER, 1960). Assim, a razão de perdas de solo utilizada no cálculo do fator C seria independente do tipo de solo. Para se determinar os valores da razão de perdas de solo para a cultura do milho calculou-se, então, a média dos valores da razão de perdas de solo de cada estágio, ano e solo, utilizando-se como fator de ponderação a erosividade de cada período. O cálculo do valor médio ponderado é apresentado no apêndice 3, item 3.2.

As RPS obtidas para o tratamento milho contínuo com restos incorporados serão utilizadas para o cálculo do fator C. Os valores obtidos são os seguintes:

Estádio	D	PL	1	2	3	4
RPS (%)	24	34	14	9	6	1

Para os demais tratamentos propõe-se um procedimento diverso deste para o cálculo do fator C, sem a determinação de RPS para cada situação de manejo, conforme será visto no item 4.5.. porque não foi possível avaliar os tratamentos com resíduos queimados e com rotação com leguminosas nos três locais.

4.4.2. Tratamentos com resíduos culturais de milho em superfície

Os valores de razão de perdas de solo nos tratamentos com resíduos culturais na superfície do solo foram determinados para dois tipos de solo a partir do total de perdas dos tratamentos. Para a determinação da RPS média utilizou-se a erosividade de cada período como fator de ponderação.

O aumento da quantidade de resíduos determinou a redução dos valores das RPS. Esse fato está relacionado com o aumento da porcentagem de solo coberto pelos resíduos. Assim, determinaram-se os valores de porcentagem de cobertura correspondentes às quantidades de resíduos deixados sobre o solo, utilizando-se a equação:

$$RC = 1 - e^{-0.0001q}$$

onde: q é quantidade de resíduos (kg/ha) e RC é a porcentagem de cobertura do solo.

Essa equação foi obtida em determinações realizadas nos dois tipos de solo. O valor da constante obtida é menor que o mencionado por outros autores (GREGORY, 1982 e LOPES et alii, 1987) devido ao fato de que os resíduos eram pouco picados (Figura 4).

Utilizaram-se esses dados para determinar a equação relacionando as variáveis q e RC com as RPS. A

equação de regressão que melhor se ajustou aos dados foi do tipo exponencial:

$$RPS = a e^{bq} \quad \text{ou} \quad RPS = a e^{-bCR}$$

Os valores de a , b e r^2 obtidos encontram-se na tabela 17. A figura 5 apresenta a razão de perdas de solo média em função da cobertura do solo.

Tabela 17. Coeficientes das equações de regressão do tipo exponencial, relacionando quantidade de resíduos ou porcentagem de cobertura do solo com a razão de perdas de solo (RPS)

	a	b	r^2
RPS x quantidade de resíduos			
LR	0,668	-0,00016	0,97
PVarg	0,561	-0,00035	0,99
Média	0,679	-0,00021	0,99
RPS x porcentagem de cobertura			
LR	0,901	-0,0297	0,99
PVarg	1,053	-0,0604	0,98
Média	0,985	-0,0384	0,99



Figura 4. Parcela experimental de 4 m de largura por 25 m de comprimento, com o tratamento com 1.000 kg/ha de resíduos culturais de milho em superfície.

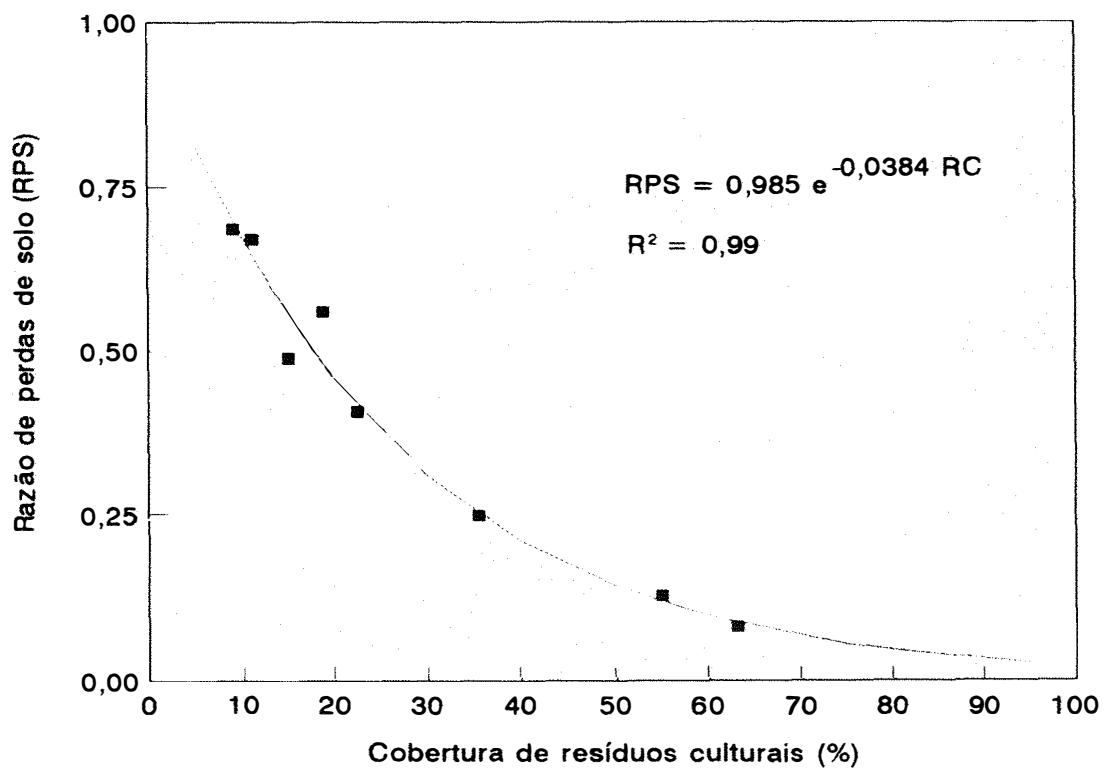


Figura 5. Razão de perdas de solo (RPS) em função da porcentagem de cobertura com resíduos culturais (RC) do milho em superfície.

4.5. Fator C

Foi calculado o fator C para a cultura de milho contínuo (tratamento MC,RI) utilizando-se a razão de perdas de solo obtida através da média entre os solos e as distribuições anuais dos índices de erosividade para Campinas, Mococa e Pindorama (Tabela 18), de cada estágio. Os valores do fator C para estes três locais foram, respectivamente, 0,1104, 0,1224 e 0,1082, considerando o preparo do solo feito em 1º de outubro, a semeadura em 20 de outubro e a colheita em 20 de abril.

Tabela 18. Distribuição do índice de erosividade da chuva (EI_{30}) para Campinas, Mococa e Pindorama⁽¹⁾

	Campinas	Mococa	Pindorama
	-----	%	-----
Julho	1	1	1
Agosto	1	1	1
Setembro	3	3	2
Outubro	8	8	7
Novembro	10	13	9
Dezembro	19	24	21
Janeiro	22	20	23
Fevereiro	16	15	17
Março	11	10	12
Abril	4	3	3
Mai	3	2	3
Junho	2	0	1

(¹) LOMBARDI NETO, F. (Seção de Conservação do Solo, IAC).
Comunicação pessoal, 1995.

Pela razões apresentadas no item 3.7. utilizou-se as relações entre o valor do fator C do tratamento MC,RI e os valores do fator C dos demais tratamentos como fatores de correção para os diferentes sistemas de manejo. Os valores determinados são apresentados na tabela 19. Os valores não indicados na tabela são os tratamentos não instalados nos respectivos solos. Nota-se que houve variação nos valores em função do tipo de solo.

Tabela 19. Relação entre os tratamentos de manejo da cultura do milho, com base no sistema milho contínuo com resíduos culturais incorporados

Tratamento	LR	PV arg	PVare
MC,RI	1,00	1,00	1,00
MC,RQ	1,41	-	1,19
MC,RS	0,20	0,17	0,31
MS,RI	0,90	-	-
MP,RI	0,58	0,49	0,38

Os valores médios dos fatores de correção, para cada manejo, para ser utilizado no cálculo do fator C são os seguintes:

milho contínuo, resíduos incorporados	1,00
milho contínuo, resíduos queimados	1,30
milho contínuo, resíduos na superfície	0,23
milho em rotação com leguminosas	0,90
milho em rotação com pastagens	0,48

Esses valores devem ser multiplicados pelo valor de C obtido, por meio dos valores de razão de perdas apresentados anteriormente e das condições locais de erosividade.

Para os três locais estudados os valores do fator C são mostrados na tabela 20. Esses valores apresentaram correlação significativa com aqueles obtidos através das RPS de cada solo (Figura 6).

Tabela 20. Fator C em função do local e do manejo da cultura do milho, calculado utilizando-se os fatores de correção para manejo

Manejo das culturas	Campinas	Mococa	Pindorama
Milho contínuo, resíduos incorporados	0,1104	0,1224	0,1082
Milho contínuo, resíduos queimados	0,1435	0,1591	0,1407
Milho contínuo, resíduos na superfície	0,0221	0,0245	0,0216
Milho após soja, resíduos incorporados	0,0994	0,1102	0,0974
Milho após pasto, resíduos incorporados	0,0552	0,0612	0,0541

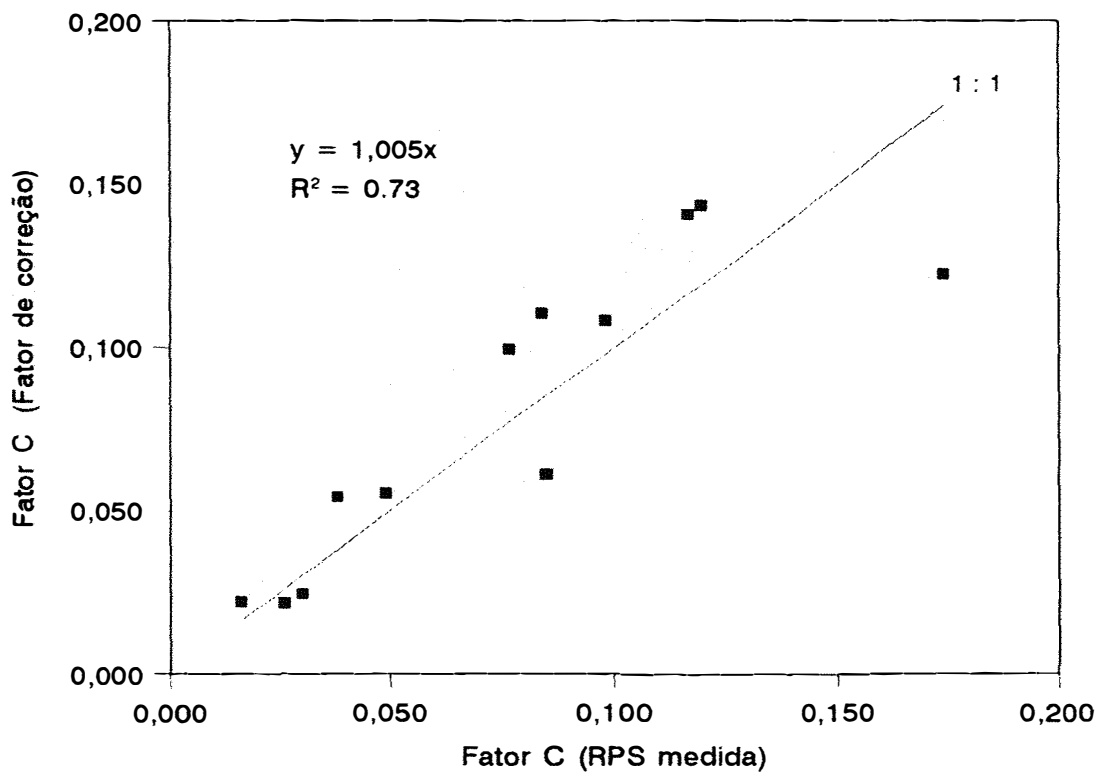


Figura 6. Relação entre o fator C obtido a partir das RPS medidas em cada solo e o fator C determinado pelo fator de correção para diferentes sistemas de manejo da cultura do milho.

5. DISCUSSÃO

Na discussão dos resultados são enfocados os resultados de perdas de terra, a obtenção de RPS e do fator C para ser utilizado na EUPS.

5.1. Perdas de terra

Os valores de perda de terra dos tratamentos descoberto dos solos LR e PVarg ficaram próximos dos valores esperados, em função dos valores de erodibilidade determinados anteriormente, e dos valores de erosividade do período. Entretanto, os valores medidos no PVare foram baixos. Considerando a erodibilidade deste solo (0,034 t.h/MJ.mm) e a erosividade do período (7.500 MJ.mm/ha.h.ano), a perda média anual neste tratamento deveria estar em torno de 357,8 Mg/ha. Os baixos valores podem ser devidos a dois fatores: a) as perdas são correspondentes ao horizonte B deste solo, uma vez que essas parcelas estiveram expostas à erosão por longo período, ou b) a presença de grande quantidade de ervas invasoras no canteiro.

As variações de perdas de terra entre os anos,

em todos os tratamentos, foram altas, com coeficientes de variação maiores que 60%. O principal fator de alteração é o valor da erosividade no ano e, principalmente, a época de ocorrência das chuvas intensas. Outros fatores, porém, podem também estar atuando. MURPHREE & MUTCHLER (1980), analisando dados de perdas de terra na cultura algodão, verificaram que a variação das perdas entre os anos era maior que a variação da erosividade, indicando que ocorriam variações adicionais possivelmente devidas à não uniformidade das operações de preparo e cultivo.

As perdas de terra da cultura do milho em sistema contínuo e em sistema de rotação, sendo a cultura anterior uma leguminosa, não apresentaram diferença, discordando dos resultados de LAFLEN & MOLDENHAUER (1982), que verificaram maiores perdas de terra na cultura de milho após a cultura de soja do que após milho, e de VAN DOREN et alii (1984), que encontraram perdas 45% maiores no sistema milho-soja do que no sistema milho contínuo. O efeito residual das leguminosas sobre as perdas de terra na cultura seguinte é baixo uma vez que os resíduos se decompõem rapidamente. As leguminosas podem, entretanto, aumentar a produtividade da cultura subsequente e, assim, acelerando o crescimento da cultura e aumentando a quantidade de resíduos, ter efeito na redução da erosão.

É possível que esse efeito tenha influenciado os resultados deste trabalho, uma vez que a produção média da cultura do milho foi mais elevada no tratamento MS,RI

(Tabela 5).

As gramíneas são mais eficientes que as leguminosas na proteção do solo e as perdas por erosão são reduzidas quando o milho é plantado após gramíneas (DECHEN et alii, 1981). O efeito residual da pastagem sobre as perdas na cultura do milho (tratamento MP,RI) foi responsável por redução de cerca de 50% nas perdas de terra, enquanto que o tratamento MS,RI reduziu as perdas em 10%, concordando com DECHEN et alii, 1981.

5.2. Razão de perdas de solo

É esperado que os valores de razão de perdas de solo diminuam à medida que a cultura se desenvolva e passe a proteger o solo através do aumento de cobertura. Valores apresentados no AH 537 e resultados obtidos por MCGREGOR & MUTCHLER (1983) mostram que nem sempre os valores da RPS diminuem com os sucessivos estádios da cultura. Os dados deste trabalho mostraram que as RPS são, em geral, maiores no estágio PL do que no estágio D. De maneira semelhante, LEVIEN et alii (1990) observaram que o período mais crítico de perdas de terra na cultura do milho ocorria no primeiro mês após a semeadura.

Entre as razões para o aumento das RPS no estágio PL podem estar as operações de sulcamento, adubação e semeadura, que provocam aumento das perdas de terra e que não são realizadas no tratamento descoberto.

As RPS obtidas em períodos de poucas chuvas são suscetíveis a variações relativamente grandes devido, principalmente, a erros de medições (MUTCHLER & GREER, 1984). Para serem aplicadas, as variações das RPS devem ser suavizadas e ajustadas para melhor seguir as tendências observadas por outros conjuntos de dados. Os valores apresentados no AH 537 (WISCHMEIER & SMITH, 1978) foram obtidos a partir de mais de 10.000 canteiros-ano de dados coletados sob chuva natural e simulada, tratados estatisticamente para chegar a um resultado final único. Entretanto, resultados obtidos por diferentes autores tem mostrado que as RPS para as condições de culturas e manejos atuais devem ser menores que as apresentadas no AH 537 (McGREGOR & MUTCHLER, 1983; VAN DOREN et alii, 1984; MUTCHLER & GREER, 1984; ALBERTS et alii, 1985; KRAMER & ALBERTS, 1986; FREEBAIRN et alii, 1989).

No presente trabalho, as RPS também foram menores que as apresentadas no AH 537, nas três diferentes condições de solo e clima. A utilização de média entre os valores dos três solos, usando a erosividade com fator de ponderação, foi a solução para se chegar a um único valor para as RPS e para o fator C de uma mesma condição de manejo.

5.3. Uso de subfatores para determinação de razão de perdas de solo

A tabela com as RPS do AH 537 tem 160 linhas, sendo 128 referentes à cultura do milho e as outras para feijão, cereais e batata, além de uma tabela adicional com mais 27 linhas para o algodão. Apesar dessa longa lista de RPS faltam culturas e situações de manejo.

A utilização de subfatores para a determinação do fator C é a maneira utilizada para obtenção de valores para culturas e formas de manejo para as quais não foram estabelecidas as RPS. Na tabela 21 são apresentados valores de RPS obtidas pelo procedimento adotado por MUTCHLER et alii (1982) para três condições de manejo de resíduos da cultura do milho, para as condições das parcelas experimentais deste trabalho. Os valores dos subfatores foram estimados em função das informações fornecidas em MUTCHLER et alii (1982).

Verificou-se que as RPS calculadas foram bastante elevadas, quando comparadas com os resultados medidos. Uma provável razão é o fato de os subfatores terem sido desenvolvidos baseados nos resultados de WISCHMEIER & SMITH (1978) que, como apresentado anteriormente, diferem dos resultados encontrados.

Não existem, entretanto dados e resultados disponíveis para ajustar os subfatores às condições deste trabalho. A utilização de outros procedimentos, como o de LAFLEN et alii (1985), apresenta os mesmos problemas.

Tabela 21. Razão de perdas de solo a partir de subfatores baseados em efeito residual (C_1), efeito do resíduo incorporado (C_2), efeito da intensidade de mobilização do solo (C_3), rugosidade (C_4) e efeito da cobertura (C_5), de acordo com MUTCHLER et alii (1982)

Manejo/ Estádios	C_1	C_2	C_3	C_4	C_v^1	C_m^1	C_5	RPS ²
					%	%		%
MC,RI								
D	0.83	1.00	1.1	1.0	0	10	0.78	71
PL	0.83	0.45	1.2	1.0	20	5	0.75	34
1	0.83	0.45	1.0	1.0	40	5	0.60	22
2	0.83	0.56	1.0	1.0	60	5	0.54	25
3	0.83	0.67	1.0	1.0	80	10	0.36	20
4	0.83	0.83	1.0	1.0	60	40	0.25	17
MC,RS								
D	0.83	0.83	1.0	1.0	0	60	0.22	15
PL	0.83	0.83	1.1	1.0	20	50	0.25	17
1	0.83	0.83	1.0	1.0	40	50	0.21	14
2	0.83	0.83	1.0	1.0	60	50	0.20	14
3	0.83	0.83	1.0	1.0	80	60	0.14	10
4	0.83	0.83	1.0	1.0	60	70	0.12	8
MC,RQ								
D	0.83	1.00	1.1	1.0	0	0	1.00	91
PL	0.83	0.45	1.2	1.0	20	0	0.84	38
1	0.83	0.45	1.0	1.0	40	0	0.67	25
2	0.83	0.56	1.0	1.0	60	5	0.54	25
3	0.83	0.67	1.0	1.0	80	10	0.36	20
4	0.83	0.83	1.0	1.0	60	40	0.25	17

(¹) C_v = cobertura vegetal e C_m = cobertura morta, utilizadas para a determinação do fator C_5

(²) Razão de perdas de solo, pela multiplicação dos fatores C_1 a C_5

Optou-se, então, pela utilização, como subfatores para determinar o fator C para cada manejo, a relação encontrada entre os tratamentos. Essa relação foi denominada de fator de correção. Os valores obtidos são diferentes daqueles obtidos através das RPS, embora a correlação tenha sido significativa. A diferença ocorreu principalmente devido às variações entre os tipos de solo. Esses fatores de correção apresentam a possibilidade de serem aplicados para outras culturas.

5.4. Fator C para a cultura do milho

Na tabela 22 são apresentados os valores do fator C para a cultura de milho em sistema contínuo, resíduos incorporados, determinados através das RPS propostas neste trabalho e das RPS obtidas por outros autores. A utilização desses valores no modelo EUPS determina diferenças bastante significativas nas perdas de terra estimadas. As RPS propostas neste trabalho determinam um fator C cerca de três vezes menor do que o calculado a partir das RPS do AH 537.

Seguindo o que tem sido apontado por outros autores, os resultados indicam que os valores do AH537 devem ser reduzidos para representar as condições de manejo atualmente utilizadas.

Tabela 22. Valores do fator C determinado a partir das RPS propostas neste trabalho e a partir das RPS obtidas por outros autores, para a cultura do milho em sistema contínuo com resíduos incorporados

Fontes	Estádios ¹						Valor de C ²
	D	PL	1	2	3	4	
	----- RPS (%) -----						
Valor médio	24	34	14	9	6	1	0,110
AH 282 (WHISCHMEIER & SMITH, 1965)	55	70	58	32	-	10	0,385
AH 537 (WHISCHMEIER & SMITH, 1978)	31	55	48	38	20	7	0,307
SILVA & LOMBARDI NETO (1981)	23	19	17	4	-	2	0,083
MARGOLIS et alii (1985)	21	16	2	0	-	27	0,086
KRAMER & ALBERTS (1986)	5	60	22	3	-	3	0,127

(¹) Os limites entre estádios são diferentes segundo cada autor

(²) Considerando o preparo do solo em 1º de outubro, a semeadura em 20 de outubro e a colheita em 20 de abril, para Campinas-SP.

5.5. Outras considerações

Uma vez que as RPS para a cultura do milho foram diferentes das apresentadas por WISCHMEIER & SMITH (1978), resultando em valores de C mais baixos para essa cultura, é necessário que se verifique os valores das RPS de outras culturas para utilização no modelo EUPS ou em outros que utilizam o mesmo fator C, para conseguir comparações mais exatas entre as perdas de terra das diferentes culturas. É preciso, ainda, testar o uso dos fatores de correção para

aplicação em outras culturas.

ELTZ et alii (1984a) verificaram comportamento diferente em relação às perdas de terra de soja e de milho em função de diferentes manejos. Uma das razões pode estar na quantidade de resíduos culturais, que pode ser incluída como mais um fator de correção.

Nestes ensaios as parcelas experimentais eram preparadas com enxada. As perdas obtidas, quando comparadas com dados de NUNES FILHO et alii (1987), correspondem à utilização de preparos com baixa mobilização do solo, utilizando implementos com tração animal e motorizada. Assim, para outras condições mais uma correção pode ser incluída: a do efeito de diferentes implementos de preparo do solo.

Esses fatores de correção poderão auxiliar no ajuste de subfatores e equações propostas por outros autores para utilização nos modelos de predição de erosão.

5.6. Valor do fator C para estimativa de perda de solo para o Estado de São Paulo

Foram estabelecidas catorze áreas homogêneas quanto à distribuição de erosividade para o Estado de São Paulo (Figura 7). Os valores do fator C para a cultura de milho em sistema contínuo, resíduos incorporados, com preparo do solo em 1º de outubro, semeadura em 20 de outubro e

colheita em 20 de abril, em cada uma destas regiões estão na tabela 23. Os valores variaram de 0,0843 a 0,1153. Em função do tipo de solo e da erosividade anual, esses valores significam uma diferença de até 40% nas perdas totais anuais de terra.

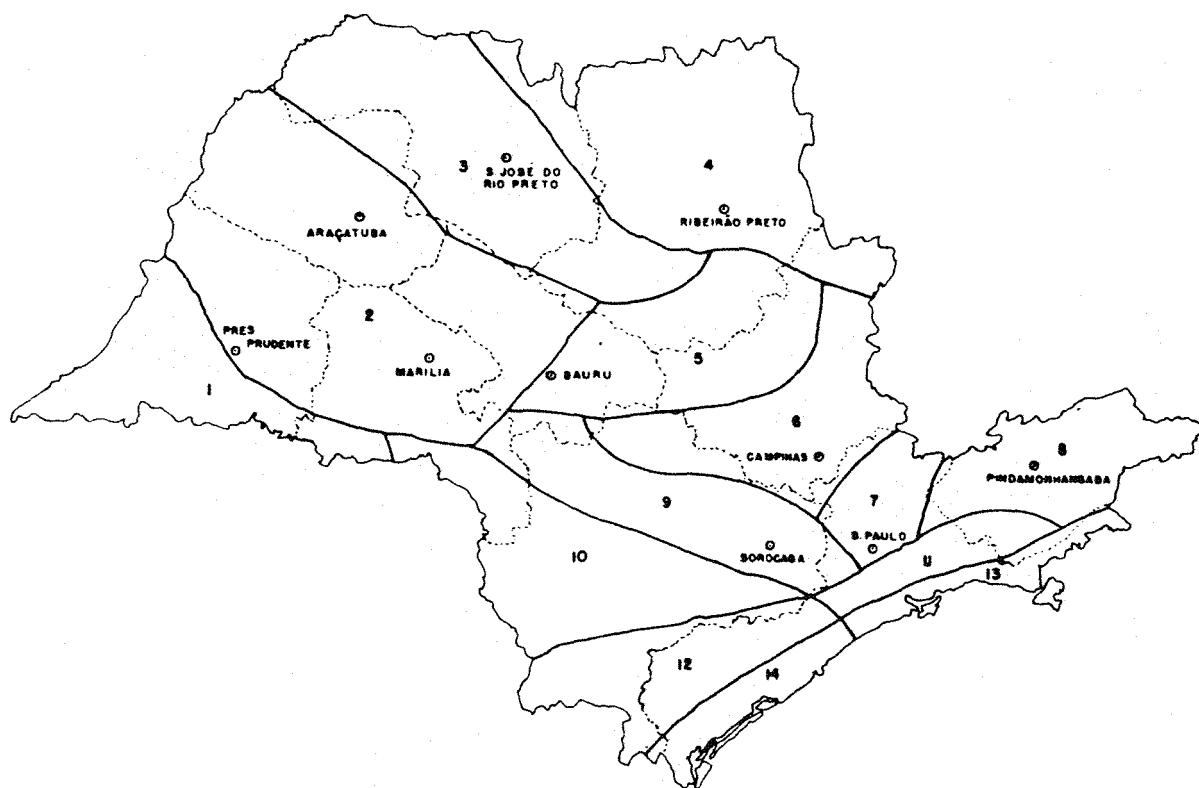


Figura 7. Áreas homogêneas do Estado de São Paulo quanto à distribuição da erosividade de chuva. Fonte: BERTONI & LOMBARDI NETO (1990)

Tabela 23. Fator C para as catorze áreas homogêneas do Estado de São Paulo quanto à distribuição de erosividade

Regiões	Fator C ¹	Regiões	Fator C ¹
1	0,1118	8	0,1069
2	0,1027	9	0,1034
3	0,1034	10	0,0996
4	0,1153	11	0,1011
5	0,1076	12	0,0940
6	0,1049	13	0,0986
7	0,1091	14	0,0843

(¹) Considerando preparo do solo em 1º de outubro, semeadura em 20 de outubro e colheita em 20 de abril.

5.7. Alteração do fator C em função das épocas de preparo e semeadura

Foram determinados os valores do fator C em função da época de preparo e semeadura do milho, em sistema contínuo, resíduos incorporados (Figura 8). Considerou-se um período de 10 dias entre o preparo e a semeadura.

Os valores de C para a região 6, que inclui Campinas, aumentaram de 0,0609, para a semeadura em 20 de agosto, a 0,1512, para a semeadura em 10 de dezembro, e diminuíram novamente até 0,0410, para a semeadura em 1º de abril.

A época mais crítica para iniciar o preparo do

solo para a semeadura do milho vai do final de novembro ao início de janeiro. Naturalmente, quanto maior o tempo entre o preparo e a semeadura, maiores serão as perdas de terra, uma vez que o solo estará exposto por um tempo maior a ação da chuva.

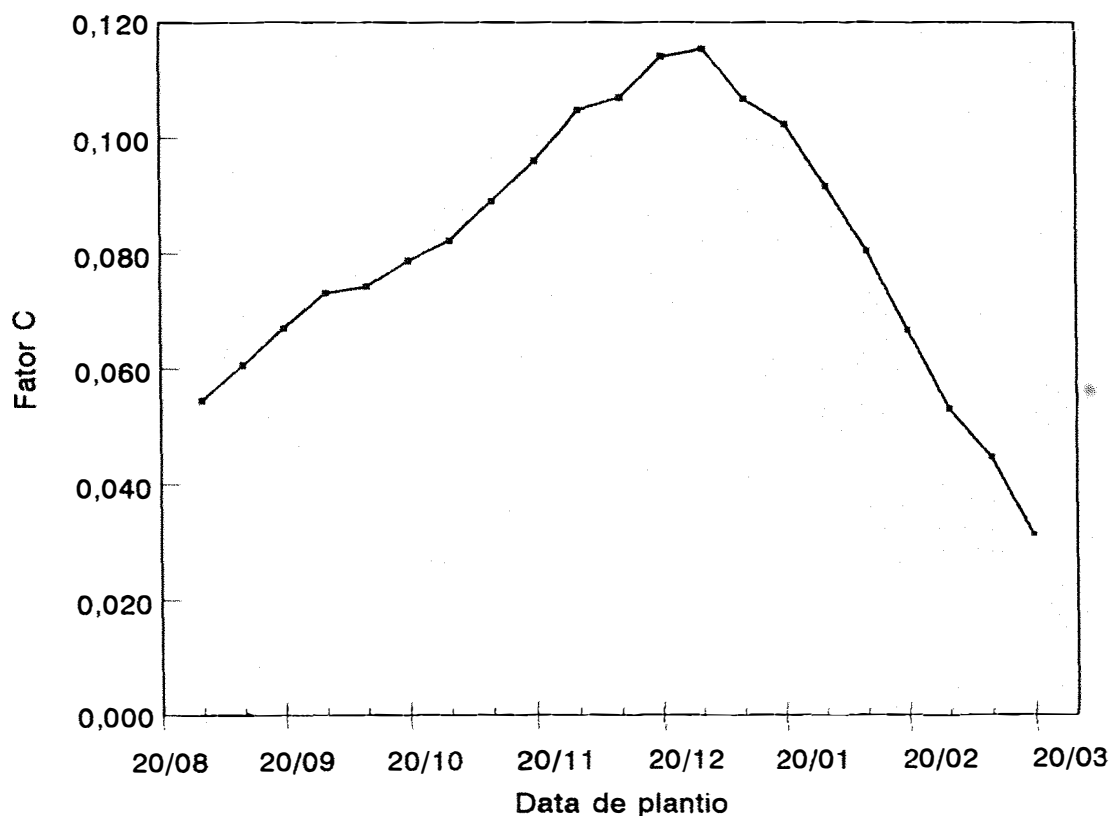


Figura 8. Variação do fator C em função da época de preparo do solo e semeadura da cultura do milho para a região 6 de distribuição de erosividade.

6. CONCLUSÕES

. A queima dos resíduos culturais aumentou as perdas por erosão em relação à incorporação dos resíduos, enquanto que a manutenção dos resíduos na superfície reduziu estas perdas na cultura do milho.

. As perdas de terra na cultura do milho em sistema de rotação de culturas, quando essa cultura é plantada após soja e pasto, são reduzidas quando comparadas com as perdas do sistema contínuo.

. Os valores das RPS determinadas foram inferiores às apresentadas em WISCHMEIER & SMITH (1978) em todos os estádios da cultura.

. As RPS propostas para utilização no cálculo da fator C da EUPS para os períodos D, PL, 1, 2, 3 e 4 são, respectivamente, 24, 34, 14, 9, 6 e 1, para o manejo milho contínuo, resíduos incorporados.

. O valor do fator C obtido para o sistema de milho contínuo com resíduos incorporados pode ser ajustado para outras condições de manejo através de fatores de correção para manejo de resíduos e rotação de culturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERTS, E.E.; WENDT, R.C. & BURWELL, R.E. Corn and soybean cropping effects on soil losses and C factors. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, 49: 721-728. 1985.
- ANEFALOS, L.C.; CAMARGO, A.M.M.P.de; VICENTE, J.R.; CASER, D.V. & TAKAES, M. Previsões e estimativas das safras agrícolas no Estado de São Paulo. Ano agrícola 1994/95 - Previsão de plantio-Setembro de 1994. *Informações econômicas*, São Paulo, 24: 89-95. 1994.
- BENATTI JR., R.; BERTONI, J. & MOREIRA, C.A. Perdas por erosão em plantio direto e convencional de milho em dois solos de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 1: 121-123, 1977.
- BERTONI, J. Sistemas coletores para determinações de perdas por erosão. *Bragantia*, Campinas, 9: 147-155, 1949.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. *Conservação do Solo*. São Paulo, Ícone, 1990. 355p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. & BENATTI Jr., R. *Equação de perdas de solo*. Campinas, Instituto Agrônomo, 1975. 25p. (Boletim técnico, 21)

CARVALHO, M. de P. e. Erosividade da chuva: distribuição e correlação com as perdas de solo de Mococa-SP. Piracicaba, 1987. 121p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP)

CARVALHO, M. de P. e; LOMBARDI NETO, F.; VASQUES FILHO, J. & CATÂNEO, A. Índices de erosividade da chuva correlacionados com as perdas de um podzólico vermelho-amarelo eutrófico textura argilosa/muito argilosa de Mococa (SP): primeira aproximação do fator erodibilidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 13: 237-242, 1989.

CASTRO, O.M. de; LOMBARDI NETO, F.; VIEIRA, S.R. & DECHEN, S.C.F. Sistemas convencionais e reduzidos de preparo de solo e as perdas por erosão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 10: 167-171, 1986.

CATÂNEO, A.; CASTRO FILHO, C. & ACQUAROLE, R.M. Programa para cálculo de índices de erosividade de chuvas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 6: 236-239, 1982.

CAVALIERI, A. Erodibilidade do solo: avaliação por meio de propriedades físicas e químicas. Campinas, 1994. 80p. (Mestrado - Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP)

DECHEN, S. C. F.; LOMBARDI NETO, F. & CASTRO, O. M. de. Gramíneas e leguminosas e seus resíduos culturais no controle da erosão em latossolo roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 5: 133-137. 1981.

DEDECEK, R.A.; RESCK, D.S.V. & FREITAS JR., E. de. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em latossolo vermelho-escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 10: 265-272. 1986.

DE MARIA, I.C.; LOMBARDI NETO, F.; DECHEN, S.C.F.; VIEIRA, S.R. & NASCIMENTO, P.C. do. Avaliação da cobertura vegetal da cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 22., Recife, 1989. **Programas e Resumos**. Recife, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1989. p.240-241. (Resumo)

DENARDIN, J.E. Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos. Piracicaba, 1990. 110p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP)

DILLAHA, T.A. & BEASLEY, D. Distributed parameter modeling of sediment movement and particle size distribution. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, 26: 1766-1772, 1777, 1983.

DONZELI, P.L.; VALÉRIO FILHO, M.; PINTO, S. dos A.F.; NOGUEIRA, F. de P.; ROTTA, C.L. & LOMBARDI NETO, F. Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas ao diagnóstico básico para planejamento e monitoramento de microbacias hidrográficas. In: LOMBARDI NETO, F. & CAMARGO, O.A. de, coord. **Microbacia do córrego São Joaquim (Município de Pirassununga)**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1992. p.91-119. (Documentos IAC, 29)

ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A.; GUERRA, M. & ABRÃO, P.V.R. Perdas de solo e água por erosão em diferentes sistemas de manejo e coberturas vegetais em solo São Pedro (podzólico vermelho-amarelo) sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 8: 245-249. 1984a.

ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A.; SCOPEL, I. & GUERRA, M. Perdas de solo e água por erosão em diferentes sistemas de manejo e coberturas vegetais em solo laterítico bruno-avermelhado distrófico (São Jerônimo) sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 8: 117-125. 1984b.

FOSTER, G.R.; MCCOOL, D.K.; RENARD, K.G. & MOLDENHAUER, W.C. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, 36: 355-359, 1981.

FREEBAIRN, D.M.; SILBURN, D.M. & LOCH, R.J. Evaluation of three soil erosion models for clay soils. *Australian Journal of Soil Research*, East Melbourne, 27: 199-211. 1989.

FREEBAIRN, D.M.; WOCKNER, G.H. & SILBURN, D.M. Effects of catchment management on runoff, water quality and yield potencial from vertisols. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, 12: 1-19. 1986.

FREIRE, O. & PESSOTTI, J.E. Erodibilidade de alguns solos de Piracicaba-SP. In: II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2°, Passo Fundo, 1978. *Anais*. Passo Fundo, EMBRAPA/CNPT, 1978. p.185-192.

GREGORY, J.M. Soil cover prediction with various amounts and types of crop residue. *Transactions of the ASAE*, Saint Joseph, 25: 1333-1337, 1982.

HENKLAIN, J.C. & FREIRE, O. Avaliação do método nomográfico para determinação da erodibilidade de solos no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 7: 191-195. 1983.

HUDSON, N. *Soil Conservation*. 2 ed. Ithaca, New York, Cornell University Press. 1973. 320 p.

KRAMER, L.A. & ALBERTS, E.E. C factors for corn under changing management. *Transactions of the ASAE*, Saint Joseph, 29: 1590-1596, 1986.

LAFLEN, J.M. & COLVIN, T.S. Effect of crop residue on soil loss from continuous row cropping. *Transactions of the ASAE*, Saint Joseph, 24: 605-609, 1981.

LAFLEN, J.M.; FOSTER, G.R. & ONSTAD, C.A. Simulation of individual-storm soil loss for modeling the impact of soil erosion on crop productivity. In: El-Swaif, S.A.; Moldenhauer, W.C. & Lo, A. , ed. *Soil Erosion and Conservation*. Ankeny, Soil Conservation Society of America, 1985. p.285-295.

LAFLEN, J.M. & MOLDENHAUER, W.C. Soil erosion in rotations: corn after soybeans worse than soybeans after corn or corn after corn. *Crops and Soils Magazine*, Madison, 34: 9-10. 1982.

LAL, R. *Soil erosion in the Tropics: Principles & Management*. New York, McGraw-Hill, Inc., 1990. 580p.

LEONARD, R.A.; KNISEL, W.G. & STILL, D.A. GLEAMS: groundwater loading effects of agricultural management systems. *Transactions of the ASAE*, Saint Joseph, 30: 1403-1418, 1987.

LEPSCH, I.F. & VALADARES, J.M.A.S. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Pindorama, SP. *Bragantia*, Campinas, 35: 13-40, 1976.

LEVIEN, R.; COGO, N.P. & ROCKENBACH, C.A. Erosão na cultura do milho em diferentes sistemas de cultivo anterior e métodos de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 14: 73-80, 1990.

LOMBARDI NETO, F. Rainfall erosivity: its distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brazil. West Lafayette, 1977. 53p. (Mestrado - Purdue University)

LOMBARDI NETO, F. & BERTONI, J. Erodibilidade dos solos paulistas. Campinas, Instituto Agrônomo, 1975. 12p. (Boletim técnico, 27)

LOMBARDI NETO, F. & MOLDENHAUER, W.C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). *Bragantia*, Campinas, 51: 189-196, 1992.

LOPES, P.R.C.; COGO, N.P. & LEVIEN, R. Eficácia relativa de tipo e quantidade de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 11: 71-75. 1987.

- MARGOLIS, E.; SILVA, A.B. de & JACQUES, F. de O.
Determinação dos fatores da equação universal das perdas de solo para as condições de Caruaru (PE). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 9: 165-169. 1985.
- MARQUES, J. Q. de A.; BERTONI, J. e BARRETO, G. B. Perdas por erosão no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, 20: 1143-1181, 1961.
- MCGREGOR, K.C. & MUTCHLER, C.K. C factors for no-till and reduced-till corn. **Transaction of the ASAE**, Saint Joseph, 26: 785-794. 1983.
- MENK, P.C.M. Avaliação econômica do controle da erosão na microbacia do Ribeirão Iperó, em Araçoiaba da Serra, Estado de São Paulo. Piracicaba, 1993. 181 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP)
- MIDDLETON, H.E. Properties of soils which influence soil erosion. USDA, 1930. 16p. (Technical Bulletin, 178)
- MURPHREE, C.E. & MUTCHLER, C.K. Cover and management factors for cotton. **Transaction of the ASAE**, Saint Joseph, 23: 585-595. 1980.
- MUTCHLER, C.K. & GREER, J.D. Reduced tillage for soybeans. **Transaction of the ASAE**, Saint Joseph, 27: 1364-1369. 1984.

MUTCHLER, C.K.; McDOWELL, L.L. & GREER, J.D. Soil loss from cotton with conservation tillage. *Transaction of the ASAE*, Saint Joseph, 28: 160-163,168. 1982a.

MUTCHLER, C.K.; MURPHREE, C.E. & MCGREGOR, K.C. Subfactor method for computing C factors for continuous cotton. *Transaction of the ASAE*, Saint Joseph, 25: 327-332. 1982b.

NUNES FILHO, J.; SOUSA, A.R. de; MAFRA, R.C. & JACQUES, F. de O. Efeito do preparo do solo sobre as perdas por erosão e produção de milho num podzólico vermelho-amarelo eutrófico de Serra Talhada (PE). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 11: 183-186. 1987.

PUNDEK, M. Utilização prática da equação universal de perdas de solo para as condições de Santa Catarina. In: Santa Catarina. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. *Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água: Projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas*. 2ed. Florianópolis, EPAGRI-Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina S.A., 1994. 384p. p.99-129.

RAIJ, B. van & ZULLO, M.A.T. *Métodos de análise de solo*. Campinas, Instituto Agrônomo, 1977. 16p. (Circular nº 63)

SILVA, I. de F. da; ANDRADE, A.P. de & CAMPOS FILHO, O.R.
Erodibilidade em seis solos do semiárido paraibano obtida
com chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,
Campinas, 10: 283-287. 1986a.

SILVA, I. de F. da; ANDRADE, A.P. de; CAMPOS FILHO, O.R. &
OLIVEIRA, F.A.P. de. Efeito de diferentes coberturas
vegetais e de práticas conservacionistas no controle da
erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas,
10: 289-292. 1986b.

SILVA, I.R. da & LOMBARDI NETO, F. Manejo dos resíduos
culturais do milho e as perdas por erosão em latossolo
roxo. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO
DO SOLO, 3., Recife, 1980. **Anais**. Recife, SBSC/Universidade
Federal de Pernambuco/SUDENE/ IPA, 1981. p.360-374.

SOSA, D.A. Erosividade da chuva - distribuição e correlação
com a perda de solo para Pindorama, São Paulo, Brasil.
Piracicaba, 1987. 105p. (Mestrado - Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP)

STOKING, M.A. Assessing vegetative cover and management
effects. In: Lal, R., ed. **Soil erosion research methods**.
Ankeny, Soil and Water Conservation Society, 1988. p.163-
185.

VAN DOREN, JR., D.M.; MOLDENHAUER, W.C. & TRIPLET JR.
Influence of long-term tillage and crop rotation on water
erosion. *Soil Science Society of America Journal*, Madison,
48: 636-640. 1984.

WAGNER, C.S. & MASSAMBANI, O. Análise da relação
intensidade de chuva-energia cinética de Wischmeier & Smith
e sua aplicabilidade à Região de São Paulo. *Revista
Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 12: 197-203, 1988.

WISCHMEIER, W.H. Cropping-management factor for a universal
soil loss equation. *Soil Science Society of America
Proceeding*, Madison, 24: 322-326, 1960.

WISCHMEIER, W.H. Estimating the soil loss equation's cover
and management factor for undisturbed areas. In: *SEDIMENT-
YIELD WORKSHOP*, Oxford, Mississippi, 1972. *Proceedings*.
Oxford, Mississippi, USDA, ARS, 1975. p.118-124.

WISCHMEIER, W.H.; JOHNSON, C.B. & CROSS, B.V. A soil
erodibility nomograph for farmland and construction sites.
Journal of Soil and Water Conservation, Ankeny, 26:189-193.
1971.

WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses from cropland East of Rocky Mountains. Washington, USDA, U.S. Government Printing Office, 1965. 47p. (Agricultural Handbook, 282)

WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. Washington, USDA, U.S. Government Printing Office, 1978. 58p. (Agricultural Handbook, 537)

ZULLO JR., J. & ARRUDA, F.B. Programa computacional para ajuste de equações em dados experimentais. Campinas, Instituto Agrônomo, 1986. 23p. (Boletim técnico, 113)

APÊNDICE 1: Características químicas do solo nos tratamentos com diferentes manejos de resíduos da cultura do milho

Tabela 1. Características químicas do solo nos tratamentos com diferentes manejos de resíduos da cultura do milho

Tratamentos	MO	pH _{H₂O}	Al	Ca	Mg	K	P
	%		--- mmol(+)/dm ³ ---		mg/dm ³		
	-----		LR		-----		
Descoberto	2,9	4,8	20	30	9	1	3
Milho contínuo, resíduos incorporados	3,2	5,2	10	31	12	3	5
Milho contínuo, resíduos queimados	3,1	5,7	0	34	13	6	6
Milho contínuo, resíduos na superfície	2,8	5,0	30	21	8	3	3
Milho após soja, resíduos incorporados	3,4	5,4	0	35	10	3	5
Milho após pasto, resíduos incorporados	3,4	5,4	10	30	11	3	11
	-----		PVarg		-----		
Descoberto	2,0	6,1	0	47	13	2	6
Milho contínuo, resíduos incorporados	2,5	6,0	0	44	11	4	13
Milho contínuo, resíduos na superfície	2,1	6,0	0	38	9	4	24
Milho após pasto, resíduos incorporados	2,2	6,2	0	40	13	2	12
	-----		PVare		-----		
Descoberto	0,6	6,3	0	32	8	1	20
Milho contínuo, resíduos incorporados	1,3	6,5	0	32	10	2	20
Milho contínuo, resíduos queimados	1,2	6,6	0	31	9	3	22
Milho contínuo, resíduos na superfície	0,9	6,3	0	24	7	2	10
Milho após pasto, resíduos incorporados							

APÊNDICE 2: Valores da precipitação e da erosividade mensal para Campinas, Pindorama e Mococa

Tabela 1. Valores da precipitação mensal (mm) nos períodos de 1973 a 1980 e 1986 a 1990, em Campinas, SP

Mês	73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	86/87	87/88	88/89	89/90
Julho	68,3	0,0	37,1	143,7	12,3	78,2	49,1	8,8	10,4	0,0	138,3
Agosto	21,1	8,5	0,0	96,4	25,9	2,3	80,8	163,1	8,4	0,0	24,6
Setembro	49,4	31,5	26,5	192,2	134,9	42,5	88,8	35,7	72,3	1,0	54,6
Outubro	97,9	156,0	202,6	135,9	72,7	122,4	131,0	81,1	75,2	146,0	25,7
Novembro	138,2	149,4	245,5	114,6	143,4	206,4	168,4	143,6	62,1	85,5	218,7
Dezembro	214,4	239,0	210,7	175,5	310,5	173,0	224,1	430,9	195,6	126,9	201,5
Janeiro	417,8	226,4	257,0	418,3	59,8	137,8	310,9	363,6	250,2	215,6	393,3
Fevereiro	62,7	189,9	269,5	60,1	46,7	169,7	138,7	134,2	210,8	184,7	114,9
Março	195,1	43,3	168,5	136,9	109,0	121,6	53,4	234,2	254,5	101,7	260,5
Abril	35,1	48,3	92,7	140,2	6,9	93,6	215,3	64,2	116,8	21,4	50,3
Mai	9,6	17,1	146,6	15,1	64,8	110,3	20,5	273,5	127,2	15,4	53,1
Junho	123,0	3,0	87,8	37,1	71,1	0,0	89,2	81,2	25,2	46,4	15,0
Total	1432,6	1212,4	1744,5	1666,0	1058,0	1257,8	1570,2	2014,7	1408,7	944,6	1550,5

Tabela 2. Valores da erosividade mensal e anual (MJ.mm/ha.h) nos períodos de 1973 a 1980 e 1986 a 1990, em Campinas, SP

Mes	73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	86/87	87/88	88/89	89/90
Julho	175	0	52	212	6	228	95	0	0	0	403
Agosto	23	0	0	325	52	0	289	381	0	0	34
Setembro	36	35	41	396	838	48	212	83	48	0	159
Outubro	182	438	2.320	309	483	885	593	232	379	638	63
Novembro	947	697	885	487	483	879	697	817	101	201	2.064
Dezembro	728	1.341	1.293	1.040	1.724	592	1.674	3.374	1.146	683	1.124
Janeiro	5.086	1.300	1.787	3.613	370	896	3.104	2.516	1.458	1.107	2.472
Fevereiro	549	1.606	1.362	215	125	1.739	383	690	2.223	818	772
Março	503	97	873	929	405	1.304	126	1.455	2.281	881	3.021
Abril	76	203	126	468	0	766	1.347	68	538	29	129
Mai	0	8	635	28	294	460	23	1.317	413	21	105
Junho	225	0	296	56	774	0	267	314	89	39	0
Total	8.530	5.725	9.670	8.078	5.554	7.797	8.810	11.247	8.676	4.417	10.346

Fonte: LOMBARDI NETO & MOLDENHAUER (1992)

Tabela 3. Valores da precipitação mensal (mm) nos períodos de 1978 a 1985 e 1988 a 1990, em Mococa, SP.

Mês	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	88/89	89/90
Julho	53,7	23,9	0,3	0,0	24,6	53,6	5,8	0,0	67,8
Agosto	1,2	24,8	2,4	3,6	39,1	0,0	108,0	0,0	28,3
Setembro	69,0	179,7	68,0	35,6	44,4	242,8	152,9	5,0	128,0
Outubro	127,2	91,5	66,4	324,6	231,0	178,6	29,4	255,8	53,0
Novembro	346,9	175,3	239,7	195,9	178,3	209,1	213,5	88,1	172,9
Dezembro	261,5	304,6	435,5	373,1	376,8	543,8	356,3	204,4	287,0
Janeiro	208,0	401,8	249,7	250,2	363,5	108,3	359,9	204,1	238,3
Fevereiro	258,1	230,6	56,0	102,0	319,8	66,7	118,0	289,0	165,6
Março	77,2	68,4	113,7	356,7	250,4	72,9	199,7	138,2	277,3
Abril	50,8	152,9	65,9	41,5	147,9	100,2	47,8	105,2	46,6
Mai	117,0	13,6	7,2	71,6	158,3	25,8	17,2	47,8	40,6
Junho	0,0	99,8	56,5	62,7	58,7	0,0	0,6	12,8	0,2
Total	1.570,6	1.766,9	1.361,3	1.817,5	2.192,8	1.601,8	1.609,1	1.350,4	1.609,5

Tabela 4. Valores da erosividade mensal e anual (MJ.mm/ha.h) nos períodos de 1978 a 1985, em Mococa, SP.

Mês	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85
Julho	38	21	0	0	28	9	0
Agosto	0	9	0	0	86	0	356
Setembro	261	618	27	78	127	766	840
Outubro	404	266	135	2.394	1.351	341	0
Novembro	2.050	1.711	1.511	1.437	1.278	787	967
Dezembro	981	2.360	2.946	1.212	1.611	3.731	1.734
Janeiro	1.165	2.526	1.069	623	1.046	244	1.596
Fevereiro	1.443	860	95	424	983	406	313
Março	441	397	527	770	1.032	146	1.142
Abril	168	634	106	69	636	631	62
Mai	642	0	0	166	768	0	26
Junho	0	522	140	33	217	0	0
Total	7.593	9.925	6.556	7.206	9.163	7.061	7.036

Fonte: CARVALHO (1987)

Tabela 5. Valores da precipitação mensal (mm) no período de 1978 a 1985, em Pindorama, SP.

Mês	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85
Julho	96,6	24,1	0,3	0,0	17,0	70,7	0,0
Agosto	0,0	31,8	17,9	0,0	51,5	0,0	101,8
Setembro	92,2	179,8	6,6	12,8	21,3	214,1	56,7
Outubro	107,2	124,9	58,2	244,9	298,5	173,0	24,0
Novembro	162,6	238,1	171,5	186,9	192,1	137,8	219,3
Dezembro	563,5	439,8	294,9	316,1	399,9	224,8	178,1
Janeiro	175,7	238,2	255,3	418,4	663,0	200,2	346,9
Fevereiro	195,5	220,1	167,8	385,3	349,7	109,0	139,7
Março	154,3	147,3	238,5	397,3	168,0	121,0	137,2
Abril	85,2	264,1	38,4	36,9	199,1	44,5	140,0
Mai	103,5	43,3	20,4	80,6	172,5	40,3	24,7
Junho	0,0	22,9	107,1	21,5	33,6	0,0	4,8
Total	1.736,3	2.019,4	1.376,6	2.100,7	2.566,2	1.335,4	1.373,2

Tabela 6. Valores da erosividade mensal e anual (MJ.mm/ha.h) nos períodos de 1978 a 1985, em Pindorama, SP.

Mês	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85
Julho	185	19	0	0	0	20	92
Agosto	0	17	0	0	155	0	199
Setembro	234	795	206	0	111	393	122
Outubro	320	275	75	1.093	734	1.044	93
Novembro	392	830	30	426	1.585	580	1.555
Dezembro	3.205	1.090	978	1.001	1.881	1.465	189
Janeiro	456	1.167	818	1.928	6.824	766	1.343
Fevereiro	579	819	1.016	1.057	2.948	570	359
Março	518	1.425	1.109	1.109	288	320	222
Abril	231	1.224	149	180	912	80	390
Mai	432	70	0	50	736	96	36
Junho	0	315	410	22	22	0	0
Total	6.552	8.046	4.791	6.866	16.196	5.334	4.600

Fonte: SOSA (1987)

APÊNDICE 3: Parâmetros e procedimentos utilizados nos cálculos de perdas de terra para a parcela descoberta, razão de perdas de solo e fator C

3.1. Estimativa de perdas de terra na parcela descoberta

Para a estimativa de perdas de terra da parcela descoberta utilizaram-se as seguintes equações:

$$A = R.K.LS$$

onde:

A = perda de terra (Mg/ha)

R = erosividade da chuva (MJ.mm/ha.h)

K = erodibilidade do solo (Mg.h/MJ.mm)

LS = fator de relevo

$$LS = 0,00984.C^{0,63}.D^{1,18}$$

onde:

C = comprimento da rampa (m)

D = grau do declive (%)

a. Latossolo roxo distrófico, textura argilosa, 13,0% de declive (valores apresentados na tabela 9).

$$K = 0,0122 \text{ t.h/MJ.mm}$$

$$LS = 0,00984.25^{0,63}.13^{1,18} = 1,542$$

$$R (1988/89) = 4.791 \text{ MJ.mm/ha.h}$$

$$R (1989/90) = 8.438 \text{ MJ.mm/ha.h}$$

$$A(1988/89) = 4.791.0,0122.1,542 = 90,1 \text{ Mg/ha}$$

$$A(1989/90) = 8.438.0,0122.1,542 = 158,7 \text{ Mg/ha}$$

b. Podzólico vermelho-amarelo, textura argilosa, 9,4% de declive (valores apresentados na tabela 10).

$$K = 0,0232 \text{ t.h/MJ.mm}$$

$$LS = 0,00984 \cdot 25^{0,63} \cdot 9,4^{1,18} = 1,052$$

$$R (1988/89) = 6.475 \text{ MJ.mm/ha.h}$$

$$R (1989/90) = 6.902 \text{ MJ.mm/ha.h}$$

$$A(1988/89) = 6.475 \cdot 0,0232 \cdot 1,052 = 158,0 \text{ Mg/ha}$$

$$A(1989/90) = 6.902 \cdot 0,0232 \cdot 1,052 = 168,5 \text{ Mg/ha}$$

c. Podzólico vermelho-amarelo, textura arenosa/média, 12% de declive (valores utilizados para a determinação dos valores de razão de perdas de solo, apresentadas na tabela 13).

$$K = 0,034 \text{ t.h/MJ.mm}$$

$$LS = 0,00984 \cdot 25^{0,63} \cdot 12^{1,18} = 1,403$$

	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85
R(MJ.mm/ha.h)	5.373	7.668	4.895	7.133	16.299	5.321	3.913
A (Mg/ha)	256,3	365,8	233,5	340,2	777,5	253,8	186,7

3.2. Determinação da razão média de perda de solo entre os valores obtidos em cada solo, utilizando a erosividade como fator de ponderação

A tabela abaixo apresenta os valores da erosividade (R), perda de terra do tratamento descoberto (PSd) e perda de terra do tratamento com a cultura (PSc) por estágio, nos três solos

Estádio	--- LR ---			--- PVarg ---			--- PVare ---		
	R	PSd	PSc	R	PSd	PSc	R	PSd	PSc
D	691	43,34	6,85	593	13,68	6,06	698	233,24	55,91
PL	1.012	88,89	23,90	1.474	207,08	128,80	891	297,60	72,62
1	700	56,96	6,15	1.516	256,29	39,22	818	273,28	39,39
2	864	147,90	6,78	1.076	218,21	15,95	1.135	379,18	43,18
3	3.832	368,55	18,93	2.095	302,60	21,41	3.239	1081,69	58,30
4	604	197,44	0,63	1.219	237,46	0,26	447	149,13	3,06

Os valores apresentados são o somatório dos valores anuais correspondentes a cada estágio e solo. Com esses

valores determinaram-se valores ponderados para a perda de terra da parcela descoberta (MPd) e para a perda de terra da parcela com a cultura (MPc), usando as seguintes equações:

$$MPd = (PSd.1/R)_{LR} + (PSd.1/R)_{pvare} + (PSd.1/R)_{pvarg}$$

$$MPc = (PSc.1/R)_{LR} + (PSc.1/R)_{pvare} + (PSc.1/R)_{pvarg}$$

O exemplo seguinte mostra o cálculo para o estádio D:

$$MPd = (43,34.1/691)+(13,68.1/593)+(233,24.1/698) = 0,4199$$

$$MPc = (6,85.1/691)+(6,06.1/593)+(55,91.1/698) = 0,1002$$

A razão média de perda de solo (RPS) para cada estádio foi determinada dividindo-se os valores de MPc por MPd para cada estádio, conforme os valores apresentados abaixo:

Estádios	MPd	MPc	RPS
D	0,4199	0,1002	0,239
PL	0,5623	0,1925	0,342
1	0,5845	0,0828	0,142
2	0,7081	0,0607	0,086
3	0,5746	0,0332	0,058
4	0,8553	0,0081	0,009

3.3. Cálculo do fator C para o tratamento MC,RI

Os dados abaixo apresentam os valores das RPS médias, em %, e os valores de R, em porcentagem da erosividade anual por estádio, utilizados no cálculo do fator C.

-- R, em % por estádio --				
Estádios	RPS	Campinas	Mococa	Pindorama
D	24	5,30	5,30	4,70
PL	34	11,05	13,55	9,80
1	14	14,35	18,15	15,50
2	9	13,60	14,70	14,70
3	6	44,40	40,30	46,30
4	1	11,30	8,00	9,00
Fator C		0,1104	0,1224	0,1082

A equação utilizada para o cálculo do fator C é a seguinte:

$$C = \sum RPS_i \cdot \frac{R_i}{R}$$

O exemplo abaixo mostra o cálculo do fator C para Campinas.

$$C = [(0,24*0,053)+(0,34*0,1105)+(0,11*0,1435)+(0,09*0,1360)+ \\ (0,06*0,444)+(0,01*0,113)] = 0,1104$$

3.4. Cálculo do fator C para outros manejos utilizando os fatores de correção.

Os fatores de correção (FCor) são multiplicados pelo valor do fator C calculado para o manejo MC,RI. O exemplo abaixo mostra o cálculo para as condições de Campinas:

Manejo		FCor	Fator C
MC,RI	0,1104 *	1,00 =	0,1104
MC,RQ	0,1104 *	1,30 =	0,1435
MC,RS	0,1104 *	0,23 =	0,0254
MS,RI	0,1104 *	0,90 =	0,0994
MP,RI	0,1104 *	0,48 =	0,0530