

ERODIBILIDADE DO SOLO ESTIMADA POR MEIO DE PARÂMETROS
FÍSICOS E QUÍMICOS

JOSÉ ELOIR DENARDIN
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. OCTÁVIO FREIRE

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

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Novembro - 1990

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

Denardin, José Eloir
D391e Erodibilidade do solo estimada através de parâ-
metros físicos e químicos. Piracicaba, 1990.
113p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Solo - Erodibilidade - Parâmetro físico 2. So-
lo - Erodibilidade - Parâmetro químico I. Escola Su-
perior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracica-
ba.

CDD 631.41

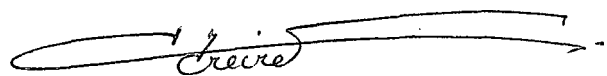
ERODIBILIDADE DO SOLO ESTIMADA POR MEIO DE PARÂMETROS
FÍSICOS E QUÍMICOS

JOSÉ ELOIR DENARDIN

Aprovada em: 19/12/1990.

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Octávio Freire	ESALQ/USP
Prof. Dr. Geraldo Victorino de França	ESALQ/USP
Dr. Francisco Lombardi Neto	IAC
Dr. Sidney Rosa Vieira	IAC
Dr. Rainoldo Alberto Kochhann	CNPT/EMBRAPA



Prof. Dr. Octávio Freire

Orientador

Aos meus pais,

Aos meus irmãos

D E D I C O

A minha esposa, Norimar

Aos meus filhos, Graziela,

Larissa e Matheus

O F E R E Ç O

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Octávio Freire, pela orientação, apoio e amizade;

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro;

A Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) e ao Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT) pelas facilidades proporcionadas;

A todos os professores, pesquisadores, laboratoristas e funcionários da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) e do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), que direta, ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho;

Aos colegas Flávio Eltz, Volnei Viau, João C. Henklain, Rainoldo A. Kochhann, Francisco Lombardi Neto, Elias Margolis, Ivandro de F. da Silva, Jean-Claude Leprun, Renato de Souza, Dimas V. S. Resck, Elder G. S. Moreira e Matozinho de S. Figueiredo pela coleta e remessa das amostras dos solos do Brasil.

Aos meus filhos Graziela, Larissa e Matheus

v.

pelos momentos de alegria e sacrificios que compartilhamos;

E, finalmente; á minha esposa Norimar que com amor, compreensão, estímulo e dedicação tornou possível este trabalho.

3.2.2.4.	Permeabilidade.....	26
3.2.2.5.	Óxidos de Fe, Al, Si e Ti....	27
3.2.2.6.	Carbono orgânico.....	28
3.2.2.7.	Polissacarídeos.....	28
3.2.2.8.	Nitrogênio total.....	29
3.2.2.9.	Fósforo total.....	29
3.2.2.10.	Cátions trocáveis.....	30
3.2.2.11.	pH em água e nas soluções de cloreto de potássio e de cloreto de cálcio.....	30
3.2.2.12.	Análise estatística.....	30
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
4.1.	Limitações ao uso de modelos existentes para a estimativa do fator erodibilidade dos solos do Brasil.....	50
4.2.	Estimativa do fator erodibilidade para os solos do Brasil.....	56
4.3.	Estimativa do fator erodibilidade para os solos do Brasil e dos EUA.....	62
4.4.	Precisão da estimativa do fator erodibilidade para os solos do Brasil.....	67
5.	CONCLUSÕES.....	75
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
	APÊNDICE 1.....	82
	APÊNDICE 2.....	87
	APÊNDICE 3.....	106

ERODIBILIDADE DO SOLO ESTIMADA POR MEIO DE PARÂMETROS
FÍSICOS E QUÍMICOS

Autor: JOSÉ ELOIR DENARDIN

Orientador: PROF. DR. OCTÁVIO FREIRE

RESUMO

O fator erodibilidade de 31 solos do Brasil e de 46 solos dos EUA foi estimado por meio de parâmetros físicos e químicos. Esses fatores, determinados no campo, sob chuva natural e/ou simulada, foram tomados como variáveis dependentes para análises de correlação e regressão. Os parâmetros físicos e químicos dos solos dos EUA foram obtidos na bibliografia e os do Brasil foram determinados, seguindo os mesmos métodos analíticos empregados para os solos dos EUA. A análise de regressão linear múltipla para os 31 solos do Brasil indicou que os parâmetros permeabilidade, matéria orgânica, óxido de alumínio extraível por ácido sulfúrico e a fração areia compreendida entre 2,0 e 0,5 mm foram as variáveis independentes significativas para estimar o fator erodibilidade destes solos. O coeficiente de determinação desse modelo foi de 0,9005 e o erro-padrão da estimativa

foi de 0,007 t.ha.h/ha.MJ.mm. A análise de regressão linear múltipla realizada sobre o conjunto de solos do Brasil e dos EUA indicou que os parâmetros "M", permeabilidade, diâmetro médio ponderado das partículas menores do que 2,0 mm e o produto da matéria orgânica pela areia maior do que 0,1 mm foram as variáveis independentes significativas para estimar o fator erodibilidade de uma ampla diversidade de solos. O coeficiente de determinação desse modelo foi de 0,9767 e o erro-padrão da estimativa foi de 0,006 t.ha.h/ha.MJ.mm. .

SOIL ERODIBILITY ESTIMATED BY MEANS OF PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS

Author: JOSÉ ELOIR DENARDIN

Adviser: PROF. DR. OCTÁVIO FREIRE

SUMMARY

The erodibility factor of 31 soils from Brazil and 46 from USA was predicted by means of physical and chemical parameters. The erodibility indices were determined in the field under natural rainfall and/or simulated rainstorm and were used as dependent variables in the correlation and regression analysis. The physical and chemical parameters for the USA soils were obtained from the literature and for the Brazilian soils the parameters were determined, following the same analytical procedures as for the USA soils. The multiple linear regression analysis for the 31 Brazilian soils indicated that permeability, organic matter, aluminum oxide, extractable by sulfuric acid, and the sand particles ranging from 2.0 to 0.5 mm of diameter were the significant independent variables that estimated the erodibility factor of this soils. The coefficient of determination of this model was

0.9005 and the standard error of the estimate was 0.007 t.ha.h/ha.MJ.mm. The multiple linear regression analysis using the soils from Brazil and from USA indicated that the parameters "M", permeability, mean weighted diameter of particles smaller than 2.0 mm, and the product of organic matter and sand greater than 0.1 mm were the significant independent variables that predicted the erodibility factor of a wide range of soils. The coefficient of determination of this model was 0.9767 and the standard error of the estimate was 0.006 t.ha.h/ha.MJ.mm.

1. INTRODUÇÃO

O uso de modelos matemáticos para estimar perdas de solo por erosão e, assim, permitir a seleção de técnicas de conservação do solo, em áreas cultivadas, vem se tornando prática relevante para o planejamento conservacionista.

Nas últimas décadas, essa tendência tem levado pesquisadores de vários países à determinação dos fatores da equação universal de perdas de solo, por ser um modelo, reconhecidamente, prático e eficiente.

Todos os parâmetros dessa equação, com exceção do fator erosividade da chuva, são determinados no campo sob condições padronizadas.

O fator erodibilidade do solo constitui-se no parâmetro de maior custo e morosidade para determinação, especialmente no Brasil, em face da extensão territorial e da diversidade edáfica que este País apresenta.

A obtenção indireta desse fator, por meio de modelos matemáticos que empregam parâmetros físicos,

químicos e mineralógicos do solo, tem tido sucesso nos EUA. A extrapolação desses modelos para os solos do Brasil não tem apresentado resultados satisfatórios. Contudo, o número reduzido de solos utilizados nesses estudos de validação, sugere uma nova análise.

Partindo-se da hipótese de que o fator erodibilidade dos solos do Brasil possa ser determinado, indiretamente, por meio de modelos matemáticos que empregam, como variáveis independentes, parâmetros do solo de fácil obtenção, este estudo tem por objetivos:

- verificar a consistência dos modelos matemáticos, apresentados pela bibliografia, na estimativa do fator erodibilidade dos solos do Brasil;

- correlacionar o fator erodibilidade do solo determinado no campo com parâmetros físicos e químicos dos solos;

- ajustar um modelo matemático que estime o fator erodibilidade para solos de diferentes graus de intemperismo e ampla variação das características físicas e químicas.

2. REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA

2.1. Conceituação de erodibilidade do solo

A inerente susceptibilidade de um dado solo ao processo erosivo é expressa, quantitativamente, pela sua erodibilidade (WISCHMEIER & SMITH, 1962). Essa propriedade do solo representa o efeito integrado dos processos que regulam o comportamento do solo frente aos agentes erosivos (LAL, 1988).

Inúmeros índices, baseados em parâmetros do solo determinados em análises laboratoriais de rotina, têm sido usados para avaliar a susceptibilidade relativa dos solos à erosão (BENNETT, 1926; MIDDLETON, 1930; BAVER, 1933; BOUYOUCOS, 1935; VOZNESENSKY & ARTSRUUI, 1940; O'NEAL, 1952; ANDERSON, 1954; DE LEENHEER & DE BOODT, 1959; BRYAN, 1968; BRUCE-OKINE & LAL, 1975). A maioria desses índices expressa a resistência de um solo à desagregação, envolvendo propriedades que governam os processos de agregação e estabilidade de agregados, retenção e

transmissão de água e resistência ao impacto das gotas de chuva. Tais índices representam uma medida relativa da desagregabilidade de um solo e podem não refletir, em condições naturais, o seu comportamento em resposta aos agentes erosivos e ao manejo (BRYAN, 1968; LAL, 1988).

A escolha de um índice apropriado para estimar a erodibilidade do solo depende de muitos fatores, sendo os de maior relevância, aqueles que governam o processo erosivo sob condições naturais (WISCHMEIER & SMITH, 1965). Entre esses fatores, destacam-se as propriedades do solo que afetam a velocidade de infiltração, a permeabilidade e a capacidade de armazenamento de água e aquelas que resistem às forças de dispersão, salpico, abrasão e resistência ao transporte pelo deflúvio (WISCHMEIER & SMITH, 1962). Além disso, esse índice deve: a. ser simples e facilmente adaptado para ser calculado a partir de análises laboratoriais de rotina; b. estar relacionado a outros parâmetros quantitativos do solo; e c. ser de fácil uso para classificar solos em categorias de erodibilidade (LAL, 1988). Considerando-se esses fatores, pode não haver um índice isolado com a capacidade para expressar o comportamento de todos os solos frente ao processo erosivo, sob condições naturais. A associação de parâmetros do solo e/ou a combinação de dois ou mais índices, pode ser necessária para expressar, apropriadamente, tal comportamento.

2.2. Equação universal de perdas de solo

A equação universal de perdas de solo, que tem por finalidade predizer perdas por erosão para uma determinada área e período, foi desenvolvida em 1954 no "Runoff and Soil-Loss Data Center", sediado na Universidade de Purdue-EUA (WISCHMEIER & SMITH, 1965), sendo expressa da seguinte forma:

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

onde: A é a perda de solo por unidade de área e de tempo, expressa em t/ha.ano;

R, fator erosividade da chuva, é o potencial erosivo médio anual das chuvas, expresso em MJ.mm/ha.h.ano;

K, fator erodibilidade do solo, é a perda de solo por unidade do fator erosividade da chuva, para um solo específico, quando mantido, permanentemente, descoberto e com preparo do solo no sentido do declive, em uma parcela com 22 m de comprimento e 9 % de declividade, expresso em t.ha.h/ha.MJ.mm;

L, fator comprimento do declive, é a razão entre as perdas de solo de uma área com um comprimento de declive qualquer e aquela com 22 m de comprimento, para o mesmo tipo de solo e mesma declividade;

S, fator grau de declive, é a razão entre as perdas

de solo de uma área com uma declividade qualquer e aquela com 9 % de declividade, para o mesmo tipo de solo e mesmo comprimento de declive;

C, fator uso do solo e manejo da cultura, é a razão entre as perdas de solo de uma área com uma cultura e manejo específicos e aquela mantida, permanentemente, descoberta e com o preparo do solo no sentido do declive;

P, fator prática de controle da erosão, é a razão entre as perdas de solo de uma área com práticas conservacionistas (plantio em contorno, plantio em faixas, etc.) e aquela mantida, permanentemente, descoberta e com o preparo do solo no sentido do declive.

O fator erodibilidade, na equação, é, pois um parâmetro quantitativo, determinado experimentalmente no campo numa parcela com dimensões e características padronizadas (22 m de comprimento, 9 % de declividade e mantida, permanentemente, descoberta e com o preparo do solo no sentido do declive (WISCHMEIER & SMITH, 1965)). Sob essas condições da parcela-padrão, os fatores L, S, C e P assumem valores unitários e o fator K iguala-se a A/R, ou seja, passa a ser o coeficiente angular da curva de regressão das perdas de solo em função do fator erosividade da chuva (WISCHMEIER & SMITH, 1962).

2.3. Determinação do fator erodibilidade do solo

O fator erodibilidade, aplicável à equação universal de perdas de solo, pode ser determinado, basicamente, por três métodos.

O primeiro, e mais desejável, baseia-se na relação entre as perdas de solo e o fator erosividade das chuvas, avaliados sob condições naturais na parcela-padrão, durante um longo período de tempo de modo que englobe uma grande variedade de eventos pluviométricos e variadas condições antecedentes de umidade e de características da superfície do solo.

O segundo método obedece à mesma técnica do primeiro, porém baseia-se na quantificação das perdas de solo e do fator erosividade sob condições de chuvas simuladas.

Em função das características do relevo, no local de experimentação, e das limitações operacionais dos simuladores de chuva, as parcelas experimentais nem sempre possuem as dimensões padronizadas. Nessas circunstâncias, os fatores topográficos, L e S , diferem da unidade, provocando a necessidade de correções nos valores da erodibilidade assim obtidos. Para tais correções utiliza-se a Equação [1], desenvolvida por WISCHMEIER & SMITH (1965) e transformada para o Sistema Internacional de Unidades por BERTONI et alii (1975):

$$LS = \sqrt{(L/100)}.(1,36+0,975S+0,1385S^2) \quad [1]$$

onde: LS é o fator topográfico da equação universal de perdas de solo corrigido para as condições da parcela-padrão;

L é o comprimento do declive, expresso em m;

S é a declividade do terreno, expressa em percentagem.

O terceiro método, talvez o mais simples, baseia-se na computação dos valores de erodibilidade através de equações matemáticas que contenham, como variáveis independentes, parâmetros de solo, altamente, correlacionados com a erodibilidade. Essas equações são ajustadas por meio de análises de regressão dos valores de erodibilidade, determinados pelos métodos diretos, anteriormente descritos, em função de parâmetros físicos, químicos e mineralógicos do solo.

A determinação do fator erodibilidade do solo, utilizando essa técnica, tem se destacado com os trabalhos de modelagem desenvolvidos por WISCHMEIER & MANNERING (1969), WISCHMEIER et alii (1971), ROTH et alii (1974), ROMKENS et alii (1977) e EL-SWAIFY & DANGLER (1977).

O modelo desenvolvido por WISCHMEIER & MANNERING (1969) expressa o fator erodibilidade do solo em função de vinte e quatro variáveis independentes: Entre os

parâmetros do solo que contribuíram, significativamente, para o ajustamento do modelo destacam-se: características granulométricas, pH, teor de matéria orgânica, índices de agregação, estrutura e interações destas variáveis. A equação é, estatisticamente, precisa e, tecnicamente, válida para uma grande faixa de solos de textura média. Porém, além de ser um modelo complexo, algumas variáveis, sobre as quais a equação está fundamentada, não são válidas quando a fração areia excede 65 %, ou a fração argila for superior a 35 %.

WISCHMEIER et alii (1971), com a definição de um parâmetro granulométrico denominado de "M", o qual reflete, estatisticamente, com sucesso o interrelacionamento do tamanho das partículas do solo com sua erodibilidade, ajustaram um novo modelo matemático de prática aplicabilidade. O modelo, expresso por meio de um nomograma, relativamente simples, ou pela Equação [2], segundo WISCHMEIER & MEYER (1973), contém apenas quatro variáveis independentes, todas obtidas de análises laboratoriais de rotina e de descrições padronizadas de perfis de solo.

$$100K = 0,1317(2,1(10^{-4})(12-MO)M^{1,14} + 3,25(S-2) + 2,5(P-3)) \quad [2]$$

onde: K é o valor a ser estimado para o fator erodibilidade do solo, expresso em t.ha.h/ha.MJ.mm;

M é o produto das percentagens de silte mais areia muito fina pela soma da percentagem de areia > 0,1 mm e as percentagens de silte mais areia muito fina;

MO é o teor de matéria orgânica (teor de carbono orgânico total multiplicado por 1,72), expresso em percentagem;

S e P são a estrutura do solo e a permeabilidade do perfil de solo, respectivamente, codificadas conforme WISCHMEIER et alii (1971);

coeficiente 0,1317 é o fator de conversão do Sistema Americano Tradicional de Unidades para o Sistema Internacional de Unidades (FOSTER et alii, 1981).

Esse modelo, entretanto, por ter sido desenvolvido com base nos mesmos solos utilizados por WISCHMEIER & MANNERING (1969), com exceção de quatro unidades, também evidencia sua eficiência para solos de textura média, não sendo válido, principalmente, para solos com altos teores de argila, ou de areia.

EL-SWAIFY & DANGLER (1977) criticaram o modelo de WISCHMEIER et alii (1971), afirmando que este pode apresentar limitações para a estimativa do fator erodibilidade de solos tropicais. Isto é justificado pois, os coeficientes de correlação entre a erodibilidade e os parâmetros matéria orgânica, classes de estrutura e classes de permeabilidade são, relativamente baixos, além dos teores de argila desses solos serem, extremamente, mais

elevados do que aqueles considerados para o desenvolvimento do referido modelo.

HENKLAIN (1980) testando a precisão do nomograma desenvolvido por WISCHMEIER et alii (1971) na estimativa do fator erodibilidade de três Latossolos do estado do Paraná, concluiu que este modelo subestima os valores em relação aqueles obtidos diretamente no campo. A imprecisão do método nomográfico, segundo esse autor, deve-se, provavelmente, aos baixos teores da fração silte mais areia muito fina presente nos Latossolos estudados. Justificativa semelhante já havia sido dada por FREIRE & PESSOTTI (1978) quando da aplicação desse método para a estimativa do fator erodibilidade de alguns solos do município de Piracicaba-SP.

ANGULO (1983), estudando o relacionamento do fator erodibilidade de dez solos brasileiros com algumas de suas propriedades físicas e químicas, concluiu, de modo similar a FREIRE & PESSOTTI (1978) e HENKLAIN (1980), que o método nomográfico de WISCHMEIER et alii (1971) é inadequado para a estimativa da erodibilidade desses solos. Essa inadequação é justificada, principalmente, pelas diferenças nas características granulométricas existentes entre esses solos e aqueles utilizados para a geração do modelo. Enquanto os solos utilizados por WISCHMEIER et alii (1971) se enquadram, basicamente, na classe de textura média, com altos e médios teores de silte, os solos

testados, a exemplo de muitos solos do Brasil, possuem, em geral baixos teores de silte e altos de teores de argila, ou de areia. A variável melhor correlacionada com o fator erodibilidade, segundo ANGULO (1983), foi a resistência dos agregados ao impacto de gotas d'água.

PAEZ et alii (1981) determinaram o fator erodibilidade de dois solos da Venezuela, pelo método direto, sob chuva natural. Comparando esses valores calculados, com aqueles estimados pelo nomograma de WISCHMEIER et alii (1971), concluíram que o modelo estimativo subestimou o fator erodibilidade para um dos solos, sendo, contudo, apropriado para o outro.

ROTH et alii (1974) e ROMMENS et alii (1977), partindo do princípio de que a coesão entre as partículas do solo é, altamente, dependente de constituintes químicos e mineralógicos, desenvolveram modelos matemáticos para a estimativa da erodibilidade de subsolos argilosos, envolvendo, além de parâmetros físicos, variáveis químicas e mineralógicas. As equações ajustadas relacionam o fator erodibilidade com: o parâmetro granulométrico "M", definido por WISCHMEIER et alii (1971); os teores de óxidos de ferro, alumínio e silício, extraíveis pela solução de citrato-bicarbonato-ditionito de sódio (CDB); o teor de argila; e o teor de materiais amorfos.

ROTH et alii (1974), por meio de análise de

règressão linear múltipla, seguindo a técnica da maximização do coeficiente de determinação e teste F, a 5 % de significância, obtiveram a Equação [3], também expressa por meio de um nomograma.

$$K = 0,1317(0,3211+2,0167(10^{-4})M-0,1444(Fe+Al)-0,8369Si) \quad [3]$$

onde: K é o valor a ser estimado para o fator erodibilidade do solo, expresso em t.ha.h/ha.MJ.mm;

M é o produto das percentagens de silte mais areia muito fina pela soma da percentagem de areia > 0,1 mm e as percentagens de silte mais areia muito fina;

Fe+Al é a soma dos teores de óxidos de ferro e alumínio extraíveis pela solução CDB, expressa em percentagem;

Si é o teor de óxido de silício extraível pela solução CDB, expresso em percentagem;

coeficiente 0,1317 é o fator de conversão do Sistema Americano Tradicional de Unidades para o Sistema Internacional de Unidades (FOSTER et alii, 1981).

ROMKENS et alii (1977), reanalisando os resultados de ROTH et alii (1974), concluíram que o modelo para estimar a erodibilidade de subsolos argilosos poderia ser simplificado, excluindo-se a variável que representa a percentagem de óxido de silício extraível pela solução CDB, sendo expressa por apenas duas variáveis independentes

(Equação [4]).

$$K = 0,1317(0,004+0,00023M-0,108(Fe+Al)) \quad [4]$$

onde: K é o valor a ser estimado para o fator erodibilidade do solo, expresso em t.ha.h/ha.MJ.mm;

M é o produto das percentagens de silte mais areia muito fina pela soma da percentagem de areia > 0,1 mm e as percentagens de silte mais areia muito fina;

Fe+Al é a soma dos teores de óxidos de ferro e alumínio extraíveis pela solução CDB, expressa em percentagem;

coeficiente 0,1317 é o fator de conversão do Sistema Americano Tradicional de Unidades para o Sistema Internacional de Unidades (FOSTER et alii, 1981).

Para avaliar a precisão do método estatístico empregado no ajustamento desses modelos, ROTH et alii (1974) e ROMKENS et alii (1977) adotaram o mesmo procedimento nos dados analíticos da grande maioria das amostras superficiais dos solos utilizados por WISCHMEIER & MANNERING (1969) e WISCHMEIER et alii (1971) para o desenvolvimento de suas equações. O modelo resultante (Equação [5]) apresenta as mesmas variáveis independentes do modelo desenvolvido por WISCHMEIER et alii (1971), com exceção da matéria orgânica que foi substituída pelo teor de carbono orgânico extraível pelo método do pirofosfato de

sódio (ROMKENS et alii, 1977).

$$K = 0,1317(-0,145+(6,87(10^{-5})M+0,034S+0,038P-0,157Cp) \quad [5]$$

onde: K é o valor a ser estimado para o fator erodibilidade do solo, expresso em t.ha.h/ha.MJ.mm;

M é o produto das percentagens de silte mais areia muito fina pela soma da percentagem de areia > 0,1 mm e as percentagens de silte mais areia muito fina;

S e P são a estrutura do solo e a permeabilidade do perfil de solo, respectivamente, codificadas conforme WISCHMEIER et alii (1971);

Cp é o teor de carbono orgânico extraível por pirofosfato de sódio, expresso em percentagem;

coeficiente 0,1317 é o fator de conversão do Sistema Americano Tradicional de Unidades para o Sistema Internacional de Unidades (FOSTER et alii, 1981).

Para o universo das unidades de solo estudadas, esse modelo de WISCHMEIER et alii (1971), modificado por ROMKENS et alii (1977), validou o método estatístico empregado, apresentando, inclusive, melhoria na estimativa do fator erodibilidade do solo em relação ao modelo original de WISCHMEIER et alii (1971). A melhoria, embora, praticamente desprezível, sugere que esse modelo seja preferível ao de WISCHMEIER et alii (1971), pela linearidade e simplicidade, muito embora, os autores

reconheçam que as variáveis "M" e matéria orgânica tenham comportamento não linear.

Contudo, os modelos ajustados por ROTH et alii (1974) e ROMKENS et alii (1977), aplicáveis a solos com elevados teores de argila, ao serem extrapolados para outros tipos de solo, especialmente para os solos tropicais, podem apresentar problemas de precisão na estimativa do fator erodibilidade. Isso deve ocorrer em função do pequeno número de amostras utilizadas para o seu ajustamento, muito embora, essas tenham sido selecionadas quanto a variabilidade das classes texturais e dos teores de matéria orgânica e ferro livre.

EL-SWAIFY & DANGLER (1977) comentaram que o nomograma desenvolvido por ROTH et alii (1974), embora contemple parâmetros importantes no processo de cimentação dos solos tropicais (óxidos de Fe, Al e Si), pode ser impróprio para estes solos, uma vez que os teores destes elementos nos subsolos geradores do modelo, são muito inferiores aqueles, normalmente, encontrados nos solos tropicais.

POMBO et alii (1981) aplicaram os modelos de WISCHMEIER et alii (1971) e ROTH et alii (1974) para a estimativa do fator erodibilidade de três solos do estado do Rio Grande do Sul, concluindo que ambos os nomogramas apresentam inadequações para os solos estudados. Para um dos solos, do qual já se possuía o fator erodibilidade

determinado pelo método direto para o horizonte superficial, o modelo de WISCHMEIER et alii (1971) subestimou este valor, enquanto que o de ROTH et alii (1974) o superestimou. Para os demais solos, o nomograma de ROTH et alii (1974) gerou valores negativos para o horizonte superficial.

Todas as equações, até aqui apresentadas, foram desenvolvidas com base em dados analíticos de solos e subsolos dos EUA.

Para as condições de solos tropicais EL-SWAIFY & DANGLER (1977) desenvolveram seis modelos preliminares para a estimativa da erodibilidade a partir de informações coletadas em doze solos do Havaí. A técnica utilizada por esses autores caracterizou-se pelo emprego de valores de erodibilidade do solo calculados por três métodos: a. para solo seco: obtido com dados da primeira precipitação da série de chuvas simuladas; b. para solo úmido: obtido com dados da segunda precipitação da série de chuvas simuladas; e c. pela média ponderada: obtida pela combinação dos valores de erodibilidade para solo seco e solo úmido. Assim, os seis modelos se originaram desses três valores de erodibilidade, ajustados por regressão múltipla linear para parâmetros físicos e químicos, considerando-se a presença e a ausência de características mineralógicas entre as variáveis independentes. Todos os modelos, com apenas cinco variáveis independentes,

atingiram coeficientes de determinação superiores a 95 %. Os resultados dessas análises demonstram que para cada tipo de erodibilidade considerada pelos autores, há um modelo matemático específico. As variáveis independentes mais significativas foram a percentagem de agregados instáveis em água (agregados menores do que 0,25 mm de diâmetro) e o produto da percentagem de silte mais a percentagem de areia muito fina pela percentagem de areia maior do que 0,1 mm.

Os modelos, embora estatisticamente precisos, contêm variáveis que sabidamente, não são determinadas de forma expedita e não compõem o conjunto de análises rotineiramente empregadas pelos técnicos de campo, como, o índice de instabilidade de agregados em água, o diâmetro médio ponderado de agregados, a percentagem da fração argila mais silte numa mistura de solo:água, na proporção de 1:25, e a codificação de características mineralógicas. Esses aspectos descaracterizam a simplicidade e a facilidade que o modelo deve imprimir em sua aplicabilidade, como foi defendida por LAL (1988). Além desses aspectos, há também o fator número de observações computadas para a geração dos modelos que é pequeno, certamente, não abrangendo uma grande variabilidade de características edáficas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), Campus de Piracicaba, em Piracicaba, São Paulo.

As análises físicas e químicas, das amostras dos solos do Brasil, foram realizadas nos Laboratórios de Geologia, Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ e nos Laboratórios de Matéria Orgânica, Química Analítica e Microbiologia do Solo do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA).

A tabulação dos dados e as análises estatísticas foram processadas na Seção de Computação do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ e no Setor de Informática do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT).

3.1. Material

Para processar o relacionamento entre o fator erodibilidade do solo, determinado diretamente no campo, sob chuvas naturais e/ou simuladas, e parâmetros físicos e químicos específicos do solo foram analisadas 31 amostras de solos do Brasil, oriundas de diferentes regiões do País, e utilizados dados analíticos de 46 solos dos EUA, disponíveis na bibliografia.

3.1.1. Solos do Brasil

Foram utilizados apenas aqueles solos do Brasil que já possuíam o fator erodibilidade determinado por métodos diretos no campo (WISCHMEIER & SMITH, 1965), sob chuvas naturais e/ou simuladas (Tabela 1).

3.1.1.1. Erodibilidade dos solos do Brasil

Os valores do fator erodibilidade dos solos do Brasil, determinados por métodos diretos no campo, sua localização e fonte de informação encontram-se na Tabela 1.

A transformação dos valores do fator erodibilidade, expressos em $t.ha.h/ha.tm.mm$, para $t.ha.h/ha.Mj.mm$ (Sistema Internacional de Unidades) foi realizada dividindo-se aqueles valores pela aceleração da

gravidade (9,81 m/s²).

Os valores de erodibilidade determinados sob chuvas simuladas, aqui apresentados, não coincidem com os valores originais publicados pelos autores responsáveis pela sua determinação no campo. A razão para isso reside no cálculo da energia cinética das chuvas simuladas com intensidade igual, ou maior, do que 76 mm/h. Segundo FOSTER et alii (1981), a energia cinética para toda precipitação com intensidade maior, ou igual a 76 mm/h é de 0,283 Mj/ha.mm. Como na metodologia padronizada para testes com chuvas simuladas para o Brasil (IAPAR-EMBRAPA, 1975) a terceira precipitação da série deve ser de 120 mm/h, sua energia cinética vem sendo calculada pela Equação [6], considerando, erroneamente, a intensidade "I" igual a 120 mm/h. Entretanto, para FOSTER et alii (1981), a intensidade máxima de precipitação a ser considerada nesta Equação [6] é de 76 mm/h, o que determina uma menor energia cinética e, conseqüentemente, um maior valor para o fator erodibilidade.

$$E_c = 0,119 + 0,0873 \log(I) \quad [6]$$

onde: E_c é a energia cinética da chuva, expressa em Mj/ha.mm;

I é a intensidade da precipitação, expressa em mm/h, sendo que o valor máximo considerado é de 76 mm/h.

3.1.2. Solos dos EUA

Dados analíticos, referentes a específicos parâmetros físicos e químicos, de 46 amostras de solos dos EUA foram extraídos da publicação de ROTH et alii (1974). Todos esses 46 solos dos EUA, a exemplo dos 31 solos do Brasil utilizados, já possuíam o fator erodibilidade determinado pelo método direto no campo, sendo que 43 desses, fizeram parte dos 55 solos usados por WISCHMEIER et alii (1971) no desenvolvimento do nomograma para a predição do fator erodibilidade.

3.1.2.1. Erodibilidade dos solos dos EUA

Os fatores erodibilidade dos solos dos EUA, determinados por métodos diretos no campo, foram extraídos da publicação de ROTH et alii (1974) e encontram-se na Tabela 2. A transformação desses valores, expressos em ton.acre.hour/hundreds of acre.foot-tonf.inch (Sistema Americano Tradicional de Unidades), para t.ha.h/ha.Mj.mm (Sistema Internacional de Unidades) foi realizada multiplicando-se aqueles valores por 0,1317 (FOSTER et alii, 1981).

3.2. Métodos

3.2.1. Método de estudo

O método de estudo foi constituído pelo emprego de análises estatísticas de correlação e regressão linear múltipla, por "Stepwise", processadas por meio do pacote estatístico "Statistical Analysis System" (SAS), sobre o fator erodibilidade do solo determinado por métodos diretos, sendo considerado como variável dependente, e os parâmetros físicos e químicos, sendo considerados como variáveis independentes, obtidos dos 31 solos do Brasil e dos 46 solos dos EUA.

3.2.2. Procedimentos analíticos

3.2.2.1. Amostragem e preparo das amostras

As amostras dos solos do Brasil, para as análises laboratoriais, foram compostas de várias subamostras, coletadas na camada de 0 a 20 cm de profundidade nas parcelas padrão, utilizadas para a determinação do fator erodibilidade pelo método direto no campo (WISCHMEIER & SMITH, 1965). Secas ao ar, as amostras compostas foram peneiradas em malha de 2 mm e acondicionadas em sacos plásticos. Uma alíquota, de cada

amostra composta, foi separada, moída em almofariz e peneirada em malha de 0,177 mm para uso em certas análises químicas.

3.2.2.2. Análise granulométrica

A distribuição do tamanho das partículas das amostras dos solos do Brasil foi realizada pelo método de JACKSON (1956) e pelo método da pipeta descrito por EMBRAPA (1979) (Tabelas 3 e 4, respectivamente). Os dados granulométricos das amostras de solo dos EUA foram extraídos da publicação de ROTH et alii (1974), cujos valores são apresentados, exclusivamente, pelo método de JACKSON (1956) (Tabela 5).

Em conformidade com o método de JACKSON (1956), as amostras de solo foram dispersas com uma solução 1,0 N de hidróxido de sódio, após a remoção da matéria orgânica com peróxido de hidrogênio, a remoção de carbonatos, sais solúveis e cátions divalentes com uma solução de acetato de sódio tamponada para pH 5,0, e a remoção dos óxidos de ferro com a solução de citrato-bicarbonato-ditionito de sódio. Para os solos dos EUA o dispersante empregado foi o carbonato de sódio. Pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1979) as amostras de solo foram dispersas com uma solução 1,0 N de hidróxido de sódio acompanhada por agitação lenta por um período de 16 horas.

As frações granulométricas compreendidas entre 2,0 e 0,05 mm de diâmetro foram separadas por peneiramento a seco e classificadas em areia muito grossa (2,0 - 1,0 mm), areia grossa (1,0 - 0,5 mm), areia média (0,5 - 0,25 mm), areia fina (0,25 - 0,1 mm) e areia muito fina (0,1 - 0,05 mm). A fração silte (0,05 - 0,002 mm) foi separada da fração argila ($< 0,002$ mm) por centrifugação, no método de JACKSON (1956), e por sedimentação e pipetagem de uma alíquota da suspensão de argila, no método da pipeta (EMBRAPA, 1979). A somatória das percentagens das areias, silte e argila não somam 100 % no método de JACKSON (1956), devido às remoções da matéria orgânica, dos carbonatos, dos sais solúveis, dos cátions divalentes e dos óxidos de ferro no processo de dispersão.

Uma nova fração granulométrica, denominada de "novo silte", com diâmetro entre 0,1 e 0,002 mm, (WISCHEMEIER et alii, 1971), foi calculada pela adição da areia muito fina ao silte. A computação do parâmetro "novo silte" implicou, conseqüentemente, no surgimento de um outro parâmetro, denominado de "nova areia", com diâmetros entre 2,0 e 0,1 mm, (WISCMEIER et alii, 1971). O parâmetro "M", definido por esses mesmos autores, também foi calculado mediante a multiplicação da percentagem do "novo silte" pela soma das percentagens do "novo silte" e da "nova areia" (Tabelas 3, 4 e 5).

Embora ROTH et alii (1974) apresentem, para

os solos dos EUA, apenas a distribuição do tamanho das partículas pelo método de JACKSON (1956), foi possível, por meio do modelo estimativo do fator erodibilidade, ajustado por WISCHMEIER et alii (1971), determinar o parâmetro "M" com características granulométricas obtidas pelo método da pipeta, uma vez que os valores de erodibilidade estimados por esse modelo estão apresentados na bibliografia. Assim, para a obtenção deste parâmetro fez-se uso da Equação [2], substituindo-se a variável dependente, fator erodibilidade estimada, pelos seus valores apresentados na Tabela 2, e as variáveis independentes matéria orgânica, permeabilidade e estrutura, pelos seus valores apresentados na Tabela 9.

3.2.2.3. Estrutura

As classes de estrutura (1 = muito pequena granular; 2 = pequena granular; 3 = média ou grande granular; 4 = em blocos, laminar ou maciça) foram codificadas a partir da descrição dos perfis de solo (WISCHMEIER et alii, 1971). Os valores, para os solos do Brasil, encontram-se na Tabela 6 e, para os solos dos EUA, na Tabela 9.

3.2.2.4. Permeabilidade

As classes de permeabilidade (1 = muito

lenta; 2 = lenta; 3 = lenta a moderada; 4 = moderada; 5 = moderada a rápida; 6 = rápida) foram codificadas a partir da descrição dos perfis de solo (WISCHMEIER et alii, 1971). Essas classes de permeabilidade referem-se ao perfil do solo como um todo. Os valores, para os solos do Brasil, encontram-se na Tabela 6 e, para os solos dos EUA, na Tabela 9.

3.2.2.5. Óxidos de Fe, Al, Si e Ti

Para os solos do Brasil e dos EUA, a extração dos óxidos de ferro, alumínio e silício, por citrato-bicarbonato-ditionito de sódio (CDB), seguiu o método descrito por JACKSON (1956) (Tabelas 8 e 9, respectivamente). Somente para os solos do Brasil, a extração dos óxidos de ferro, alumínio, silício e titânio, por ataque sulfúrico, seguiu o método descrito em EMBRAPA (1979) (Tabela 8). A partir dos teores de ferro, alumínio e silício, extraídos por ataque sulfúrico, efetuou-se o cálculo das relações moleculares, abaixo relacionadas, estando os resultados apresentados na Tabela 8.

$$K_i = (\%SiO_2/60)/(\%Al_2O_3/102)$$

$$K_r = (\%SiO_2/60)/((\%Al_2O_3/102)+(\%Fe_2O_3/160))$$

$$K_f = (\%Al_2O_3/102)/(\%Fe_2O_3/160)$$

Para essas análises, utilizaram-se as amostras de solo peneiradas em malha de 2,0 mm.

3.2.2.6. Carbono orgânico.

O carbono orgânico do solo foi fracionado em carbono orgânico total, carbono orgânico extraível com pirofosfato de sódio e carbono orgânico extraível com água quente. Todas essas análises foram realizadas com amostras de solo peneiradas em malha de 0,177 mm. Os teores dessas frações de carbono orgânico foram expressas em percentagem do peso de solo.

O carbono orgânico total foi determinado pelo método descrito por MEBIUS (1960) e as demais frações de acordo com os métodos descritos por ROTH et alii (1974), detalhados no Apêndice 3.

Os resultados dessas análises, para os solos do Brasil, encontram-se na Tabela 6 e, para os solos dos EUA, na Tabela 9.

3.2.2.7. Polissacarídeos

Um índice do teor de polissacarídeos presente nas amostras de solo, peneiradas em malha de 0,177 mm, foi obtido pela reação dos solos com uma solução 0,1 N de periodato de sódio, medindo-se o decréscimo na concentração de periodato após 24 horas de reação, conforme a técnica descrita por ROTH et alii (1974), detalhada no Apêndice 3. O índice de polissacarídeos é dado como milimol

de periodato de sódio consumido por grama de solo em 24 horas de reação, a temperatura ambiente.

Os resultados dessas análises, para os solos do Brasil, encontram-se na Tabela 6 e, para os solos dos EUA, na Tabela 9.

3.2.2.8. Nitrogênio total

O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método do micro Kjeldahl descrito por NELSON & SOMMERS (1972), empregando as amostras de solo peneiradas em malha de 0,177 mm. Os valores foram expressos em ppm de peso de solo, estando os resultados apresentados na Tabela 7, para os solos do Brasil, e na Tabela 9, para os solos dos EUA.

3.2.2.9. Fósforo total

O teor de fósforo total foi determinado pelo método de SOMMERS & NELSON (1972), empregando amostras de solo peneiradas em malha de 0,177 mm. Os valores foram expressos em ppm de peso de solo.

Os resultados dessa análise, para os solos do Brasil, encontram-se na Tabela 7 e, para os solos dos EUA, na Tabela 9.

3.2.2.10. Cátions trocáveis

Os teores de cálcio, magnésio, potássio e hidrogênio + alumínio trocáveis foram determinados, para os solos do Brasil, seguindo o método descrito por RAIJ & QUAGGIO (1983). Os resultados dessas análises encontram-se na Tabela 7.

3.2.2.11. pH em água e nas soluções de cloreto de potássio e de cloreto de cálcio

As determinações do pH em água e na solução 1 N de cloreto de potássio seguiram os métodos descritos por CAMARGO et alii (1986). Para a determinação do pH na solução 0,01 M de cloreto de cálcio foi empregado o método descrito por RAIJ & QUAGGIO (1983). Os resultados dessas análises encontram-se na Tabela 7.

3.2.2.12. Análise estatística

A validação dos modelos desenvolvidos por WISCHMEIER et alii (1971), por ROTH et alii (1974) e por WISCHMEIER et alii (1971) modificado por ROMKENS et alii (1977), para os solos do Brasil, foi processada por meio da análise de correlação entre os valores de erodibilidade

determinados no campo, e aqueles estimados pelos respectivos modelos.

Nas análises de regressão, para o ajustamento de novos modelos estimativos do fator erodibilidade, considerou-se, como variáveis dependentes, os parâmetros erodibilidade determinados no campo e, como variáveis independentes, os parâmetros físicos e químicos reportados nas Tabelas 10, 11 e 12.

A primeira variável independente a ser incluída no modelo ajustado pela análise de regressão linear múltipla, por "stepwise" em "forward", foi selecionada pelo maior coeficiente de correlação desta com a variável dependente e pelo nível mínimo de significância de 15 %. As demais variáveis independentes a serem incluídas no modelo, a cada "step", foram selecionadas pelo maior coeficiente de correlação do conjunto dessas com a variável dependente e pelo nível mínimo individual de significância de 15 %.

Para evitar a geração de um modelo estimativo do fator erodibilidade do solo com a inclusão simultânea de parâmetros granulométricos determinados pelos métodos de JACKSON (1956) e da pipeta (EMBRAPA, 1979), as variáveis, dos solos do Brasil, foram agrupadas em dois conjuntos de dados para o processamento das análises de regressão: um conjunto de dados englobando os parâmetros químicos e as características granulométricas determinadas

pelo método de JACKSON (1956) (Tabela 10) e o outro englobando os parâmetros químicos e as características granulométricas determinadas pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1979) (Tabela 11).

Tabela 1. Tipo de solo, classe textural, valor do fator erodibilidade determinado no campo, local, método de determinação e fonte de informação dos solos do Brasil

Amostra	Solo	Classe Textural	Kobs1	Local	Método	Fonte
1	PVd	Argilo-arenoso	0,027	Viçosa-MG	Chuva simulada	RESCK et alii (1981)
2	LEa	Argiloso	0,013	Planaltina-DF	Chuva natural	DEDECK et alii (1986)
3	LRd	Muito argiloso	0,009	Ijuí-RS	Chuva natural	LEVIEN (1989)2
4	PVd	Franco argiloso	0,028	Itaguai-RJ	Chuva natural	LEPRUN (1988)3
5	PVa	Areia franca	0,026	Bela Vista do Paraíso-PR	Chuva natural	ANGULO (1983)
6	LRa	Muito argiloso	0,025	Londrina-PR	Chuva simulada	MONDARDO et alii (1978)
7	LEa	Areia franca	0,008	Paranaíba-PR	Chuva simulada	ANGULO (1983)
8	LED	Muito argiloso Franco	0,022	Ponta Grossa-PR	Chuva natural	ANGULO (1983)
9	PV	argilo-arenoso	0,010	Glória de Goitá-PE	Chuva natural	MARGOLIS & CAMPOS FILHO (1981)
10	Li-e	Areia franca	0,008	Caruaru-PE	Chuva natural	MARGOLIS et alii (1985)
11	LED	Argilo-arenoso Franco	0,021	Passo Fundo-RS	Chuva natural	DEVARDIN & MUNSCHÉ (1981)
12	PV	arenoso	0,032	Santa Maria-RS	Chuva natural	LEVIEN (1989)2
13	PEd	Franco argiloso	0,034	Eldorado do Sul-RS	Chuva natural	LEVIEN (1989)2
14	LRd	Muito argiloso	0,012	Campinas-SP	Chuva natural	BERTONI & LOMBARDI NETO (1985)
15	PVe	Argiloso	0,023	Mococa-SP	Chuva natural	CARVALHO et alii (1989)
16	A0d	Areia franca	0,003	Tianguá-CE	Chuva simulada	TAVORA et alii (1985)
17	LVD	Franco arenoso	0,034	Ubajara-CE	Chuva simulada	TAVORA et alii (1985)
18	Li-e	Franco arenoso com cascalho	0,008	Patos-PB	Chuva simulada	SILVA et alii (1986)
19	Re-d	Arenoso	0,002	Esperança-PB	Chuva simulada	SILVA (1989)4
20	NDp	Franco arenoso	0,044	Juarez Tavora-PB	Chuva simulada	SILVA (1989)4
21	LVa	Argilo-arenoso	0,002	Areia-PB	Chuva simulada	SILVA (1989)4
22	PVe	Franco argiloso com cascalho	0,008	Teixeira-PB	Chuva simulada	SILVA et alii (1986)
23	PVe	Franco arenoso com cascalho	0,025	Tavares-PB	Chuva simulada	SILVA et alii (1986)
24	SSd	Franco arenoso	0,012	Boa Vista-PB	Chuva simulada	SILVA (1989)4
25	TEe	Franco argilo-arenoso	0,032	Alagoa Grande-PB	Chuva simulada	SILVA (1989)4
26	PVe	Franco argilo-arenoso	0,031	Alagoa Nova-PB	Chuva simulada	SILVA (1989)4
27	NDy	Franco arenoso com cascalho	0,008	Patos-PB	Chuva simulada	SILVA et alii (1986)
28	Li-e	Franco arenoso	0,005	Água Branca-PB	Chuva simulada	SILVA et alii (1986)
29	PSd	Franco arenoso	0,032	Gurinhém-PB	Chuva simulada	SILVA et alii (1986)
30	PV	Franco arenoso	0,004	Patos-PB	Chuva simulada	SILVA (1989)4
31	V	Franco argilo-arenoso	0,006	Queimadas-PB	Chuva simulada	SILVA (1989)4

1 Fator erodibilidade do solo determinado no campo, expresso em t.ha./ha.MJ.mm

2 LEVIEN, R. Informação pessoal. IPERNRAP, Porto Alegre-RS. 1989.

3 LEPRUN, J.C. Informação pessoal. EMBRAPA/SNICS, Rio de Janeiro-RJ. 1989.

4 SILVA, I. de F. da. Informação pessoal. Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da UFPB, Areia-PB. 1989.

Tabela 2. Nome comum, classe textural e valor do fator erodibilidade determinado no campo e estimado pelo modelo matemático de WISCHMEIER et alii (1971) dos solos dos EUA

Amostra	Nome comum do solo	Classe Textural	K observado ¹	K estimado ¹
101	Bedford	Franco siltoso	0,060	0,060
103		Franco siltoso	0,051	0,051
104	Bewleyville	Franco siltoso	0,051	0,047
105	Cincinnati	Franco siltoso	0,071	0,068
106	Muren	Franco siltoso	0,057	0,055
112	Russel	Franco siltoso	0,055	0,058
114	Rossmoyne	Franco siltoso	0,073	0,067
115	Switzerland	Franco siltoso	0,053	0,054
117		Franco siltoso	0,067	0,062
119		Franco siltoso	0,057	0,059
121	Parr	Franco	0,043	0,040
123	Morley	Franco argiloso	0,034	0,039
125	Miami	Franco arenoso	0,029	0,034
126	Miami	Franco	0,033	0,031
128	Fox	Franco siltoso	0,037	0,037
131		Franco argilo-siltoso	0,033	0,031
133		Franco siltoso	0,055	0,054
135	Princeton	Franco arenoso	0,009	0,010
140	Princeton	Franco arenoso	0,051	0,066
144	Princeton	Franco arenoso	0,009	0,010
145	Pembroke	Franco siltoso	0,071	0,070
147	Morley	Franco argiloso	0,033	0,041
149	Elkinsville	Franco siltoso	0,055	0,054
150	Varna	Franco	0,036	0,038
152	Frederick	Franco siltoso	0,051	0,057
154	Morley	Franco	0,049	0,050
155	Russell	Franco siltoso	0,063	0,058
157	Ockley	Franco siltoso	0,054	0,051
160	Grayford	Franco siltoso	0,076	0,067
162	Miami	Franco arenoso	0,047	0,042
164	Warsaw	Franco arenoso	0,015	0,017
166	Zanesville	Franco siltoso	0,069	0,069
168	Marlove	Franco siltoso	0,047	0,045
169	Markland	Franco argilo-siltoso	0,026	0,029
170	Zanesville	Franco siltoso	0,047	0,053
171	Celina	Franco arenoso	0,031	0,034
172	Celina	Franco	0,045	0,050
174	Morley	Franco siltoso	0,062	0,063
176	Wea	Franco siltoso	0,034	0,032
178	Parr	Franco	0,033	0,032
179	Fox	Franco arenoso com cascalho	0,012	0,012
180	Morley	Franco	0,050	0,049
182	Avonburg	Franco siltoso	0,073	0,071
207	Pawnee Topsoil	Franco argilo-siltoso	0,049	0,037
209	Mayberry Topsoil	Franco argilo-siltoso	0,041	0,041
211	Wymore Topsoil	Franco argilo-siltoso	0,045	0,042

¹ Fator erodibilidade do solo expresso em t.ha.h/ha.MJ.mm

Fonte: ROTH et alii (1974)

Tabela 3. Características granulométricas dos solos do Brasil determinadas pelo método de Jackson

Amostra	Tipo solo	Argila	Silte	Areia	AMF	AF	AM	AG	AVG	Novo silte	Nova areia	Parâmetro M_1
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
1	PVd	40,0	12,7	35,1	4,8	11,1	10,9	6,9	1,4	17,5	30,3	838
2	LEa	37,6	14,8	33,4	7,2	16,8	8,8	0,5	0,2	22,1	26,2	1.065
3	LRd	42,5	18,9	16,4	2,2	8,5	5,2	0,4	0,0	21,2	14,1	748
4	PVd	19,5	8,4	65,1	5,8	17,6	21,3	16,0	4,5	14,2	59,3	1.044
5	PVa	21,5	6,7	63,5	8,7	34,7	19,0	1,1	0,0	15,5	54,8	1.087
6	LRc	59,3	7,7	2,4	0,7	0,9	0,6	0,1	0,1	8,4	1,7	85
7	LEa	7,9	1,9	86,6	4,2	49,7	32,6	0,1	0,0	6,1	82,4	542
8	LEd	59,6	12,1	5,4	1,3	2,6	0,9	0,4	0,3	13,4	4,1	235
9	PV	18,0	10,7	66,9	6,0	16,6	20,1	17,1	7,1	16,8	60,9	1.301
10	Li-e	8,2	22,6	67,9	9,4	15,3	13,6	14,0	15,4	32,0	58,4	2.896
11	LEd	47,2	13,1	23,0	3,7	10,8	4,8	2,0	1,7	16,9	19,3	609
12	PV	12,7	12,9	70,6	7,2	22,1	29,5	10,9	0,9	20,1	63,5	1.678
13	PEd	12,8	20,5	62,9	7,6	19,3	13,7	10,0	12,3	28,1	55,3	2.344
14	LRd	41,0	11,2	30,3	3,5	9,9	9,8	5,9	1,3	14,7	26,8	609
15	PVe	39,0	10,7	40,3	2,6	7,2	9,9	13,5	7,0	13,3	37,6	678
16	A0d	5,3	6,7	84,6	4,0	21,5	36,2	19,3	3,5	10,7	80,5	979
17	LVD	8,6	6,1	77,2	8,0	21,4	26,7	16,7	4,5	14,0	69,2	1.170
18	Li-e	13,1	13,9	70,9	8,1	17,8	18,6	17,9	8,5	22,0	62,8	1.869
19	Re-d	3,5	9,3	85,6	8,9	20,8	22,9	23,4	9,6	18,1	76,7	1.719
20	NCp	32,5	15,9	50,0	7,2	15,4	13,2	7,6	6,6	23,1	42,8	1.524
21	LVa	36,6	5,1	51,3	3,8	14,7	16,4	11,9	4,6	8,9	47,5	499
22	PVe	26,4	10,6	53,3	7,3	18,6	15,2	8,4	3,8	17,9	46,0	1.147
23	PVe	21,6	16,4	59,5	9,6	20,5	15,1	8,7	5,6	25,9	50,0	1.968
24	SSd	10,4	15,2	73,0	14,0	30,8	17,7	7,8	2,6	29,2	59,0	2.572
25	TEc	13,7	13,8	68,0	6,9	21,6	23,1	13,1	3,3	20,7	61,1	1.692
26	PVe	19,2	13,8	62,8	5,8	15,2	17,3	16,6	7,9	19,6	57,0	1.504
27	NCv	29,3	14,0	50,6	8,1	17,6	13,1	8,3	3,5	22,1	42,5	1.432
28	Li-e	10,8	17,4	67,5	10,0	25,5	20,5	8,7	2,8	27,4	57,5	2.326
29	PSd	14,9	15,6	60,7	11,1	19,6	11,5	10,8	7,6	26,7	49,6	2.041
30	PV	18,1	17,8	59,6	7,7	15,6	14,6	13,2	8,6	25,5	51,9	1.974
31	V	15,6	15,5	60,6	6,4	16,1	16,6	13,6	7,8	21,9	54,2	1.668

1 M = (Novo silte + Nova areia). Novo silte

Tabela 4. Características granulométricas dos solos do Brasil determinadas pelo método da pipeta

Amostra	Tipo de solo	Argila (0,002 mm)	Silte (0,05-0,002 mm)	Areia (2,0-0,05 mm)	%						Novo silte 0,1-0,002 mm	Nova areia 2,0-0,1 mm	Parâmetro M ₁
					AF 0,25-0,1 mm	AM 0,5-0,25 mm	AG 1,0-0,5 mm	AMG 2,0-1,0 mm	-----				
1	PVd	40,8	21,3	37,9	5,8	11,5	7,9	1,7	27,1	32,1	1.604		
2	LEa	44,2	19,0	36,8	6,9	17,9	1,1	0,8	25,9	29,9	1.445		
3	LRd	53,2	18,0	28,8	2,3	13,8	1,1	1,9	20,3	26,5	950		
4	PVd	22,0	13,1	64,9	5,8	17,5	16,2	3,5	18,9	59,1	1.474		
5	PVa	24,2	11,0	64,8	8,8	32,5	1,4	0,1	19,8	56,0	1.501		
6	LRe	72,7	21,9	5,4	2,1	1,8	0,4	0,1	24,0	3,3	655		
7	LEa	8,5	3,8	87,7	3,4	44,1	0,2	0,1	7,2	84,3	659		
8	LEd	65,2	28,0	6,8	1,4	2,8	0,9	0,6	29,4	5,4	1.023		
9	PV	20,1	12,0	67,9	6,6	17,4	16,2	6,8	18,6	61,3	1.486		
10	Li-e	9,1	21,5	69,4	6,7	13,8	15,3	20,9	28,2	62,7	2.563		
11	LEd	53,1	21,7	25,2	4,1	11,9	2,2	1,9	25,8	21,1	1.210		
12	PV	14,1	13,9	72,0	7,8	21,4	11,8	0,5	21,7	64,2	1.864		
13	PEd	12,1	26,1	61,8	8,2	20,0	10,1	9,4	34,3	53,6	3.015		
14	LRd	48,6	18,5	32,9	4,0	10,7	5,7	2,1	22,5	28,9	1.157		
15	PVe	41,0-	17,6	41,4	2,7	6,4	14,6	8,1	20,3	38,7	1.198		
16	AOd	6,2	3,9	89,9	9,7	35,6	10,8	3,5	13,6	80,2	1.276		
17	LVD	9,0	10,1	80,9	5,2	19,4	18,5	4,5	15,3	75,7	1.392		
18	Li-e	12,0	16,4	71,6	10,3	20,0	15,3	7,3	26,7	61,3	2.350		
19	Re-d	6,8	7,6	85,6	9,4	24,4	23,1	5,9	17,0	76,2	1.584		
20	NCP	28,1	21,2	50,7	8,3	15,8	7,6	5,5	29,5	42,4	2.121		
21	LVa	40,4	7,1	52,5	3,5	12,6	13,8	6,9	10,6	49,0	632		
22	PVe	28,6	15,3	56,1	7,6	18,9	9,6	4,2	22,9	48,5	1.635		
23	PVe	20,4	21,0	58,6	10,4	20,1	8,4	3,5	31,4	48,2	2.499		
24	SSd	8,5	15,0	76,5	15,2	29,2	8,8	2,7	30,2	61,3	2.763		
25	TEe	12,4	17,7	69,9	7,6	20,7	14,2	3,5	25,3	62,3	2.216		
26	PVe	23,3	13,6	63,1	6,4	14,7	16,7	7,9	20,0	56,7	1.534		
27	NCv	27,4	15,1	57,5	9,0	18,0	10,5	6,2	23,1	49,5	1.677		
28	Li-e	12,9	16,2	70,9	9,5	23,2	10,8	5,0	25,7	61,4	2.238		
29	PSd	14,5	23,0	62,5	11,2	18,7	12,3	7,5	34,2	51,3	2.924		
30	PV	21,3	16,1	62,6	7,7	14,8	14,1	10,5	23,8	54,9	1.873		
31	V	21,1	13,9	65,0	6,7	15,1	16,6	9,2	20,6	58,3	1.625		

1 M = (Novo silte + Nova areia). Novo silte

Tabela 5. Características granulométricas dos solos dos EUA determinadas pelo método de Jackson

Amostra	Argila	Silte	Areia	AMF	AF	AM	AG	AMG	Novo silte	Nova areia	Parâmetro M1
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
101	15,0	69,9	10,1	4,3	3,9	0,6	0,7	0,6	74,2	5,8	5.938
103	20,3	67,4	7,9	3,0	1,4	2,1	1,1	0,4	70,4	4,9	5.328
104	14,4	76,6	4,8	1,4	0,7	0,5	1,3	0,9	78,0	3,4	6.347
105	18,6	73,5	2,6	0,8	0,5	0,4	0,5	0,4	74,3	1,8	5.649
106	19,7	71,5	4,0	2,8	0,3	0,2	0,3	0,4	74,3	1,2	5.607
112	13,5	56,2	27,1	8,1	9,7	6,0	2,8	0,6	64,3	19,0	5.347
114	16,8	71,2	8,1	2,5	2,2	1,6	1,3	0,5	73,7	5,6	5.839
115	19,9	70,2	4,2	1,2	1,3	0,8	0,6	0,3	71,4	3,0	5.314
117	14,5	52,8	28,1	14,4	11,4	1,3	0,5	0,4	67,2	13,7	5.439
119	18,2	61,4	16,2	4,9	7,5	1,7	1,3	0,7	66,3	11,3	5.138
121	19,2	46,3	28,7	6,7	9,2	6,4	4,5	2,0	53,0	22,0	3.974
123	24,3	39,6	28,8	9,1	9,6	4,7	3,7	1,6	48,7	19,7	3.333
125	6,1	24,0	66,9	16,4	28,0	13,4	7,1	2,1	40,4	50,5	3.677
126	19,7	36,4	38,4	10,6	13,5	7,3	4,7	2,3	47,0	27,8	3.616
128	18,8	65,0	10,3	5,1	1,4	1,7	1,5	0,6	70,1	5,2	5.284
131	36,8	44,1	9,1	4,7	2,1	1,1	1,0	0,2	48,8	4,4	2.597
133	19,4	68,8	7,0	3,5	2,4	0,5	0,5	0,0	72,3	3,5	5.478
135	3,9	8,2	86,4	7,3	41,3	32,7	5,0	0,1	15,5	79,1	1.470
140	8,3	35,1	54,4	10,7	40,6	2,7	0,3	0,1	45,8	43,7	4.101
144	2,6	10,1	85,6	6,8	24,8	33,4	20,0	0,6	16,9	78,8	1.615
145	15,6	76,8	3,3	1,9	0,6	0,2	0,4	0,2	78,7	1,4	6.300
147	25,4	39,4	28,4	8,0	9,1	4,4	4,5	2,4	47,4	20,4	3.211
149	12,6	67,5	16,5	11,5	4,2	0,2	0,2	0,4	79,0	5,0	6.641
150	15,5	48,8	31,5	5,6	12,4	8,7	3,5	1,3	54,4	25,9	4.372
152	21,8	61,7	11,6	5,6	5,0	0,5	0,5	0,2	67,3	6,0	4.939
154	14,5	41,2	41,1	11,2	16,2	8,2	4,4	1,2	52,4	29,9	4.309

Continua...

Tabela 5. Características granulométricas dos solos dos EIA determinadas pelo método de Jackson (continuação)

Amostra	Argila	Silte	Areia	AMF	AF	AM	AG	AMS	Novo silte	Nova areia	Parâmetro M1
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
155	10,7	69,4	15,9	3,2	5,4	3,9	2,5	0,9	72,6	12,7	6.186
157	11,9	54,8	29,6	2,1	6,4	8,8	8,6	3,7	56,9	27,5	4.804
160	15,5	75,9	3,7	1,1	1,1	0,8	0,6	0,1	77,0	2,6	6.118
162	7,8	27,5	61,9	13,7	25,1	13,6	7,1	2,4	41,2	48,2	3.691
164	13,2	22,5	59,3	4,4	18,0	18,9	12,1	5,8	26,9	54,9	2.208
166	17,2	72,5	6,9	3,9	1,5	0,5	0,6	0,3	76,4	3,0	6.057
168	13,4	55,5	26,9	5,3	8,6	8,2	4,1	0,6	60,8	21,6	5.011
169	34,9	54,1	1,8	1,0	0,3	0,2	0,2	0,2	55,1	0,8	3.077
170	17,3	64,9	13,8	9,4	4,0	0,1	0,2	0,1	74,3	4,4	5.847
171	10,0	25,6	61,1	11,7	24,6	15,3	7,8	1,7	37,3	49,4	3.238
172	19,8	49,4	27,6	11,3	9,5	4,4	1,7	0,7	60,7	16,3	4.676
174	11,7	59,8	24,4	7,1	7,9	4,1	3,2	2,2	66,9	17,3	5.633
176	17,3	62,1	15,7	5,1	4,7	3,5	2,0	0,5	67,2	10,6	5.225
178	13,2	41,4	40,1	13,1	10,3	9,0	5,7	2,1	54,5	27,0	4.440
179	6,9	12,5	78,1	4,2	18,0	22,6	23,3	10,1	16,7	73,9	1.515
180	16,8	44,3	35,0	7,9	15,2	8,6	2,7	0,7	52,2	27,1	4.138
182	10,3	66,1	20,3	5,5	6,7	4,2	2,9	1,1	71,6	14,8	6.186
207	36,3	41,8	16,5	6,7	5,2	3,0	1,1	0,5	48,5	9,8	2.809
209	29,4	46,9	18,8	9,2	5,3	3,1	1,1	0,1	56,1	9,6	3.685
211	37,5	53,3	6,3	4,3	0,5	0,5	0,7	0,3	57,6	2,0	3.425

1 M = (Novo silte + Nova areia).Novo silte

Fonte: ROTH et alii (1974)

Tabela 6. Matéria orgânica, frações do carbono orgânico, estrutura e permeabilidade dos solos do Brasil

Amostra	Tipo de solo	Matéria orgânica ¹	Carbono extraível Na ₄ P ₂ O ₇ %	Carbono extraível água quente	Periodato sódio consumido mmol/g	Estrutura código ²	Permeabilidade código ²
1	PVd	2,30	0,208	0,033	0,504	4	3
2	LEa	2,30	0,421	0,022	0,471	2	2
3	LRd	2,60	0,294	0,036	0,745	3	2
4	PVd	2,71	0,161	0,042	0,350	3	3
5	PVa	2,00	0,133	0,032	0,412	4	2
6	LRe	3,50	0,283	0,042	0,931	2	2
7	LEa	1,29	0,066	0,017	0,104	3	1
8	LEd	5,54	0,634	0,041	0,895	4	2
9	PV	1,80	0,243	0,016	0,332	3	3
10	Li-e	0,75	0,060	0,015	0,131	2	2
11	LEd	3,87	0,541	0,097	0,906	3	2
12	PV	1,80	0,102	0,029	0,302	4	4
13	PEd	2,10	0,169	0,052	0,341	4	3
14	LRd	2,30	0,269	0,027	0,660	3	2
15	PVe	2,60	0,217	0,021	0,490	4	3
16	AQd	0,85	0,072	0,023	0,095	2	1
17	LVd	3,35	0,324	0,034	0,300	2	1
18	Li-e	1,10	0,082	0,014	0,202	3	3
19	Re-d	1,40	0,064	0,018	0,149	4	1
20	NCp	1,70	0,077	0,026	0,406	2	6
21	LVa	3,50	0,681	0,047	0,504	2	1
22	PVe	1,90	0,137	0,032	0,349	4	1
23	PVe	2,00	0,109	0,021	0,301	4	2
24	SSd	0,90	0,092	0,022	0,195	4	1
25	TEe	1,70	0,097	0,013	0,283	4	4
26	PVe	2,90	0,547	0,038	0,386	4	5
27	NCv	1,36	0,141	0,013	0,355	4	3
28	Li-e	0,80	0,194	0,031	0,501	4	3
29	PSd	2,61	0,141	0,032	0,478	2	5
30	PV	1,01	0,108	0,014	0,263	4	3
31	V	1,19	0,180	0,030	0,518	4	3

¹ Matéria orgânica = Carbono total x 1,72

² Codificação segundo WISCHMEIER et alii (1971)

Tabela 7. Valores de pH e teores de cátions trocáveis, fósforo e nitrogênio totais dos solos do Brasil

Amostra	Tipo de solo	pH			Ca	Mg	K	H+Al	CTC	P	N
		CaCl	KCl	Água	me/100	me/100	cm3 solo	me/100	me/100	total ppm	total ppm
1	PVd	4,5	4,3	4,7	1,34	0,48	0,13	3,4	5,35	454	896
2	LEa	4,6	4,4	5,1	1,72	0,85	0,03	5,8	8,40	233	889
3	LRd	4,4	4,2	4,9	2,52	1,39	0,25	8,0	12,16	642	1.117
4	PVd	4,1	4,1	4,7	1,20	0,60	0,20	3,4	5,40	252	1.205
5	PVa	5,1	4,9	5,7	2,86	0,91	0,35	2,0	6,12	243	802
6	LRa	4,3	4,1	4,8	1,84	1,16	0,35	6,4	9,75	665	1.806
7	LEa	3,8	4,0	4,5	0,02	0,06	0,02	3,1	3,20	79	204
8	LEd	4,2	4,1	4,6	1,84	1,05	0,24	10,9	14,03	543	1.788
9	PV	4,5	4,4	5,3	3,10	0,98	0,12	5,8	10,00	116	705
10	Li-e	4,3	4,1	5,1	0,98	0,40	0,33	2,8	4,51	74	476
11	LEd	4,4	4,1	4,7	3,70	1,08	0,15	7,2	12,13	581	1.612
12	PV	5,3	5,0	5,9	2,80	1,33	0,33	2,0	6,46	229	635
13	PEd	4,3	4,1	5,1	1,46	0,93	0,32	4,2	6,91	121	758
14	LRd	4,6	4,6	5,2	3,00	1,29	0,25	4,2	8,74	369	1.056
15	PVe	5,4	5,2	5,8	6,14	1,94	0,26	2,8	11,14	684	922
16	AQd	3,9	4,2	4,9	0,26	0,15	0,05	3,4	3,86	46	276
17	LVd	4,2	4,2	5,0	1,40	0,45	0,05	8,0	9,90	116	938
18	Li-e	5,5	5,1	6,1	4,94	1,43	0,30	1,5	8,17	125	483
19	Re-d	4,9	4,9	5,5	1,50	0,67	0,35	1,6	4,12	64	405
20	NCp	6,0	4,9	6,2	11,44	15,88	0,15	1,6	29,07	341	784
21	LVa	4,0	4,0	5,0	1,30	0,93	0,25	9,8	12,28	182	1.627
22	PVe	4,7	4,5	5,4	1,92	1,07	0,68	2,8	6,47	468	847
23	PVe	5,6	5,3	6,2	3,90	1,13	0,69	1,6	7,32	271	773
24	SSd	5,4	5,1	6,2	2,78	1,77	0,61	1,3	6,46	111	537
25	TEe.	5,4	5,2	6,1	2,80	0,81	0,29	1,8	5,70	219	615
26	PVe	4,0	3,9	4,8	1,76	0,65	0,19	10,9	13,50	144	1.268
27	NCv	5,3	4,7	5,5	9,06	5,44	0,19	2,2	16,89	229	775
28	Li-e	5,9	5,7	6,3	7,12	2,66	1,08	1,6	12,46	299	1.124
29	PSd	5,2	4,7	5,8	5,58	3,96	0,22	3,1	12,86	229	1.307
30	PV	5,4	5,0	6,0	2,56	0,76	0,48	1,8	5,60	276	596
31	V	5,4	5,0	6,0	6,18	4,16	1,03	2,5	13,87	313	1.138

Tabela B. Teores de óxidos dos solos do Brasil, extraíveis por citrato-bicarbonato-ditionito de sódio (CDB) e por ácido sulfúrico (D = 1,47), e suas relações moleculares (Kl, Kr e Kf)

Amostra	Tipo de solo	Extraível por CDB			Extraível por ácido sulfúrico				Ki	Kr	Kf
		Fe2O3	Al2O3	SiO2	Fe2O3	Al2O3	SiO2	TiO2			
		----- % -----			----- % -----						
1	PVd	5,92	1,305	0,171	6,8	15,9	17,4	1,48	1,86	1,46	3,67
2	LEa	7,06	2,271	0,156	8,2	14,9	14,2	0,36	1,62	1,20	2,85
3	LRd	14,56	1,214	0,263	21,4	14,7	17,7	4,24	2,05	1,06	1,08
4	PVd	2,66	0,462	0,149	4,6	7,3	9,9	1,64	2,31	1,64	2,49
5	PVa	4,30	0,335	0,277	5,6	8,5	9,9	1,16	1,98	1,39	2,38
6	LRa	21,60	1,402	0,341	26,2	16,1	21,7	3,52	2,29	1,12	0,96
7	LEa	1,42	0,126	0,099	2,1	2,9	4,1	0,36	2,40	1,64	2,17
8	LEd	9,47	2,921	0,208	10,0	23,5	14,2	0,99	1,03	0,81	3,69
9	PV	1,54	0,277	0,154	2,0	6,9	8,3	0,50	2,04	1,73	5,42
10	Li-e	0,38	0,087	0,089	1,2	1,2	4,0	0,50	5,67	3,46	1,57
11	LEd	7,40	1,133	0,208	9,6	17,5	20,1	1,35	1,95	1,45	2,86
12	PV	1,04	0,177	0,108	1,5	4,6	6,5	0,22	2,40	1,99	4,81
13	PEd	1,18	0,229	0,149	1,8	3,1	5,9	0,35	3,24	2,36	2,70
14	LRd	12,13	1,478	0,255	18,1	15,0	14,5	4,48	1,64	0,93	1,30
15	PVe	5,49	1,228	0,199	7,9	16,2	15,8	1,52	1,66	1,26	3,22
16	AOd	0,05	0,124	0,048	0,5	1,6	2,4	0,16	2,55	2,13	5,02
17	LVd	0,47	0,341	0,107	0,6	2,7	4,1	0,32	2,58	2,26	7,07
18	Li-e	1,07	0,173	0,158	3,1	4,8	8,3	0,39	2,94	2,08	2,43
19	Re-d	0,11	0,056	0,108	0,6	1,3	2,7	0,20	3,53	2,73	3,40
20	NCp	1,05	0,220	0,754	5,6	5,8	14,2	0,76	4,16	2,57	1,63
21	LVa	2,15	0,847	0,172	3,3	13,1	14,5	0,94	1,88	1,62	6,23
22	PVe	3,15	0,429	0,154	4,9	10,5	12,5	0,79	2,02	1,56	3,36
23	PVe	1,43	0,174	0,146	2,7	8,1	10,2	0,52	2,14	1,77	4,71
24	SSd	0,52	0,092	0,212	2,4	1,8	4,7	0,52	4,44	2,40	1,18
25	TEe	1,90	0,212	0,231	3,4	5,5	7,4	0,82	2,29	1,64	2,54
26	PVe	0,50	0,258	0,205	1,6	6,2	8,9	0,38	2,44	2,10	6,08
27	NCv	3,34	0,308	0,253	6,4	10,2	15,4	0,62	2,57	1,83	2,50
28	Li-e	0,71	0,150	0,260	2,1	3,3	5,9	0,35	3,04	2,16	2,47
29	PSd	0,60	0,142	0,264	2,0	3,6	7,4	0,35	3,49	2,58	2,83
30	PV	3,07	0,435	0,202	5,6	8,5	10,1	0,58	2,02	1,42	2,38
31	V	3,15	0,426	0,186	6,1	4,9	8,0	0,88	2,78	1,55	1,26

Tabela 9. Características químicas, estrutura e permeabilidade dos solos dos EUA

Amostra	Extraível por CDB		P total	N total	Carbono total	Matéria orgânica	Carbono extraível		Carbono extraível Na ₄ P ₂ O ₇	Periodato sódico consumido mmol/g solo	Estrutura código ²	Permeabilidade código ²
	Fe203	Al203					Si02	água quente				
101	1,53	0,304	0,051	305	1.120	1,06	1,82	0,044	0,27	0,257	3	4
103	1,61	0,246	0,099	352	980	0,77	1,32	0,029	0,26	0,195	2	4
104	1,58	0,278	0,054	315	1.350	1,25	2,15	0,064	0,34	0,261	2	3
105	1,81	0,324	0,088	298	1.050	0,93	1,60	0,041	0,22	0,313	3	6
106	2,31	0,333	0,097	433	950	0,84	1,44	0,039	0,26	0,262	2	3
112	1,06	0,210	0,048	482	1.120	1,20	2,06	0,036	0,30	0,209	3	3
114	1,65	0,290	0,043	450	990	1,28	2,20	0,032	0,34	0,228	3	6
115	1,97	0,305	0,058	290	970	1,09	1,87	0,031	0,24	0,212	3	3
117	1,55	0,272	0,048	273	1.470	0,94	1,62	0,029	0,22	0,214	3	4
119	1,94	0,318	0,066	485	1.100	0,76	1,31	0,032	0,22	0,191	3	4
121	1,50	0,254	0,097	420	1.630	1,86	3,20	0,067	0,38	0,338	3	3
123	2,08	0,288	0,112	750	1.720	1,72	2,96	0,053	0,31	0,365	3	4
125	0,69	0,157	0,033	287	1.050	1,26	2,17	0,053	0,35	0,194	3	3
126	1,83	0,257	0,100	446	1.130	1,29	2,22	0,051	0,31	0,284	3	3
128	1,65	0,241	0,095	482	1.330	1,38	2,37	0,057	0,35	0,339	2	3
131	3,01	0,398	0,114	676	1.230	1,05	1,81	0,043	0,26	0,516	3	4
133	1,96	0,324	0,094	529	1.330	1,25	2,15	0,047	0,27	0,394	3	3
135	0,73	0,135	0,046	375	490	0,78	1,34	0,020	0,19	0,116	2	2
140	0,96	0,139	0,053	303	680	0,49	0,84	0,033	0,21	0,147	3	3
144	0,58	0,088	0,030	305	460	0,31	0,53	0,029	0,18	0,098	2	2
145	1,60	0,260	0,067	447	1.150	0,96	1,65	0,041	0,28	0,319	4	5
147	2,02	0,246	0,129	425	1.170	1,03	1,77	0,038	0,24	0,564	3	4
149	1,31	0,252	0,065	371	970	0,88	1,51	0,043	0,27	0,277	2	3
150	1,20	0,242	0,081	381	1.440	1,38	2,37	0,064	0,47	0,277	3	4
152	2,07	0,377	0,071	891	1.400	1,01	1,74	0,048	0,29	0,356	3	3
154	1,33	0,226	0,071	257	1.010	1,16	2,00	0,055	0,32	0,213	4	4

Continua...

Tabela 9. Características químicas, estrutura e permeabilidade dos solos dos EUA (continuação)

Amostra	Extraível por CDB				P total ppm	N total	Carbono total	Materia orgânica	Carbono extraível		Periodato sódio consumido mmol/g solo	Estrutura código2	Permeabilidade código2
	Fe203	Al2O3	SiO2	%					água quente %	NaF207			
155	1,09	0,198	0,061	358	1.300	1,38	2,37	0,065	0,41	0,276	3	3	
157	1,22	0,189	0,061	471	1.350	1,17	2,01	0,044	0,36	0,323	3	3	
160	1,42	0,248	0,070	566	1.900	1,50	2,58	0,059	0,39	0,444	4	5	
162	1,05	0,173	0,058	257	830	0,71	1,22	0,049	0,27	0,187	2	4	
164	1,39	0,260	0,080	427	1.590	1,61	2,77	0,090	0,53	0,294	3	2	
166	2,19	0,305	0,094	483	830	0,63	1,08	0,036	0,25	0,241	3	6	
168	1,20	0,198	0,086	387	1.290	1,24	2,13	0,054	0,37	0,281	2	3	
169	2,32	0,385	0,095	733	2.240	2,09	3,59	0,073	0,45	0,644	3	3	
170	1,76	0,304	0,067	308	1.090	0,98	1,69	0,037	0,26	0,295	2	3	
171	1,02	0,160	0,054	231	920	0,90	1,55	0,066	0,28	0,213	4	3	
172	1,81	0,255	0,090	303	940	0,83	1,43	0,044	0,30	0,197	4	4	
174	1,15	0,213	0,072	303	1.310	1,39	2,39	0,062	0,40	0,289	3	4	
176	1,39	0,236	0,112	590	1.670	1,75	3,01	0,081	0,48	0,358	2	3	
178	1,22	0,175	0,090	887	1.360	1,72	2,96	0,057	0,38	0,577	2	3	
179	1,08	0,141	0,054	300	630	0,69	1,19	0,045	0,23	0,184	2	3	
180	1,43	0,216	0,073	335	850	0,69	1,19	0,028	0,24	0,168	3	5	
182	1,06	0,226	0,053	300	900	0,83	1,43	0,036	0,26	0,241	3	6	
207	1,08	0,232	0,185	762	620	2,04	3,51	0,141	0,41	0,356	3	5	
209	1,00	0,220	0,135	593	500	1,31	2,25	0,129	0,31	0,275	3	5	
211	0,93	0,178	0,255	1.016	650	1,80	3,10	0,102	0,38	0,367	3	5	

1 Matéria orgânica = Carbono total x 1,72

2 Codificação segundo WISCHMEIER et alii (1971)
Fonte: ROTH et alii (1974)

Tabela 10. Códigos e valores mínimos, médios e máximos das variáveis dos solos do Brasil, considerando as características granulométricas determinadas pelo método de Jackson

Variável	Código	Mínimo	Médio	Máximo
Erodibilidade determinada no campo (t.ha.h/ha.MJ.mm)	Kobs	0,002	0,017	0,044
Argila (0,002 mm (%))	J1	3,5	24,1	59,6
Silte 0,05 - 0,002 mm (%)	J2	1,9	12,6	22,6
Areia total 2,0 - 0,05 mm (%)	J3	2,4	55,0	86,6
Areia muito fina 0,1 - 0,05 mm (%)	J4	0,7	6,5	14,0
Areia fina 0,25 - 0,1 mm (%)	J5	0,9	17,9	49,7
Areia média 0,5 - 0,25 mm (%)	J6	0,6	16,1	36,2
Areia grossa 1,0 - 0,5 mm (%)	J7	0,1	9,8	23,4
Areia muito grossa 2,0 - 1,0 mm (%)	J8	0,0	4,6	15,4
Partículas (0,05 mm = J1 + J2 (%))	J9	9,8	36,7	71,7
Partículas (0,1 mm = J1 + J2 + J3 (%))	J10	14,0	43,2	73,0
Novo silte 0,1 - 0,002 mm = J2 + J4 (%)	J11	6,1	19,2	32,0
Partículas 0,25 - 0,05 mm = J4 + J5 (%)	J12	1,6	24,4	53,9
Partículas 0,5 - 0,05 mm = J4 + J5 + J6 (%)	J13	2,2	40,6	86,5
Partículas 0,25 - 0,1 mm = J5 + J6 (%)	J14	1,5	34,0	82,3
Partículas 1,0 - 0,1 mm = J5 + J6 + J7 (%)	J15	1,6	43,9	82,4
Nova areia 2,0 - 0,1 mm = J5 + J6 + J7 + J8 (%)	J16	1,7	48,5	82,4
Partículas 1,0 - 0,25 mm = J6 + J7 (%)	J17	0,7	25,9	55,5
Partículas 2,0 - 0,25 mm = J6 + J7 + J8 (%)	J18	0,8	30,5	59,0
Partículas 2,0 - 0,5 mm = J7 + J8 (%)	J19	0,1	14,4	33,0
Razão entre argila e silte + areia = J1/(J2 + J3)	J20	0,037	0,657	5,847
Razão entre silte e argila + areia = J2/(J1 + J3)	J21	0,021	0,164	0,322
Razão entre areia e argila + silte = J3/(J1 + J2)	J22	0,036	2,237	8,795
Razão entre novo silte e argila = J11/J1	J23	0,142	1,304	5,207
M (Jackson) = (J11 + J16).J11	J24	85	1.350	2.896
Diâmetro médio ponderado partículas (2,0 mm (mm))	J25	0,014	0,258	0,458
Estrutura (codificada de 1 a 4)	J26	2	3,3	4
Permeabilidade (codificada de 1 a 6)	J27	1	2,5	6
pH em cloreto de cálcio	J28	3,8	4,8	6,0
pH em cloreto de potássio	J29	3,9	4,6	5,7
pH em água	J30	4,5	5,4	6,3
Delta pH = J29 - J30	J31	-1,3	-0,8	-0,3
Cálcio (me/100 cm ³ solo)	J32	0,02	3,19	11,44
Magnésio (me/100 cm ³ solo)	J33	0,06	1,82	15,88
Potássio (me/100 cm ³ solo)	J34	0,02	0,32	1,08
Hidrogênio + Alumínio (me/100 cm ³ solo)	J35	1,30	4,11	10,90
Capacidade de Troca de Cátions (me/100 cm ³ solo)	J36	3,20	9,45	29,07
Saturação de bases (%)	J37	3,00	51,94	94,00
Saturação de cátions dispersantes (%)	J38	0,36	4,03	10,51
Matéria Orgânica (%)	J39	0,75	2,12	5,54
Relação entre MD e Nova areia (Jackson) = (J39.J16)/100	J40	0,060	0,892	2,319
Carbono extraível por pirofosfato de sódio (%)	J41	0,060	0,221	0,681
Carbono extraível por água quente (%)	J42	0,013	0,030	0,097

Continua...

Tabela 10. Códigos e valores mínimos, médios e máximos das variáveis dos solos do Brasil, considerando as características granulométricas determinadas pelo método de Jackson (continuação)

Variável	Código	Mínimo	Médio	Máximo
Consumo de periodato de sódio (mmol/g solo)	J43	0,095	0,415	0,931
Óxido de ferro extraível por CDB (%)	J44	0,05	3,85	21,60
Óxido de alumínio extraível por CDB (%)	J45	0,056	0,614	2,921
Óxido de silício extraível por CDB (%)	J46	0,048	0,203	0,754
Óxido Fe + Óxido Al = J44 + J45 (%)	J47	0,164	4,466	23,007
Razão entre Óxido Si e Óxido Fe = J46/J44	J48	0,016	0,200	1,001
Razão entre Óxido Si e Óxido Al = J46/J45	J49	0,069	0,771	3,423
Razão entre Óxido Si e Óxido Fe + Óxido Al = J46/J47	J50	0,015	0,140	0,661
Óxido de ferro extraível por ácido sulfúrico (%)	J51	0,50	5,74	26,20
Óxido de alumínio extraível por ácido sulfúrico (%)	J52	1,20	8,39	23,50
Óxido de silício extraível por ácido sulfúrico (%)	J53	2,40	10,35	21,70
Óxido de titânio extraível por ácido sulfúrico (%)	J54	0,16	1,01	4,48
Ki = relação molecular entre Óxido Si e Óxido Al	J55	1,03	2,55	5,67
Kr = relação molecular entre Óxido Si e Óxidos Fe + Al	J56	0,81	1,80	3,46
Kf = relação molecular entre Óxido Al e Óxido Fe	J57	0,96	3,10	7,07
Nitrogênio total (ppm)	J58	204	914	1.806
Fósforo total (ppm)	J59	46	281	684

Tabela 11. Códigos e valores mínimos, médios e máximos das variáveis dos solos do Brasil, considerando as características granulométricas determinadas pelo método da pipeta

Variável	Código	Mínimo	Médio	Máximo
Erodibilidade determinada no campo (t.ha.h/ha.MJ.mm)	Kobs	0,002	0,017	0,044
Argila <0,002 mm (%)	P1	6,2	26,5	72,7
Silte 0,05 - 0,002 mm (%)	P2	3,8	16,1	28,0
Areia total 2,0 - 0,05 mm (%)	P3	5,4	57,3	89,9
Areia muito fina 0,1 - 0,05 mm (%)	P4	1,4	6,9	15,2
Areia fina 0,25 - 0,1 mm (%)	P5	1,8	18,2	44,1
Areia média 0,5 - 0,25 mm (%)	P6	1,0	17,1	39,9
Areia grossa 1,0 - 0,5 mm (%)	P7	0,2	10,2	23,1
Areia muito grossa 2,0 - 1,0 mm (%)	P8	0,1	4,9	20,9
Partículas (0,05 mm = P1 + P2 (%))	P9	10,1	42,7	94,6
Partículas (0,1 mm = P1 + P2 + P4 (%))	P10	15,7	49,5	96,7
Novo silte 0,1 - 0,002 mm = P2 + P4 (%)	P11	7,2	23,0	34,3
Partículas 0,25 - 0,05 mm = P4 + P5 (%)	P12	3,9	25,1	47,5
Partículas 0,5 - 0,05 mm = P4 + P5 + P6 (%)	P13	4,9	42,2	87,4
Partículas 0,5 - 0,1 mm = P5 + P6 (%)	P14	2,8	35,3	84,0
Partículas 1,0 - 0,1 mm = P5 + P6 + P7 (%)	P15	3,2	45,5	84,2
Nova areia 2,0 - 0,1 mm = P5 + P6 + P7 + P8 (%)	P16	3,3	50,5	84,3
Partículas 1,0 - 0,25 mm = P6 + P7 (%)	P17	1,4	27,3	51,8
Partículas 2,0 - 0,25 mm = P6 + P7 + P8 (%)	P18	1,5	32,2	56,3
Partículas 2,0 - 0,5 mm = P7 + P8 (%)	P19	0,3	15,1	36,2
Razão entre argila e silte + areia = $P1/(P2 + P3)$	P20	0,066	0,489	2,663
Razão entre silte e argila + areia = $P2/(P1 + P3)$	P21	0,040	0,198	0,389
Razão entre areia e argila + silte = $P3/(P1 + P2)$	P22	0,057	2,108	8,901
Razão entre novo silte e argila = $P11/P1$	P23	0,262	1,316	3,553
M (Pipeta) = $(P11 + P16)/P11$	P24	632	1.682	3.015
Diâmetro médio ponderado partículas (2,0 mm (mm))	P25	0,019	0,256	0,511
Estrutura (codificada de 1 a 4)	P26	2	3,3	4
Permeabilidade (codificada de 1 a 6)	P27	1	2,5	6
pH em cloreto de cálcio	P28	3,8	4,8	6,0
pH em cloreto de potássio	P29	3,9	4,6	5,7
pH em água	P30	4,5	5,4	6,3
Delta pH = $P29 - P30$	P31	-1,3	-0,8	-0,3
Cálcio (me/100 cm ³ solo)	P32	0,02	3,19	11,44
Magnésio (me/100 cm ³ solo)	P33	0,06	1,82	15,88
Potássio (me/100 cm ³ solo)	P34	0,02	0,32	1,08
Hidrogênio + Alumínio (me/100 cm ³ solo)	P35	1,30	4,11	10,90
Capacidade de Troca de Cátions (me/100 cm ³ solo)	P36	3,20	9,45	29,07
Saturação de bases (%)	P37	3,00	51,94	94,00
Saturação de cátions dispersantes (%)	P38	0,36	4,03	10,51
Matéria Orgânica (%)	P39	0,75	2,12	5,54
Relação entre MO e Nova areia (Pipeta) = $(P39.P16)/100$	P40	0,120	0,934	2,540
Carbono extraível por pirofosfato de sódio (%)	P41	0,060	0,221	0,681
Carbono extraível por água quente (%)	P42	0,013	0,030	0,097

Continua...

Tabela 11. Códigos e valores mínimos, médios e máximos das variáveis dos solos do Brasil, considerando as características granulométricas determinadas pelo método da pipeta (continuação)

Variável	Código	Mínimo	Médio	Máximo
Consumo de periodato de sódio (mmol/g solo)	P43	0,095	0,415	0,931
Óxido de ferro extraível por CDB (%)	P44	0,05	3,85	21,60
Óxido de alumínio extraível por CDB (%)	P45	0,056	0,614	2,921
Óxido de silício extraível por CDB (%)	P46	0,048	0,203	0,754
Óxido Fe + Óxido Al = P44 + P45 (%)	P47	0,164	4,466	23,007
Razão entre Óxido Si e Óxido Fe = P46/P44	P48	0,016	0,200	1,001
Razão entre Óxido Si e Óxido Al = P46/P45	P49	0,069	0,771	3,423
Razão entre Óxido Si e Óxido Fe + Óxido Al = P46/P47	P50	0,015	0,140	0,661
Óxido de ferro extraível por ácido sulfúrico (%)	P51	0,50	5,74	26,20
Óxido de alumínio extraível por ácido sulfúrico (%)	P52	1,20	8,39	23,50
Óxido de silício extraível por ácido sulfúrico (%)	P53	2,40	10,35	21,70
Óxido de titânio extraível por ácido sulfúrico (%)	P54	0,16	1,01	4,48
Ki = relação molecular entre Óxido Si e Óxido Al	P55	1,03	2,55	5,67
Kr = relação molecular entre Óxido Si e Óxidos Fe + Al	P56	0,81	1,80	3,46
Kf = relação molecular entre Óxido Al e Óxido Fe	P57	0,96	3,10	7,07
Nitrogênio total (ppm)	P58	204	914	1.806
Fósforo total (ppm)	P59	46	281	684

Tabela 12. Códigos e valores mínimos, médios e máximos das variáveis dos solos do Brasil e dos EUA

Variável	Código	Mínimo	Médio	Máximo
Erodibilidade determinada no campo (t.ha.h/ha.MJ.mm)	Kobs	0,002	0,035	0,076
Argila (0,002 mm (%))	X1	2,6	19,9	59,6
Silte 0,05 - 0,002 mm (%)	X2	1,9	36,0	76,8
Areia total 2,0 - 0,05 mm (%)	X3	1,8	38,0	86,6
Areia muito fina 0,1 - 0,05 mm (%)	X4	0,7	6,5	16,4
Areia fina 0,25 - 0,1 mm (%)	X5	0,3	12,9	49,7
Areia média 0,5 - 0,25 mm (%)	X6	0,1	10,0	36,2
Areia grossa 1,0 - 0,5 mm (%)	X7	0,1	6,0	23,4
Areia muito grossa 2,0 - 1,0 (%)	X8	0,0	2,6	15,4
Partículas <0,05 mm = X1 + X2 (%)	X9	9,8	56,0	92,4
Partículas <0,1 mm = X1 + X2 + X4 (%)	X10	14,0	62,4	95,1
Novo silte 0,1 - 0,002 mm = X2 + X4 (%)	X11	6,1	42,5	79,0
Partículas 0,25 - 0,05 mm = X4 + X5 (%)	X12	1,3	19,4	53,9
Partículas 0,5 - 0,05 mm = X4 + X5 + X6 (%)	X13	1,5	29,4	86,5
Partículas 0,5 - 0,1 mm = X5 + X6 (%)	X14	0,5	22,9	82,3
Partículas 1,0 - 0,1 mm = X5 + X6 + X7 (%)	X15	0,7	29,0	82,4
Nova areia 2,0 - 0,1 mm = X5 + X6 + X7 + X8 (%)	X16	0,8	31,6	82,4
Partículas 1,0 - 0,25 mm = X6 + X7 (%)	X17	0,3	16,1	55,5
Partículas 2,0 - 0,25 mm = X6 + X7 + X8 (%)	X18	0,4	18,6	59,0
Partículas 2,0 - 0,5 mm = X7 + X8 (%)	X19	0,1	8,6	33,3
Razão entre argila e silte + areia = $X1/(X2 + X3)$	X20	0,027	0,405	5,847
Razão entre silte e argila + areia = $X2/(X1 + X3)$	X21	0,021	1,030	4,063
Razão entre areia e argila + silte = $X3/(X1 + X2)$	X22	0,020	1,372	8,795
Razão entre novo silte e argila = $(X2 + X4)/X1$	X23	0,142	2,876	6,953
M (Jackson) = $(X11 + X16) \cdot X11$	X24	85	3.255	6.639
M (Pipeta) = $(P11 + P16) \cdot P11$	X25	632	3.356	6.170
Diâmetro médio ponderado partículas (2,0 mm (Jackson) (mm)	X26	0,014	0,167	0,460
Diâmetro médio ponderado partículas (2,0 mm (Pipeta) (mm)	X27	0,019	0,166	0,511
Estrutura (codificada de 1 a 4)	X28	2	3,0	4
Permeabilidade (codificada de 1 a 6)	X29	1	3,2	6
Matéria Orgânica (%)	X30	0,53	2,04	5,54
Relação entre MD e Nova areia (Jackson) = $(X30 \cdot X16)/100$	X31	0,018	0,571	2,319
Relação entre MD e Nova areia (Pipeta) = $(X30 \cdot P16)/100$	X32	0,018	0,588	2,536
Carbono extraível por pirofosfato de sódio (%)	X33	0,060	0,275	0,681
Carbono extraível por água quente (%)	X34	0,013	0,043	0,141
Consumo de periodato de sódio (mmol/g solo)	X35	0,095	0,340	0,931
Óxido de ferro extraível por CDB (%)	X36	0,05	2,44	21,60
Óxido de alumínio extraível por CDB (%)	X37	0,056	0,394	2,921
Óxido de silício extraível por CDB (%)	X38	0,030	0,130	0,754
Óxido Fe + Óxido Al = $X36 + X37$ (%)	X39	0,164	2,832	23,007
Razão entre Óxido Si e Óxido Fe = $X38/X36$	X40	0,016	0,116	1,001
Razão entre Óxido Si e Óxido Al = $X38/X37$	X41	0,069	0,520	3,423
Razão entre Óxido Si e Óxido Fe + Óxido Al = $X38/X39$	X42	0,015	0,087	0,661
Nitrogênio total (ppm)	X43	204	1.044	2.240
Fósforo total (ppm)	X44	46	381	1.016

Tabela 13. Códigos e valores mínimos, médios e máximos das variáveis dos solos dos EUA

Variável	Código	Mínimo	Médio	Máximo
Erodibilidade determinada no campo (t.ha.h/ha.MJ.mm)	Kobs	0,009	0,047	0,076
Argila (0,002 mm (%))	E1	2,6	17,1	37,5
Silte 0,05 - 0,002 mm (%)	E2	8,2	51,8	76,8
Areia total 2,0 - 0,05 mm (%)	E3	1,8	26,6	86,4
Areia muito fina 0,1 - 0,05 mm (%)	E4	0,8	6,5	16,4
Areia fina 0,25 - 0,1 mm (%)	E5	0,3	9,5	41,3
Areia média 0,5 - 0,25 mm (%)	E6	0,1	6,0	33,4
Areia grossa 1,0 - 0,5 mm (%)	E7	0,2	3,5	23,3
Areia muito grossa 2,0 - 1,0 mm (%)	E8	0,0	1,2	10,1
Novo silte 0,1 - 0,002 mm = E2 + E4 (%)	E9	15,5	58,3	79,0
Nova areia 2,0 - 0,1 mm = E5 + E6 + E7 + E8 (%)	E10	0,8	20,1	79,1
M (Jackson) = (E9 + E10).E9	E11	1.470	4.540	6.641
Areia média ao quadrado = E6.E6	E12	0,01	95,31	1.114,00
Areia média + Areia muito grossa = E6 + E8 (%)	E13	0,2	7,1	34,0
Novo silte ao quadrado = E9.E9	E14	241,39	3.678,00	6.246,00
Estrutura (codificada de 1 a 4)	E15	2	2,8	4,0
Permeabilidade (codificada de 1 a 6)	E16	2	3,7	6,0
Matéria Orgânica = E18.1,72 (%)	E17	0,53	1,99	3,59
Carbono total (%)	E18	0,31	1,16	2,09
Carbono extraível por pirofosfato de sódio (%)	E19	0,18	0,31	0,53
E19.E1	E20	0,47	5,46	15,71
Carbono extraível por água quente (%)	E21	0,020	0,052	0,141
Consumo de periodato de sódio (mmol/g solo)	E22	0,098	0,290	0,644
Óxido de Ferro extraível por CDB (%)	E23	0,58	1,49	3,01
Óxido de Alumínio extraível por CDB (%)	E24	0,088	0,245	0,398
Óxido de Silício extraível por CDB (%)	E25	0,030	0,082	0,255
Óxido Fe + Óxido Al = E23 + E24 (%)	E26	0,67	1,73	3,41
E26.E1	E27	1,74	32,10	125,41
Nitrogênio total (ppm)	E28	460	1.132	2.240
Fósforo total (ppm)	E29	231	448	1.016

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Limitações ao uso dos modelos existentes para a estimativa do fator erodibilidade dos solos do Brasil

Os coeficientes de correlação entre os valores do fator erodibilidade determinados no campo e os estimados pelos modelos de WISCHMEIER et alii (1971), de ROTH et alii (1974) e de WISCHMEIER et alii (1971) modificado por ROMKENS et alii (1977), para os solos do Brasil e dos EUA, são apresentados na Tabela 14. Os valores desse fator, determinados no campo e estimados por diferentes modelos matemáticos, para os solos do Brasil e dos EUA, encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 1.1 e 1.2, Apêndice 1.

Os modelos de WISCHMEIER et alii (1971), de ROTH et alii (1974) e de WISCHMEIER et alii (1971) modificado por ROMKENS et alii (1977) não apresentam consistência para os solos do Brasil, confirmando os

resultados obtidos por FREIRE & PESSOTTI (1978), HENKLAIN (1980), POMBO et alii (1980) e ANGULO (1983). Os coeficientes de correlação entre os valores determinados no campo e os estimados são, extremamente, baixos e não significativos ao nível de 5 % de probabilidade, com exceção do modelo de WISCHMEIER et alii (1971) modificado por ROMKENS et alii (1977) quando emprega a variável granulométrica determinada pelo método da pipeta (Tabela 14). As variáveis granulométricas determinadas pelo método da pipeta proporcionam aos modelos de WISCHMEIER et alii (1971), o original e o modificado por ROMKENS et alii (1977), uma melhor estimativa do fator erodibilidade do que aquelas determinadas pelo método de JACKSON (1956) (Tabela 14). Para o modelo de ROTH et alii (1974) ocorre o inverso, entretanto os coeficientes de correlação são, extremamente, baixos para uma análise comportamental do método de análise granulométrica empregado.

Considerando as variáveis granulométricas determinadas pelo método da pipeta (Tabela 14), o modelo de WISCHMEIER et alii (1971) modificado por ROMKENS et alii (1977) é o que apresenta, para os solos do Brasil, o maior coeficiente de correlação (0,3731), seguido pelo modelo original de WISCHMEIER et alii (1971) com valor de 0,3262. O modelo de ROTH et alii (1974), independentemente, do método de análise granulométrica (JACKSON, 1956 ou pipeta), apresenta os mais baixos índices de correlações (-0,0201

e -0,0589). Os baixos coeficientes de correlação desses três modelos denotam a inaplicabilidade dos mesmos para a estimativa do fator erodibilidade dos solos do Brasil, como é perceptível na Tabela 1.1, Apêndice 1.

Para os solos dos EUA, todos os modelos testados são, altamente, significativos e apresentam elevados coeficientes de correlação (Tabela 14). A exemplo do ocorrido para os solos do Brasil, as variáveis granulométricas determinadas pelo método da pipeta proporcionam aos modelos uma melhor estimativa do fator erodibilidade. Nota-se, contudo, na Tabela 1.2, Apêndice 1, que o modelo de ROTH et alii (1974), independentemente, do método de análise granulométrica, muito embora atinja alto coeficiente de correlação, estima o fator erodibilidade com desvios, gerando valores sempre superiores aos determinados no campo, provavelmente, por problemas de correlação entre as variáveis independentes componentes do modelo.

A inadequação do modelo de WISCHMEIER et alii (1971), para os solos do Brasil, foi creditada por FREIRE & PESSOTTI (1978), HENKLAIN (1980) e ANGULO (1983) às diferenças granulométricas existentes entre estes solos e aqueles utilizados para a geração do modelo. Ressaltam esses autores que as características granulométricas mais diferenciadas são os baixos teores das frações silte e areia muito fina, resultando em valores da variável "M", relativamente, baixos para os solos do Brasil. Valores

baixos para a variável "M" induzem o modelo a uma reduzida amplitude nos valores estimados do fator erodibilidade, em função da baixa sensibilidade das variáveis independentes "novo silte" (partículas de 0,1 - 0,002 mm de diâmetro), "nova areia" (partículas de 2,0 - 0,1 mm de diâmetro), matéria orgânica e estrutura do solo nessa faixa. Esse comportamento do modelo pode ser, facilmente, visualizado no nomograma (WISCHMEIER et alii, 1971), pela convergência das curvas representativas dessas variáveis quando o parâmetro "M" tende para zero.

Ao observar-se a matriz de correlação para as variáveis dos solos do Brasil (Tabelas 2.1 e 2.2, Apêndice 2), verifica-se que a estrutura do solo (J26 ou P26) é a variável independente do modelo de WISCHMEIER et alii (1971) que apresenta a menor correlação com o fator erodibilidade (-0,0226). Portanto, a inadequação desse modelo para os solos do Brasil é também influenciada por essa variável, muito embora, a variável "M", calculada a partir de parâmetros granulométricos determinados pelo método da pipeta (P24), apresente um coeficiente de correlação de apenas 0,2480 com o fator erodibilidade (Tabela 2.2, Apêndice 2). As demais variáveis independentes desse modelo, representadas pelo teor de matéria orgânica (J39 ou P39) e pela permeabilidade (J27 ou P27), apresentam coeficientes de correlação com a erodibilidade da ordem de 0,3897 e 0,5893, respectivamente (Tabelas 2.1 e 2.2,

Apêndice 2), sendo a primeira significativa ao nível de 5 % de probabilidade e a segunda a 1 %.

A inadequação do modelo de ROTH et alii (1974), para os solos do Brasil, pode ser explicada através dos baixos coeficientes de correlação existentes entre o fator erodibilidade determinado no campo e suas variáveis independentes. Observa-se nas Tabelas 2.1 e 2.2, Apêndice 2, que entre as variáveis independentes desse modelo, apenas o teor de óxido de silício extraível por CDB (J46 ou P46) se correlaciona, significativamente ao nível de 5 % de probabilidade, com o fator erodibilidade. Os sesquióxidos, extraíveis pela solução CDB (J47 ou P47), não se correlacionam com a erodibilidade (0,0093), contrariando portanto, o preconizado por EL-SWAIFY & DANGLER (1977), de que estes agentes cimentantes estariam estreitamente relacionados com a resistência dos solos tropicais ao processo de erosão hídrica. Contudo, essa ausência de correlação pode ser resultante do fato de que a fração de sesquióxidos solubilizada pela solução CDB não inclui apenas aqueles agentes efetivos na cimentação de partículas, mas também outros menos efetivos (EL-SWAIFY & DANGLER (1977)).

A exemplo do ocorrido para os solos dos EUA, o modelo de ROTH et alii (1974) estima valores de erodibilidade para os solos do Brasil, completamente, distorcidos daqueles determinados no campo e, em

conformidade com os resultados encontrados por POMBO et alii (1980), uma grande quantidade deles são negativos.

O modelo de WISCHMEIER et alii (1971) modificado por ROMKENS et alii (1977), mediante da linearização do modelo original e da substituição da variável matéria orgânica pelo teor de carbono extraível por pirofosfato de sódio, apresenta, praticamente, o mesmo comportamento do modelo original. Sua capacidade estimativa do fator erodibilidade é, contudo, ligeiramente melhor, o que é perceptível pela significância estatística do modelo, ao nível de 5 % de probabilidade, e de seu maior coeficiente de correlação. Nota-se que a variável teor de carbono extraível por pirofosfato de sódio (J41 ou P41), introduzida no modelo em substituição à matéria orgânica (J39 ou P39), apresenta uma correlação com a erodibilidade bem inferior desta (Tabelas 2.1 e 2.2, Apêndice 2). Porém, mesmo assim, esse novo modelo é, estatisticamente, melhor do que o original. Uma vez que as demais variáveis são as mesmas do modelo original, a explicação para esta pequena melhoria pode ser creditada à linearidade do modelo. Entretanto, essa melhoria na capacidade preditiva não é suficiente para tornar esse modelo aplicável aos solos do Brasil. Percebe-se na Tabela 1.1, Apêndice 1, que a exemplo do modelo original, o modelo modificado estima também valores, extremamente, distorcidos e negativos para o fator erodibilidade dos solos do Brasil.

4.2. Estimativa do fator erodibilidade para os solos do Brasil

O número de unidades de solo do Brasil utilizado neste estudo, é, relativamente, pequeno para representar, significativamente, as variações edáficas encontradas no País, uma vez que a amplitude de determinados parâmetros utilizados não atingem os limites da faixa na qual podem variar. O fator erodibilidade, oscilando apenas entre 0,002 e 0,044 t.ha.h/ha.MJ.mm, e a variável "M", a qual expressa a ação da granulometria no processo erosivo dos três modelos matemáticos ajustados para solos e subsolos dos EUA, atingindo um valor máximo de 3.015, quando poderia atingir valores de 8.000, ilustram bem esse fato. Contudo, tentativas de gerar um modelo estimativo do fator erodibilidade, a partir dessas unidades de solo, são válidas para uma análise comportamental relativa.

Ao observar-se as matrizes de correlação para as variáveis dos solos do Brasil, considerando os conjuntos de dados que englobam características granulométricas determinadas pelo método de JACKSON (1956) (Tabelas 2.1, Apêndice 2) e da pipeta (Tabela 2.2, Apêndice 2), verifica-se que há um número muito reduzido de variáveis correlacionadas, significativamente, com o fator erodibilidade determinado no campo. Observa-se também que

as variáveis granulométricas determinadas pelo método da pipeta estão melhor correlacionadas com a erodibilidade do que aquelas determinadas pelo método de JACKSON (1956). Desse total de variáveis granulométricas, apenas três, determinadas pelo método da pipeta (P2, P11 e P21), apresentam correlações significativas, ao nível de 5 % de probabilidade, com o fator erodibilidade.

Na Tabela 2.2, Apêndice 2, a qual apresenta as variáveis granulométricas determinadas pelo método da pipeta, observa-se que do total de 59 variáveis testadas, apenas seis estão correlacionadas, significativamente, com o fator erodibilidade determinado no campo: três variáveis granulométricas (P2, P11 e P21), permeabilidade (P27), teor de matéria orgânica (P39) e teor de óxido de silício extraível por CDB (P46). A variável de maior correlação é a permeabilidade, com um coeficiente de 0,5893.

Comparando-se esses coeficientes com aqueles obtidos para os solos dos EUA (Tabela 2.4, Apêndice 2) e também com aqueles apresentados por ROTH et alii (1974), para os subsolos dos EUA, e por EL-SWAIFY & DANGLER (1977), para solos do Havaí, percebe-se que os coeficientes dos solos do Brasil são, relativamente, mais baixos, não havendo variáveis destacadas para explicar, isoladamente, o processo de erosão hídrica.

Os coeficientes de determinação e os coeficientes parciais de regressão, estimados para os

modelos ajustados por regressão linear múltipla, por meio da técnica de "stepwise" em "forward", para as variáveis dos solos do Brasil, considerando as características granulométricas determinadas pelo método de JACKSON (1956) e da pipeta, são apresentados nas Tabelas 16 e 17, respectivamente. Essas tabelas mostram os resultados analíticos da técnica de "stepwise" até o passo em que todas as variáveis independentes incorporadas aos modelos são significativas ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F.

Independentemente dos métodos empregados para a análise granulométrica (JACKSON, 1956 na Tabela 16, ou pipeta na Tabela 17), os modelos ajustados, incluem, rigorosamente, as mesmas variáveis independentes, atingindo no último passo, praticamente, o mesmo nível de precisão, com um coeficiente de determinação aproximado de 0,90.

As variáveis permeabilidade (J27 ou P27) e matéria orgânica (J39 ou P39), introduzidas nos dois primeiros passos da análise de regressão linear múltipla (Tabelas 16 e 17), explicam 84,47 % da variação do fator erodibilidade do solo. O efeito da permeabilidade na variação desse fator é, apreciavelmente, maior do que o da matéria orgânica, visto que a permeabilidade, isoladamente, explica 79,51 % das causas desta variação.

As duas próximas variáveis independentes a fazerem parte do modelo, nos passos 3 e 4 (Tabelas 16 e

17), seriam carbono extraível por pirofosfato de sódio (J41 ou P41) e nitrogênio total (J58 ou P58), respectivamente. Contudo, essas variáveis são de mesma natureza que a matéria orgânica, isto é, atuam como agentes cimentantes do solo, apresentando elevadas correlações entre si (Tabelas 2.1 e 2.2, Apêndice 2), o que as exclui do modelo.

No quinto passo é introduzida a variável óxido de alumínio extraível por ácido sulfúrico (J52 ou P52), a qual eleva o coeficiente de determinação de 0,8447 para 0,8708 (Tabelas 16 e 17), melhorando, sensivelmente, a capacidade preditiva do modelo. Embora essa variável seja também considerada um agente cimentante de microagregados do solo (POMBO et alii, 1982), ela não está correlacionada com a matéria orgânica, sendo, por isto, mantida no modelo.

A quarta variável independente a integrar o modelo é a concentração de hidrogênio + alumínio (J35 ou P35). Muito embora, essa variável eleve o coeficiente de determinação de 87,08 % para 90,36 % (Tabelas 16 e 17), a alta correlação que apresenta com a matéria orgânica (Tabelas 2.1 e 2.2, Apêndice 2) não permite sua permanência no modelo. Dessa forma, a quarta variável independente introduzida no modelo, no sétimo e último passo da análise de "stepwise" (Tabelas 16 e 17), é a percentagem de areia grossa + areia muito grossa (J19 ou P19). Percebe-se que essa última variável, quando determinada pelo método da pipeta (Tabela 17), imprime ao modelo uma pequena melhoria

na capacidade preditiva do fator erodibilidade em relação àquela determinada pelo método de JACKSON (1956) (Tabela 16). A grande semelhança dos dois modelos é justificável pois, as frações areia grossa e areia muito grossa, praticamente, não diferem pelos dois métodos de análise granulométrica. Mesmo assim, em função da maior praticidade do método da pipeta, para a análise granulométrica, o modelo estimativo do fator erodibilidade para os solos do Brasil, deve ser, preferencialmente, aquele apresentado no sétimo passo da Tabela 17, sendo expresso pela Equação [7].

$$K = 0,00608397(P27) + 0,00834286(P39) - 0,00116162(P52) - 0,00037756(P19) \quad [7]$$

onde: K é o valor a ser estimado para o fator erodibilidade do solo, expresso em t.ha.h/ha.MJ.mm;

P27 é a permeabilidade do perfil de solo codificada conforme WISCHMEIER et alii (1971);

P39 é o teor de matéria orgânica (teor de carbono orgânico total multiplicado por 1,72), expresso em percentagem;

P52 é o teor de óxido de alumínio extraível por ácido sulfúrico, expresso em percentagem;

P19 é o teor de partículas com diâmetro entre 2,0 e 0,5 mm, determinado pelo método da pipeta, expresso

em porcentagem.

As variáveis independentes que compõem esse modelo não diferem, radicalmente, dos modelos existentes, muito embora, os tipos de solo envolvidos nesses estudos sejam de natureza completamente diversas. Apresenta como parâmetro inovador o teor de areia grossa + areia muito grossa, diferenciando-se dos modelos ajustados para os solos dos EUA, os quais apresentam partículas pertencentes às frações silte e areia muito fina como parâmetros explicativos do comportamento do solo frente ao processo erosivo.

O modelo é, altamente, significativo pelo teste F, apresentando um coeficiente de determinação de 0,9005 e um erro-padrão da estimativa de 0,007 t.ha.h/ha.MJ.mm. Quantitativamente, esse erro-padrão indica que 68 % dos valores de erodibilidade determinados por esse método, apresentam um erro de estimativa menor, ou igual, a 0,007 t.ha.h/ha.MJ.mm e 100 % apresentam um erro menor, ou igual, a 0,014 t.ha.h/ha.MJ.mm. Os valores do fator erodibilidade estimados para os solos do Brasil, bem como, o coeficiente de correlação com os valores determinados no campo, podem ser observados na Tabela 1.1, Apêndice 1.

O seu emprego, como modelo estimativo do fator erodibilidade, tem validade limitada para solos que apresentem as variáveis independentes, integrantes do modelo, com grandezas compreendidas dentro da amplitude de

valores considerados neste estudo.

4.3. Estimativa do fator erodibilidade para os solos do Brasil e dos EUA

O número total de unidades de solo utilizado neste estudo é o maior entre os trabalhos desenvolvidos com o mesmo objetivo. A variação edáfica das unidades de solo utilizadas é grande, como pode ser observada pela amplitude dos parâmetros físicos e químicos determinados (Tabela 12). Assim, esse conjunto de 77 unidades de solo, envolvendo 31 unidades do Brasil e 46 unidades dos EUA, compreende, certamente, a maior heterogeneidade edáfica empregada em estudos com a finalidade de ajustar modelos estimativos do fator erodibilidade do solo. Um modelo ajustado a partir desses dados, dificilmente atinge alta precisão estimativa, mas por certo, prediz a magnitude aproximada do valor da erodibilidade de solos de ampla diversidade, permitindo sua classificação quanto à erodibilidade.

Ao observar-se a matriz de correlação para as variáveis do conjunto de solos do Brasil e dos EUA (Tabela 2.3, Apêndice 2), verifica-se que das 44 variáveis independentes testadas, 37 apresentam correlação significativa ao nível de 5 % de probabilidade com o fator erodibilidade determinado no campo. Nota-se também que ao

contrário das matrizes de correlação, com dados exclusivos dos solos do Brasil (Tabelas 2.1 e 2.2, Apêndice 2), aparecem variáveis independentes que isoladamente, explicam mais de 85 % da variação do fator erodibilidade. Entre essas variáveis destacam-se parâmetros granulométricos com predominância de partículas pertencentes à fração silte, como: a variável "M" (X25), com um valor de 88,88 %; a variável "novo silte" (X11), com um valor de 85,49 %; e a variável silte (X2), com um valor de 85,39 %. Outro aspecto confrontante com os resultados observados para os solos do Brasil é que para estes solos as variáveis independentes de maior correlação com a erodibilidade são de natureza química e para o conjunto de solos do Brasil e dos EUA estas são de natureza granulométrica.

Esses elevados coeficientes de correlação, observados para o conjunto de solos do Brasil e dos EUA, são, em muitos casos, maiores do que aqueles observados, individualmente, para os solos do Brasil, ou para os solos dos EUA. Um exemplo claro disso é a variável "M", em que o seu coeficiente de correlação com a erodibilidade dos solos do Brasil é de apenas 24,80 % (Tabela 2.2, Apêndice 2) e com a dos solos do EUA é de 85,57 % (Tabela 2.4, Apêndice 2), porém com a erodibilidade do conjunto destes solos seu valor eleva-se para 88,88 % (Tabela 2.3, Apêndice 2). Esse comportamento é explicado, provavelmente, pelo fato dos solos do Brasil apresentarem inúmeros pontos, dessa

correlação, com valores baixos, tanto para a variável "M" como para o fator erodibilidade, complementando, assim, a amplitude de variação observada destas variáveis para os solos dos EUA, como pode ser observado na Figura 1. Entretanto, é evidente nessa figura que para valores de "M" menores do que 3.000, há uma acentuada redução na correlação entre esta variável e o fator erodibilidade, o que já havia sido constatado por EL-SWAIFY & DANGLER (1977) para os solos do Havai.

Os coeficientes de determinação e os coeficientes parciais de regressão, estimados para os modelos ajustados por regressão linear múltipla, mediante a técnica de "stepwise" em "forward", para as variáveis do conjunto de solos do Brasil e dos EUA, são apresentados na Tabela 18. Essa tabela mostra os resultados analíticos da técnica de "stepwise" até o passo em que todas as variáveis independentes incorporadas aos modelos são significativas ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F.

As quatro primeiras variáveis independentes introduzidas no modelo são: variável "M" (X25), permeabilidade (X29), diâmetro médio ponderado das partículas menores do que 2 mm (X27) e a relação entre a matéria orgânica e o teor da "nova areia" (X32). Esse modelo, expresso no quarto passo da análise de regressão, explica 97,67 % da variação do fator erodibilidade dos solos, sendo destacável a importância da variável "M" em

relação às demais, uma vez que esta, isoladamente, explica 94,61 % do total desta variação.

A partir do quinto passo, muito embora, as variáveis independentes introduzidas nos modelos sejam, altamente significativas, não assumem importância para a melhoria da qualidade preditiva dos mesmos, pois não imprimem grandes incrementos nos coeficientes de determinação e, além disto, são de natureza granulométrica, ou orgânica, as quais já estão representadas nos quatro primeiros passos (Tabela 18) e a variável carbono extraível por pirofosfato de sódio (X33) não se caracteriza como um parâmetro de análise laboratorial de rotina, conforme é preconizado por LAL (1988). Por esses motivos, o modelo estimativo do fator erodibilidade do solo, ajustado para o conjunto de variáveis dos solos do Brasil e dos EUA, está representado no quarto passo da Tabela 18, sendo expresso pela Equação [8].

$$K = 0,00000748(X25) + 0,00448059(X29) - 0,06311750(X27) + \\ + 0,01039567(X32) \quad [8]$$

onde: K é o valor a ser estimado para o fator erodibilidade do solo, expresso em t.ha.h/ha.MJ.mm;

X25 é a variável "M", calculada a partir de parâmetros granulométricos determinados pelo método da pipeta;

X29 é a permeabilidade do perfil de solo codificada conforme WISCHMEIER et alii (1971);

X27 é o diâmetro médio ponderado das partículas menores do que 2 mm, expresso em mm;

X32 é a relação entre o teor de matéria orgânica e o teor da "nova areia" determinada pelo método da pipeta.

Comparando-se suas variáveis independentes com aquelas integrantes do modelo de WISCHMEIER et alii (1971), percebe-se que há uma grande semelhança entre as mesmas. Basicamente, são duas as alterações, ou seja, a estrutura é substituída pelo diâmetro médio ponderado das partículas menores do que 2,0 mm e o teor de matéria orgânica, ao invés de ser multiplicado pela variável "M", é multiplicado apenas pelo teor da "nova areia", parâmetro este integrante da variável "M".

O modelo, expresso pela Equação [3], possui um coeficiente de determinação de 0,9767 e apresenta um erro-padrão da estimativa de 0,006 t.ha.h/ha.MJ.mm. Quantitativamente, esse erro-padrão indica que 66 % dos valores de erodibilidade determinados por esse método apresentam um erro de estimativa menor, ou igual, a 0,006 t.ha.h/ha.MJ.mm, 97 % apresentam um erro menor, ou igual, a 0,012 t.ha.h/ha.MJ.mm e 100 % deles um erro menor do que 0,018 t.ha.h/ha.MJ.mm.

A capacidade preditiva do fator

erodibilidade do modelo proposto pode ser comparada com a dos modelos de WISCHMEIER et alii (1971), o original e o modificado por ROMKENS et alii (1977), e de ROTH et alii (1974), na Tabela 15. É perceptível que o modelo proposto apresenta uma significativa melhoria na capacidade preditiva do fator erodibilidade para os solos do Brasil, sem contudo, perder qualidade na predição deste fator, para os solos dos EUA, além de apresentar a melhor estimativa para o conjunto de solos de ambos os países. Os valores do fator erodibilidade estimados para os solos do Brasil e dos EUA podem ser visualizados nas Tabelas 1.1 e 1.2, Apêndice 1, respectivamente, os quais demonstram não haver as distorções observadas com o modelo de ROTH et alii (1974).

Considerando-se as grandes diferenças edáficas dos solos do Brasil e dos EUA, caracterizadas pela diversidade de unidades de solo envolvidas e pela amplitude dos parâmetros analisados, o modelo ajustado, muito embora, apresente um erro de estimativa, relativamente, elevado, é capaz de estimar, não um valor absoluto e exato para o fator erodibilidade, mas a magnitude deste fator, para uma ampla variabilidade de solos.

4.4. Precisão da estimativa do fator erodibilidade para os solos do Brasil

Analisando-se com detalhes a Figura 1; a

qual correlaciona a variável "M" com o fator erodibilidade determinado no campo, percebe-se que para valores de "M" inferiores a 3.000, não há uma boa correlação entre estas variáveis. Assim, pode-se afirmar que o modelo ajustado para o conjunto de solos do Brasil e dos EUA (Equação [8]), por apresentar a variável "M", a qual explica 94,61 % da variação do fator erodibilidade, apresenta menores erros de estimativa para solos com valores de "M" superiores a 3.000. Esse comportamento da variável "M" pode ser visualizado também no nomograma de WISCHMEIER et alii (1971) pela convergência das curvas quando esta variável tende para zero.

Dessa forma, para solos com valores da variável "M" inferiores a 3.000 o modelo mais apropriado para a predição do fator erodibilidade seria aquele expresso pela Equação [7], ajustado para os solos do Brasil. Porém, ao se observar os coeficientes de correlação entre as erodibilidades determinadas no campo e as estimadas pelas Equações [7] e [8], exclusivamente, para os solos do Brasil (Tabela 15), percebe-se que os modelos possuem, praticamente, a mesma precisão estimativa, tornando indiferente o uso de um, ou do outro. De qualquer modo, nenhum dos dois modelos apresenta precisão para estimar um valor absoluto para o fator erodibilidade, mas são, suficientemente, precisos para fornecer a magnitude deste fator.

As baixas correlações observadas entre as variáveis independentes e o fator erodibilidade dos solos do Brasil e os erros de estimativa, relativamente, elevados dos modelos ajustados para estes solos, sugerem que para estudos futuros desta natureza, sejam considerados solos de características homogêneas, se possível, a nível de grande grupo. Essa homogeneidade de características implicará em uma pequena amplitude de variação das variáveis independentes e, certamente, também do fator erodibilidade, o que resultará no ajustamento de modelos estimativos mais precisos.

Ambos os modelos ajustados caracterizam-se por apresentar variáveis independentes que fazem parte da rotina das análises utilizadas para o levantamento e classificação de solos, com exceção da variável "M", para a qual bastaria dividir a fração areia em areia muito fina, areia fina, areia média, areia grossa e areia muito grossa, ao invés de apenas areia fina e areia grossa, como vem sendo realizado. Assim sendo, o fator erodibilidade do solo tornar-se-ia um parâmetro passível de ser calculado no processo de classificação de solos.

Tabela 14. Coeficientes de correlação e grau de significância dos modelos estimativos do fator erodibilidade para os solos do Brasil e dos EUA, considerando as características granulométricas determinadas pelo método da pipeta e de Jackson

Solo	Coeficiente de Correlação					
	WISCHMEIER1		ROTH2		ROMKENS3	
	Pipeta4	Jackson4	Pipeta4	Jackson4	Pipeta4	Jackson4
Brasil	0,3262 ns	0,1755 ns	-0,0201 ns	-0,0589 ns	0,3731 *	0,2606 ns
EUA	0,9646 **	0,9343 **	0,8459 **	0,7938 **	0,9697 **	0,9491 **

1 Modelo de WISCHMEIER et alii (1971); Equação [2]

2 Modelo de ROTH et alii (1974); Equação [3]

3 Modelo de WISCHMEIER et alii (1971) modificado por ROMKENS et alii (1977); Equação [5]

4 Método de análise granulométrica para as variáveis independentes

* = significativo ao nível de 5 % de probabilidade

** = significativo ao nível de 1 % de probabilidade

ns = não significativo ao nível de 5 % de probabilidade

Tabela 15. Coeficientes de correlação e grau de significância dos modelos estimativos do fator erodibilidade para os solos do Brasil, dos EUA e para o conjunto destes, considerando as características granulométricas determinadas pelo método da pipeta

Solo	Coeficiente de Correlação				
	WISCHMEIER1	ROTH2	ROMKENS3	PROPOSTO4	PROPOSTO5
Brasil	0,3262 ns	-0,0201 ns	0,3731 *	0,8332 **	0,8260 **
EUA	0,9646 **	0,8459 **	0,9697 **	0,9402 **	-
Brasil + EUA	0,9059 **	0,5851 **	0,8905 **	0,9536 **	-

1 Modelo de WISCHMEIER et alii (1971); Equação [2]

2 Modelo de ROTH et alii (1974); Equação [3]

3 Modelo de WISCHMEIER et alii (1971) modificado por ROMKENS et alii (1977); Equação [5]

4 Modelo proposto para o conjunto de solos do Brasil e dos EUA; Equação [8]

5 Modelo proposto para os solos do Brasil, ou solos com a variável "M" < 3.000; Equação [7]

* = significativo ao nível de 5 % de probabilidade

** = significativo ao nível de 1 % de probabilidade

ns = não significativo ao nível de 5 % de probabilidade

Tabela 16. Coeficientes de determinação e coeficientes parciais de regressão estimados para as equações de regressão múltipla linear, por "Stepwise", para os solos do Brasil, considerando as características granulométricas determinadas pelo método de Jackson

Variável independente	Coeficiente parcial de regressão estimado para a equação de regressão múltipla linear por "Stepwise"						
	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	Step 6	Step 7
J27 = Permeabilidade	0,00671315	0,00452803	0,00385150	0,00565235	0,00438411	0,00390990	0,00588890
J39 = Matéria Orgânica		0,00331259	0,00890101	0,00923455	0,00687523	0,01255620	0,00842989
J41 = C extraível pirofosfato de sódio			-0,04515362	-	-	-	-
J58 = N total				-0,00001710	-	-	-
J52 = Óxido Al extraível ácido sulfúrico					-0,00084468	-0,00102522	-0,00120047
J35 = Hidrogênio + Alumínio						-0,00231710	-
J19 = Areia grossa + Areia muito grossa							-0,00034711
Coeficiente de Determinação (r ²)	0,795139	0,844710	0,889271	0,879352	0,870817	0,903596	0,895022

Tabela 17. Coeficientes de determinação e coeficientes parciais de regressão estimados para as equações de regressão múltipla linear, por "Stepwise", para os solos do Brasil, considerando as características granulométricas determinadas pelo método da pipeta

Variável independente	Coeficiente parcial de regressão estimado para a equação de regressão múltipla linear por "Stepwise"						
	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	Step 6	Step 7
P27 = Permeabilidade	0,00671315	0,00452803	0,00385150	0,00565255	0,00438411	0,00390990	0,00608377
P39 = Matéria Orgânica		0,00331259	0,00890101	0,00923455	0,00687523	0,01255620	0,00834286
P41 = C extraível pirofosfato de sódio			-0,04515362	-	-	-	-
P58 = N total				-0,00001710	-	-	-
P52 = Óxido Al extraível ácido sulfúrico					-0,00086468	-0,00102522	-0,00116162
P35 = Hidrogênio + Alumínio						-0,00231710	-
P19 = Areia grossa + Areia muito grossa							-0,00037756
Coeficiente de Determinação (r ²)	0,795139	0,844710	0,889271	0,879352	0,870817	0,903596	0,900489

Tabela 18. Coeficientes de determinação e coeficientes parciais de regressão estimados para as equações de regressão múltipla linear, por "Stepwise", para o conjunto de solos do Brasil e dos EUA

Variável independente Xi	Coeficiente parcial de regressão estimado para a equação de regressão múltipla linear por "Stepwise"						
	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	Step 6	Step 7
X25 = Variável "M"	0,00001045	0,00000797	0,00000723	0,00000748	0,00000810	0,00000874	0,00000935
X29 = Permeabilidade		0,00292630	0,00487816	0,00448059	0,00448440	0,00485497	0,00450098
X27 = Diâmetro médio ponderado partículas			-0,03078945	-0,06311750	-0,05529945	-0,06176157	-0,06217269
X32 = Relação entre M0 e "nova areia"				0,01039567	0,01164537	0,01529493	0,01648870
X4 = Areia muito fina					-0,00064100	-0,00072796	-0,00075406
X33 = C extraível pirofosfato de sódio						-0,01488545	-0,02304344
X20 = Razão entre argila e silte + areia							0,00277051
Coeficiente de Determinação (r2)	0,946137	0,956150	0,969188	0,976745	0,979422	0,981659	0,983765

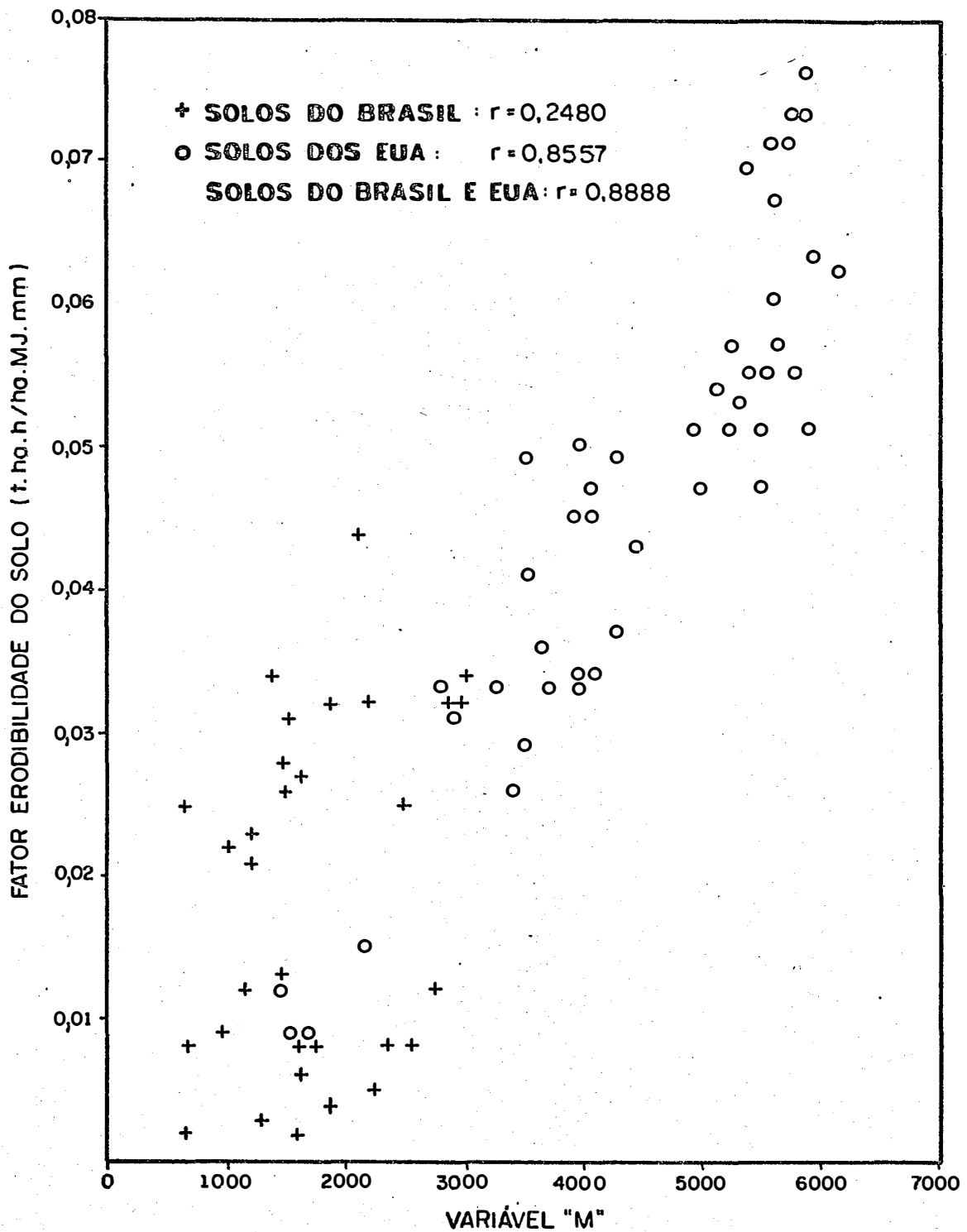


Figura 1. Correlação entre o fator erodibilidade e a variável M, para os solos do Brasil e dos EUA.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitem as conclusões apresentadas a seguir.

1. Os modelos matemáticos estimativos do fator erodibilidade ajustados para solos e subsolos dos EUA, não são consistentes para os solos do Brasil.

2. A variável independente "M", integrante de todos os modelos ajustados para solos e subsolos dos EUA, bem como, para o modelo proposto para o conjunto de solos do Brasil e dos EUA, quando atinge valores inferiores a 3.000, apresenta baixa correlação com o fator erodibilidade.

3. O modelo matemático estimativo do fator erodibilidade, ajustado com dados exclusivos dos solos do Brasil, apresenta um coeficiente de determinação de 0,9005 e um erro-padrão de estimativa de 0,007 t.ha.h/ha.MJ.mm, sendo sua aplicabilidade limitada a solos que apresentem as variáveis independentes com grandezas compreendidas dentro da amplitude dos valores considerados neste estudo.

4. O modelo matemático estimativo do fator erodibilidade, ajustado para o conjunto de solos do Brasil e dos EUA, apresenta um coeficiente de determinação de 0,9767 e um erro-padrão de estimativa de 0,006 t.ha.h/ha.MJ.mm, demonstrando sua aplicabilidade para prever a erodibilidade de solos de ampla variabilidade de características físicas e químicas.

5. O modelo matemático ajustado para o conjunto de solos do Brasil e dos EUA, melhorou a predição do fator erodibilidade para os solos do Brasil, elevando de 0,3262 o coeficiente de correlação, obtido pelo nomograma de WISCHMEIER et alii (1971), para 0,8332, sem contudo, prejudicar a precisão da estimativa da erodibilidade para os solos dos EUA.

6. A erodibilidade dos solos do Brasil pode ser estimada tanto pelo modelo ajustado para o conjunto de solos do Brasil e dos EUA como pelo modelo ajustado a partir de variáveis exclusivas dos solos do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, H.W. Suspended sediment discharge as related to streamflow, topography, soil, and land use. Transactions, Am. Geophysical Union, 35:268-281, 1954.
- ANGULO, R.J. Relações entre a erodibilidade e algumas propriedades de solos brasileiros. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1983. 154p. (Tese de Mestrado).
- BAVER, L.D. Some factors affecting erosion. Agric. Engineering, 14:51-52, 1933.
- BENNETT, H.H. Some comparisons of the properties of humid-tropical and humid temperate American soils, with special reference to indicated relations between chemical composition and physical properties. Soil Sci., Baltimore, 21:349-375, 1926.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. Piracicaba, Livroceres. 1985. 392p.
- BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI JUNIOR, R. Equação de perdas de solo. Campinas, Instituto Agrônomo, 1975. 24p. (Boletim Técnico, 21).
- BOUYOUCOS, G.J. The clay ratio as a criterion of susceptibility of soils to erosion. J. Am. Soc. Agron., 27:738-741, 1935.
- BRYAN, R.B. The development, use and efficiency of indices of soil erodibility. Geoderma, 2:5-26, 1968.
- BRUCE-OKINE, E. & LAL, R. Soil erodibility as determined by raindrop technique. Soil Sci., Baltimore, 119:149-157, 1975.

- CAMARGO, O.A. de; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, Instituto Agrônomo, 1986. 94p. (Boletim Técnico, 106).
- CARVALHO, M.P.; LOMBARDI NETO, F.; VASQUES FILHO, J.; CATANEO, A. Índices de erosividade da chuva correlacionados com as perdas de solo de um Podzólico Vermelho eutrófico textura argilosa/muito argilosa de Mococa (SP): primeira aproximação do fator erodibilidade do solo. R. bras. Ci. Solo, 13:237-242, 1989.
- DEDECEK, R.A.; RESCK, D.V.S.; FREITAS JR., E. de. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho dos Cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. R. bras. Ci. Solo, 10:265- 272, 1986.
- DE LEENHEER, L. & DE BOODT, M. Determination of aggregate stability by the change in mean weight-diameter. Mededelingen van de Landbouwhogeschool, Gent, 24:290-351, 1959.
- DENARDIN, J.E. & WUNSCHÉ, W.A. Erodibilidade de um Latossolo Vermelho Escuro. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3. Recife, 1980. Anais...Recife; Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1981. p. 219.
- EL-SWAIFY, S.A. & DANGLER, E.W. Erodibilities of selected tropical soils in relation to structural and hydrologic parameters. In: NATIONAL CONFERENCE ON SOIL EROSION, West Lafayette, Indiana, 1976. Proceedings. Ankeny: Soil Conservation Society of America, 1977. p.105-114. (SCSA. Special publication, 21).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. Manual de Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979.
- FOSTER, G.R.; MCCOOL, K.G.; MOLDENHAUER, W.C. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. J. Soil and Water Conservation, 36(6):355-359, 1981.
- FREIRE, O. & PESSOTTI, J.E. Erodibilidade de alguns solos de Piracicaba-SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2. Passo Fundo, 1978. Anais... Passo Fundo; EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1978. p.185-192.

- HENKLAIN, J.C. Erodibilidade de Latossolos do estado do Paraná; aplicabilidade do método nomográfico. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP, 1980. 75p. (Tese de Mestrado).
- IAPAR/EMBRAPA. Encontro nacional sobre pesquisa da erosão com simulador de chuva, 1. Londrina, 1975. 126p.
- JACKSON, M.L. Soil chemical analysis-advanced course. University of Wisconsin, Madison, 1956. Paginação irregular.
- LAL, R. Erodibility and erosivity. In: LAL, R., ed. Soil erosion research methods. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1988. Chap. 7, p.141-160.
- MARGOLIS, E. & CAMPOS FILHO, O.R. Determinação dos fatores da equação universal de perdas de solo num Podzólico Amarelo de Glória do Goitá. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3. Recife, 1980. Anais...Recife; Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1981. p.239-250.
- MARGOLIS, E.; SILVA, A. B. da; JACQUES, F. de O. Determinação dos fatores da equação universal das perdas de solo para as condições de Caruaru (PE). R. bras. Ci. Solo, 9:165-169, 1985.
- MEBIUS, L.J. A rapid method for determination of organic carbon in soils. Anal. Chim. Acta., 22:120-124, 1960.
- MIDDLETON, H.E. Properties of soils which influence soil erosion. Washington: USDA, 1930. 16p. (Technical Bulletin, 176)
- MONDARDO, A.; JUCKSCH, I.; VIERIA, M.J.; FARIAS, G.S. de; HENKLAIN, J.C.; RUFINO, R.L. Erodibilidade do Latossolo Roxo distrófico com 8 % de declive, usando simulador de chuva. Londrina, IAPAR [1978]. não paginado.
- NELSON, D.W. & SOMMERS, L.E. A simple digestion procedure for estimation of total nitrogen in soils and sediments. J. Environ. Quality, 1:423-425, 1972.
- O'NEAL, A.M. A key for evaluating soil permeability by means of certain field clues. Soil Sci. Am. Proc., 16:312-315, 1952.
- PAEZ, M.L.; RODRIGUEZ, O.S.; LIZASO, J.I. Evaluacion preliminar de la erodabilidad de dos suelos agricolas de venezuela. 34p. Trabalho apresentado na X Jornadas

Agronomicas, San Cristobal, 1981.

- POMBO, L.C.A.; GIANLUPPI, D.; KLAMT, E. Determinação do fator K de solos do Rio Grande do Sul através de características físicas, químicas e mineralógicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3. Recife, 1980. Anais... Recife; Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1981. p.220-235.
- POMBO, L.C.A.; KLAMT, E.; KUNRATH, I.; GIANLUPPI, D. Identificação de óxidos de ferro na fração argila de Latossolo Roxo. R. bras. C. Solo, 6:13-7, 1982.
- RAIJ, B. Van & QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Instituto Agrônomo, Campinas, 1983. 31p. (Boletim Técnico,81).
- RESCK, D.V.S.; FIGUEIREDO, M. de S.; FERNANDES, B.; RESENDE, M.; SILVA, T.C.A. da. Erodibilidade de um Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico distrófico fase terraço, localizado na zona da mata (MG), determinada com simulador de chuva. R. bras. Ci. Solo, 5:7-14, 1981.
- ROMKENS, M.J.M.; ROTH, C.B.; NELSON, D.W. Erodibility of selected clay subsoils in relation to physical and chemical properties. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, 41:954-960, 1977.
- ROTH, C.B.; NELSON, D.W.; ROMKENS, M.J.M. Prediction of subsoil erodibility using chemical, mineralogical and physical parameters. Washington: U. S. Environmental Protection Agency, 1974. 111p. (EPA-660/2-74-043)
- SILVA, I. de F. da; ANDRADE, A.P. de; CAMPOS FILHO, O.R. Erodibilidade de seis solos do semi-árido paraibano obtida com chuva simulada e método nomográfico. R. bras. Ci. Solo, 10:283-287, 1986.
- SOMMERS, L.E. & NELSON, D.W. Determination of total phosphorus in soils: a rapid perchloric acid digestion procedure. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 36:902-904, 1972.
- TAVORA, M.R.P.; SILVA, J.R.C.; MOREIRA, E.S. Erodibilidade de dois solos da região de Ibiapaba, Estado do Ceará. R. bras. Ci. Solo, 9:59-62, 1985.
- VOZNESENSKY, A.S. & ARTSRUUI, A.B. A laboratory method for determining the anti-erosion resistance of soils. Soils and Fertilizer, 10:289-292, 1940.
- WISCHMEIER, W.H.; JOHNSON, C.B.; CROSS, B.V. A soil

erodibility nomogram for farmland and construction sites. J. Soil Water Cons., 26(5):189-193, 1971.

WISCHMEIER, W.H. & MANNERING, J.V. Relation of soil properties to its erodibility. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 33(1):131-137, 1969.

WISCHMEIER, W.H. & MEYER, L.D. Soil erodibility on construction areas. Washington, Highway Research Board, 1973.

WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains-guide for selection of practices for soil and water conservation. Washington: USDA, 1965. 47p. (Agriculture Handbook, 282)

WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Soil-loss estimation as a tool in soil and water management planning. Int. Assoc. Sci. Hydrol., 59:148-159, 1962.

APÉNDICE 1 .

Tabela 1.1. Valores do fator erodibilidade dos solos do Brasil determinados no campo e estimados por modelos matemáticos, considerando as características granulométricas determinadas pelos métodos da pipeta e de JACKSON (1956), e os respectivos coeficientes de correlação

Amostra determinada no campo	Erodibilidade do solo estimada por modelos matemáticos																	
	WISCHMEIERI				ROTH2				ROMKENS3				PROPOSTO4				PROPOSTO5	
	Pipeta	Jackson	Pipeta	Jackson	Pipeta	Jackson	Pipeta	Jackson	Pipeta	Jackson	Pipeta	Jackson	Pipeta	Jackson	Pipeta	Jackson		
1	0,027	0,021	0,014	-0,071	-0,092	0,024	0,017	0,023	0,017	0,023	0,017	0,023	0,017	0,015	0,016	0,016		
2	0,013	0,007	0,004	-0,114	-0,124	0,004	0,001	0,021	0,017	0,021	0,017	0,021	0,017	0,013	0,014	0,014		
3	0,009	0,007	0,006	-0,262	-0,267	0,007	0,005	0,017	0,015	0,017	0,015	0,017	0,015	0,015	0,017	0,017		
4	0,028	0,015	0,011	0,006	-0,006	0,019	0,015	0,023	0,017	0,023	0,017	0,023	0,017	0,025	0,025	0,025		
5	0,026	0,017	0,013	-0,037	-0,048	0,020	0,016	0,022	0,018	0,022	0,018	0,022	0,018	0,018	0,018	0,018		
6	0,025	0,001	-0,003	-0,416	-0,431	0,000	-0,005	0,014	0,009	0,014	0,009	0,014	0,009	0,022	0,022	0,022		
7	0,028	0,003	0,002	0,020	0,016	0,004	0,003	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,013	0,013	0,013		
8	0,022	0,010	0,006	-0,189	-0,210	0,005	-0,002	0,018	0,012	0,018	0,012	0,018	0,012	0,030	0,031	0,031		
9	0,010	0,016	0,014	0,030	0,025	0,018	0,016	0,014	0,012	0,014	0,012	0,014	0,012	0,016	0,016	0,016		
10	0,008	0,021	0,024	0,092	0,101	0,022	0,025	0,001	0,008	0,001	0,008	0,001	0,008	0,003	0,006	0,006		
11	0,021	0,008	0,004	-0,111	-0,127	0,004	-0,001	0,021	0,015	0,021	0,015	0,021	0,015	0,022	0,023	0,023		
12	0,032	0,027	0,025	0,057	0,052	0,034	0,032	0,028	0,026	0,028	0,026	0,028	0,026	0,029	0,030	0,030		
13	0,024	0,034	0,028	0,079	0,061	0,038	0,032	0,028	0,020	0,028	0,020	0,028	0,020	0,025	0,024	0,024		
14	0,012	0,009	0,005	-0,214	-0,229	0,009	0,004	0,016	0,010	0,009	0,010	0,016	0,010	0,011	0,011	0,011		
15	0,023	0,017	0,013	-0,076	-0,089	0,020	0,015	0,015	0,010	0,020	0,015	0,015	0,010	0,013	0,013	0,013		
16	0,003	0,004	0,001	0,058	0,060	0,005	0,002	0,001	-0,006	0,005	-0,006	0,001	-0,006	0,006	0,003	0,003		
17	0,024	0,003	0,001	0,052	0,046	0,001	-0,001	0,018	0,014	0,001	0,014	0,018	0,014	0,022	0,023	0,023		
18	0,008	0,025	0,020	0,064	0,051	0,027	0,025	0,016	0,011	0,027	0,025	0,016	0,011	0,013	0,012	0,012		
19	0,002	0,015	0,016	0,069	0,073	0,017	0,018	0,002	0,000	0,017	0,018	0,002	0,000	0,005	0,004	0,004		
20	0,044	0,033	0,022	-0,009	-0,025	0,037	0,032	0,036	0,030	0,037	0,032	0,036	0,030	0,039	0,039	0,039		
21	0,002	-0,003	-0,004	-0,017	-0,020	-0,014	-0,015	0,008	0,009	-0,014	-0,015	0,008	0,009	0,012	0,014	0,014		
22	0,003	0,015	0,011	0,001	-0,012	0,016	0,011	0,011	0,007	0,016	0,011	0,011	0,007	0,005	0,005	0,005		
0,025	0,026	0,021	0,062	0,048	0,029	0,023	0,024	0,023	0,018	0,029	0,024	0,023	0,018	0,015	0,014	0,014		

Continua...

Tabela 1.1. Valores do fator erodibilidade dos solos do Brasil determinados no campo e estimados por modelos matemáticos, considerando as características granulométricas determinadas pelos métodos da pipeta e de JACKSON (1956), e os respectivos coeficientes de correlação (continuação)

Amostra determinada a campo	Erodibilidade do solo estimada por modelos matemáticos											
	WISCHMEIER		ROTH2		ROMKENS3		PROPOSTO4		PROPOSTO5		R	
	Pipeta	Jackson	Pipeta	Jackson	Pipeta	Jackson	Pipeta	Jackson	Pipeta	Jackson		
24	0,012	0,028	0,026	0,081	0,076	0,027	0,025	0,015	0,014	0,007	0,008	0,008
25	0,032	0,030	0,026	0,056	0,022	0,037	0,032	0,027	0,023	0,025	0,026	0,026
26	0,031	0,026	0,026	0,046	0,045	0,026	0,026	0,029	0,028	0,038	0,038	0,038
27	0,008	0,023	0,020	-0,010	-0,017	0,026	0,024	0,016	0,016	0,011	0,013	0,013
28	0,005	0,029	0,030	0,057	0,059	0,030	0,031	0,017	0,020	0,015	0,017	0,017
29	0,032	0,030	0,022	0,077	0,053	0,038	0,030	0,039	0,031	0,040	0,041	0,041
30	0,004	0,025	0,026	0,003	0,006	0,029	0,029	0,010	0,013	0,007	0,008	0,008
31	0,006	0,022	0,023	-0,003	-0,002	0,025	0,025	0,010	0,011	0,013	0,014	0,014
R	1,0000	0,3262	0,1755	-0,0201	-0,0589	0,3731	0,2606	0,8332	0,7225	0,8260	0,8100	0,8100

1 Modelo de WISCHMEIER et alii (1971); Equação [2]

2 Modelo de ROTH et alii (1974); Equação [3]

3 Modelo de WISCHMEIER et alii (1971), modificado por ROMKENS et alii (1977); Equação [5]

4 Modelo proposto para o conjunto de solos do Brasil e dos EUA; Equação [8]

5 Modelo proposto para os solos do Brasil, ou solos com a variável "M" < 3.000; Equação [7]

Tabela 1.2. Valores do fator erodibilidade dos solos dos EUA determinados no campo e estimados por modelos matemáticos, considerando as características granulométricas determinadas pelos métodos da pipeta e de JACKSON (1956), e os respectivos coeficientes de correlação

Amostra	Erodibilidade do solo determinada a campo	Erodibilidade do solo estimada por modelos matemáticos							
		WISCHMEIER1		ROTH2		ROMKENS3		PROPOSTO4	
		Pipeta	Jackson	Pipeta	Jackson	Pipeta	Jackson	Pipeta	Jackson
101	0,060	0,061	0,064	0,151	0,160	0,060	0,063	0,058	0,060
103	0,051	0,051	0,055	0,128	0,137	0,049	0,052	0,053	0,055
104	0,051	0,047	0,059	0,140	0,170	0,045	0,055	0,050	0,059
105	0,071	0,069	0,069	0,142	0,142	0,071	0,071	0,067	0,067
106	0,057	0,055	0,055	0,132	0,130	0,051	0,050	0,054	0,054
112	0,055	0,058	0,053	0,167	0,155	0,056	0,052	0,055	0,052
114	0,073	0,067	0,067	0,155	0,156	0,070	0,070	0,069	0,069
115	0,053	0,054	0,054	0,134	0,134	0,053	0,052	0,052	0,052
117	0,067	0,062	0,060	0,152	0,147	0,061	0,059	0,058	0,057
119	0,057	0,059	0,058	0,132	0,129	0,057	0,056	0,055	0,054
121	0,043	0,040	0,035	0,117	0,104	0,042	0,037	0,046	0,042
123	0,034	0,040	0,034	0,091	0,073	0,044	0,038	0,047	0,042
125	0,029	0,034	0,036	0,116	0,120	0,034	0,035	0,038	0,039
126	0,033	0,032	0,034	0,078	0,085	0,032	0,035	0,035	0,037
128	0,037	0,037	0,047	0,110	0,136	0,037	0,045	0,043	0,051
131	0,033	0,032	0,030	0,039	0,034	0,034	0,032	0,037	0,036
133	0,055	0,054	0,054	0,134	0,134	0,053	0,053	0,053	0,053
135	0,009	0,011	0,009	0,065	0,060	0,011	0,009	0,017	0,016
140	0,051	0,066	0,045	0,173	0,125	0,059	0,042	0,055	0,041
144	0,009	0,011	0,011	0,068	0,069	0,010	0,011	0,003	0,004
145	0,071	0,070	0,077	0,151	0,167	0,070	0,075	0,063	0,068
147	0,033	0,041	0,036	0,084	0,070	0,043	0,038	0,041	0,038
149	0,055	0,054	0,066	0,153	0,182	0,050	0,059	0,053	0,061
150	0,036	0,038	0,045	0,103	0,122	0,038	0,044	0,044	0,049
152	0,051	0,057	0,050	0,135	0,119	0,053	0,048	0,053	0,049
154	0,049	0,050	0,050	0,119	0,119	0,051	0,051	0,048	0,048
155	0,063	0,058	0,060	0,170	0,176	0,055	0,057	0,056	0,058
157	0,054	0,051	0,048	0,146	0,136	0,049	0,045	0,046	0,043
160	0,076	0,067	0,069	0,160	0,166	0,069	0,071	0,065	0,067
162	0,047	0,042	0,038	0,121	0,111	0,041	0,038	0,041	0,039
164	0,015	0,017	0,018	0,059	0,061	0,013	0,013	0,021	0,022
166	0,069	0,069	0,076	0,128	0,146	0,068	0,074	0,065	0,070
168	0,047	0,045	0,045	0,139	0,139	0,042	0,043	0,048	0,049
169	0,026	0,029	0,026	0,071	0,062	0,031	0,028	0,038	0,035

Continua...

Tabela 1.2. Valores do fator erodibilidade dos solos dos EUA determinados no campo e estimados por modelos matemáticos, considerando as características granulométricas determinadas pelos métodos da pipeta e de JACKSON (1956), e os respectivos coeficientes de correlação (continuação)

Amostra	Erodibilidade do solo determinada a campo	Erodibilidade do solo estimada por modelos matemáticos							
		WISCHMEIER ¹		ROTH ²		ROMKENS ³		PROPOSTO ⁴	
		Pipeta	Jackson	Pipeta	Jackson	Pipeta	Jackson	Pipeta	Jackson
170	0,047	0,053	0,056	0,142	0,151	0,050	0,052	0,053	0,056
171	0,031	0,034	0,038	0,091	0,100	0,034	0,037	0,030	0,033
172	0,045	0,050	0,056	0,101	0,117	0,050	0,055	0,046	0,050
174	0,062	0,063	0,058	0,172	0,158	0,062	0,057	0,061	0,057
176	0,034	0,032	0,043	0,105	0,138	0,031	0,042	0,042	0,052
178	0,033	0,032	0,036	0,111	0,124	0,033	0,037	0,042	0,045
179	0,012	0,012	0,013	0,051	0,053	0,013	0,014	0,004	0,005
180	0,050	0,049	0,051	0,108	0,113	0,050	0,052	0,048	0,050
182	0,073	0,071	0,076	0,166	0,176	0,071	0,075	0,067	0,070
207	0,049	0,037	0,031	0,091	0,072	0,043	0,036	0,049	0,044
209	0,041	0,041	0,042	0,098	0,102	0,045	0,046	0,048	0,049
211	0,045	0,042	0,037	0,099	0,084	0,048	0,043	0,051	0,047
R	1,0000	0,9649	0,9343	0,8459	0,7938	0,9697	0,9491	0,9402	0,9132

1 Modelo de WISCHMEIER et alii (1971); Equação [2]

2 Modelo de ROTH et alii (1974); Equação [3]

3 Modelo de WISCHMEIER et alii (1971), modificado por ROMKENS et alii (1977); Equação [5]

4 Modelo proposto para o conjunto de solos do Brasil e dos EUA; Equação [8]

APÉNDICE 2

Tabela 2.1. Matriz de correlação para as variáveis dos solos do Brasil, com parâmetros granulométricos determinados pelo método de Jackson

Ji	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
J1	1,0000	-0,0567	-0,9683	-0,6895	-0,7028	-0,8234	-0,6463	-0,4867	0,9556	0,9104	-0,3567	-0,7714	-0,8611	-0,8173	-0,9125
J2		1,0000	-0,1302	0,3792	-0,2812	-0,3920	-0,0028	0,4684	0,2399	0,3406	0,9854	-0,1304	-0,2634	-0,3585	-0,3058
J3			1,0000	0,6289	0,7532	0,8920	0,6616	0,4242	-0,9801	-0,9496	0,1921	0,7966	0,9087	0,8808	0,9715
J4				1,0000	0,5219	0,3202	0,3077	0,3822	-0,5586	-0,4113	0,7361	0,7041	0,5852	0,4589	0,4938
J5					1,0000	0,7293	0,0233	-0,0765	-0,7658	-0,7359	0,0350	0,9731	0,9421	0,9371	0,8054
J6						1,0000	0,5351	0,0834	-0,9162	-0,9419	-0,1407	0,6930	0,8950	0,9222	0,9642
J7							1,0000	0,6754	-0,6301	-0,6300	0,1361	0,1022	0,3127	0,2863	0,5788
J8								1,0000	-0,3359	-0,2916	0,5155	0,0406	0,0639	-0,0006	0,2263
J9									1,0000	0,9857	-0,0797	-0,7881	-0,9147	-0,9002	-0,9775
J10										1,0000	0,0616	-0,7235	-0,8867	-0,8963	-0,9741
J11											1,0000	0,2286	0,0760	-0,0514	0,0021
J12												1,0000	0,9418	0,9036	0,8033
J13													1,0000	0,9890	0,9465
J14														1,0000	0,9470
J15															1,0000

Ji	J16	J17	J18	J19	J20	J21	J22	J23	J24	J25	J26	J27	J28	J29	J30
J16	1,0000	-0,8500	-0,8665	-0,6365	0,7790	0,1192	-0,7291	-0,7198	-0,7105	-0,8337	-0,1038	-0,0111	-0,1686	-0,2952	-0,3772
J17		1,0000	-0,2534	0,1911	-0,1575	0,9649	-0,4718	0,2935	0,6743	0,0917	0,1970	0,4242	0,4346	0,2892	0,3948
J18			1,0000	0,9018	0,8948	0,6211	0,7859	0,6289	0,5875	0,8311	0,0896	-0,0227	0,1329	0,2662	0,3401
J19				1,0000	0,3592	0,4128	0,3653	0,6256	0,8622	0,4863	0,1761	0,1215	0,5327	0,5244	0,6417
J20					1,0000	0,4814	0,3984	-0,0135	0,3860	0,3174	0,1286	-0,1821	0,0763	0,1971	0,2086
J21						1,0000	0,9885	0,8112	0,3953	0,6397	0,0493	-0,1179	-0,0403	0,1425	0,1477
J22							1,0000	0,9056	0,9526	0,5219	0,0305	0,1254	0,0774	0,1712	0,2461
J23								1,0000	0,8676	0,8017	-0,0200	0,2509	0,1236	0,0615	0,2485
J24									1,0000	-0,9822	-0,5654	0,7108	-0,0355	-0,2014	-0,2501
J25										1,0000	-0,9705	-0,9740	0,6560	0,0685	-0,1454
J26											1,0000	-0,0226	0,1155	0,4514	0,5826

Continua...

Tabela 2.1. Matriz de correlação para as variáveis dos solos do Brasil, com parâmetros granulométricos determinados pelo método de Jackson

Ji	J16	J17	J18	J19	J20	J21	J22	J23	J24	J25	J26	J27	J28	J29	J30
J12	0,7622	0,4972	0,4430	0,0859	-0,6558	-0,2618	0,6586	0,4244	0,4975	0,3790	0,1537	-0,1186	0,2059	0,3040	0,3388
J13	0,9012	0,7312	0,6523	0,2374	-0,7039	-0,4078	0,8032	0,4477	0,4285	0,5271	0,1042	-0,1282	0,1093	0,2551	0,2791
J14	0,8892	0,7355	0,6390	0,1929	-0,6583	-0,4839	0,8411	0,3761	0,3118	0,4882	0,0822	-0,1626	0,0232	0,1845	0,1892
J15	0,9824	0,9072	0,8475	0,4837	-0,7353	-0,4687	0,8524	0,5105	0,4105	0,7212	0,0801	-0,0966	0,0453	0,2141	0,2434
J16	1,0000	0,9262	0,9107	0,6204	-0,7674	-0,3776	0,8183	0,5910	0,5120	0,8308	0,0722	-0,0420	0,0671	0,2136	0,2760
J17	1,0000	1,0000	0,9703	0,7257	-0,6702	-0,4238	0,7484	0,5369	0,3898	0,8548	0,0272	-0,0135	0,0131	0,1769	0,2177
J18	1,0000	1,0000	1,0000	0,8577	-0,6874	-0,2822	0,6745	0,6190	0,5043	0,9528	0,0194	0,0545	0,0441	0,1702	0,2534
J19	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-0,5175	0,0180	0,3134	0,6224	0,5626	0,9449	0,0132	0,1877	0,1043	0,1420	0,2675
J20	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0049	-0,4355	-0,4207	-0,5864	-0,6914	-0,1876	-0,1178	-0,2439	-0,3098	-0,3760
J21	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-0,5449	0,1683	0,4955	-0,0981	0,1341	0,3439	0,3127	0,1636	0,2408
J22	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,5141	0,1325	0,5274	-0,0903	-0,3419	-0,2232	-0,0381	-0,0747
J23	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,7272	0,6649	0,0884	-0,1297	0,1765	0,2745	0,3089
J24	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,6256	0,2117	0,2726	0,5019	0,4792	0,6257
J25	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0287	0,1297	0,1008	0,1746	0,2989
J26	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0791	0,3671	0,4547	0,3244
J27	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,4472	0,2473	0,3593
J28	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9344	0,9444
J29	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9336
J30	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
J1	0,3774	0,0891	0,1058	-0,1923	0,5151	0,3861	-0,1674	-0,3632	0,7214	-0,4073	0,6193	0,4446	0,8803	0,8241	0,8468
J2	-0,4831	0,3380	0,2383	0,3693	-0,2041	0,2061	0,4433	0,3315	-0,2655	-0,3997	-0,1680	-0,0585	0,0323	-0,0723	-0,0631
J3	-0,3380	-0,0860	-0,0761	0,1020	-0,4935	-0,3692	0,1271	0,2845	-0,6752	0,4994	-0,5700	-0,4445	-0,9139	-0,8701	-0,8427
J4	-0,5445	0,2314	0,1474	0,3799	-0,5793	-0,1084	0,5543	0,5307	-0,5867	0,1727	-0,5118	-0,3476	-0,6014	-0,6736	-0,6319
J5	-0,1154	-0,1178	-0,0945	0,0659	-0,4413	-0,3533	0,0346	0,1889	-0,5348	0,3047	-0,4713	-0,2984	-0,6658	-0,5859	-0,6922
J6	-0,1628	-0,2117	-0,1536	-0,0430	-0,3562	-0,3970	-0,0588	0,0905	-0,5424	0,4875	-0,4642	-0,3772	-0,7929	-0,6942	-0,6618
J7	-0,2726	-0,0251	-0,0757	0,0466	-0,2086	-0,1709	0,1233	0,1805	-0,3700	0,4619	-0,2798	-0,3277	-0,6102	-0,6326	-0,5688

Continua...

Tabela 2.1. Matriz de correlação para as variáveis dos solos do Brasil, com parâmetros granulométricos determinados pelo método de Jackson

Ji	J31	J32	J33	J34	J35	J36	J37	J38	J39	J40	J41	J42	J43	J44	J45
J8	-0,5249	0,1034	0,1054	0,1448	-0,2090	0,0006	0,1995	0,2702	-0,3489	0,1895	-0,2738	-0,2063	-0,4584	-0,5178	-0,4828
J9	0,2482	0,1861	0,1728	-0,0784	0,4405	0,4364	-0,0321	-0,2556	0,6229	-0,5139	0,5523	0,4144	0,8654	0,7804	0,8950
J10	0,1630	0,2517	0,2202	-0,0094	0,3664	0,4578	0,0769	-0,1738	0,5651	-0,5304	0,5030	0,3652	0,8292	0,7208	0,7567
J11	-0,5447	0,3536	0,2418	0,4431	-0,4145	0,1027	0,5783	0,4842	-0,4637	-0,2144	-0,3567	-0,2008	-0,2509	-0,3669	-0,3351
J12	-0,2427	-0,0364	-0,0307	0,1566	-0,5239	-0,3240	0,1774	0,2998	-0,6045	0,2988	-0,5312	-0,3421	-0,7168	-0,6694	-0,6719
J13	-0,1986	-0,1203	-0,0902	0,0770	-0,4904	-0,3850	0,0691	0,2277	-0,6267	0,4124	-0,5452	-0,3877	-0,8131	-0,7380	-0,7339
J14	-0,1160	-0,1736	-0,1254	0,0151	-0,4318	-0,4017	-0,0248	0,1525	-0,5792	0,4202	-0,5037	-0,3613	-0,7808	-0,6856	-0,6884
J15	-0,1990	-0,1567	-0,1324	0,0291	-0,4368	-0,3992	0,0197	0,1908	-0,6169	0,5127	-0,5221	-0,4172	-0,8691	-0,7956	-0,7766
J16	-0,2877	-0,1269	-0,1039	0,0557	-0,4513	-0,3750	0,0577	0,2317	-0,6469	0,5172	-0,5438	-0,4314	-0,9040	-0,8462	-0,8225
J17	-0,2120	-0,1477	-0,1349	-0,0045	-0,3328	-0,3390	0,0045	0,1475	-0,5826	0,5421	-0,4375	-0,4052	-0,8126	-0,7603	-0,7208
J18	-0,3221	-0,1016	-0,0904	0,0350	-0,3446	-0,2753	0,0566	0,2001	-0,5549	0,5204	-0,4529	-0,4067	-0,8265	-0,7961	-0,7536
J19	-0,4141	0,0262	-0,0076	0,0926	-0,2276	-0,1151	0,1664	0,2349	-0,3942	0,3894	-0,3023	-0,3067	-0,6009	-0,6400	-0,5839
J20	0,3109	-0,0984	-0,0413	-0,0818	0,4375	0,1702	-0,2455	-0,1946	0,6146	-0,4688	0,4105	0,3208	0,7519	0,8533	0,6511
J21	-0,2709	0,2681	0,1836	0,3070	-0,0567	0,2223	0,3181	0,2330	-0,1186	-0,4839	-0,0498	0,0389	0,2188	0,1442	0,1142
J22	0,0871	-0,3339	-0,2169	-0,1574	-0,2529	-0,4417	-0,2674	0,0211	-0,4239	0,3516	-0,4234	-0,3227	-0,6985	-0,5256	-0,5387
J23	-0,2401	-0,1070	-0,1042	0,2662	-0,4185	-0,3359	0,2016	0,5120	-0,5467	0,0319	-0,4825	-0,3175	-0,5917	-0,5274	-0,5483
J24	-0,6181	0,2189	0,1305	0,4495	-0,5482	-0,1032	0,5214	0,5710	-0,6599	0,0190	-0,5392	-0,3547	-0,5910	-0,6460	-0,6534
J25	-0,4307	-0,0214	-0,0340	0,1006	-0,3500	-0,2228	0,1441	0,2611	-0,5445	0,4842	-0,4401	-0,3742	-0,7812	-0,7957	-0,7453
J26	0,1337	0,0898	-0,1707	0,4870	-0,2756	-0,1818	0,3860	0,5204	-0,1470	-0,1023	-0,1563	-0,0978	-0,0680	-0,1511	-0,0905
J27	-0,4010	0,5884	0,5867	-0,0282	-0,1321	0,5512	0,4368	-0,2096	-0,0470	0,0642	-0,1074	-0,0618	0,0572	-0,1693	-0,1719
J28	-0,4459	0,7697	0,5375	0,5505	-0,6801	0,3645	0,9617	0,4437	-0,4447	-0,2492	-0,4702	-0,3631	-0,1240	-0,2300	-0,2903
J29	-0,2838	0,5800	0,2795	0,6163	-0,7169	0,0761	0,8770	0,5478	-0,5094	-0,1961	-0,5071	-0,4451	-0,2258	-0,2741	-0,3177
J30	-0,6050	0,6275	0,4162	0,5977	-0,6895	0,1916	0,9064	0,5452	-0,5512	-0,1148	-0,5180	-0,4491	-0,3124	-0,3839	-0,4568
J31	1,0000	-0,4040	-0,4890	-0,2759	0,2390	-0,3580	-0,4773	-0,2641	0,3413	-0,1347	0,2543	0,1864	0,3231	0,4261	0,5560
J32	1,0000	1,0000	0,8359	0,2815	-0,3623	0,7848	0,7861	-0,0399	-0,1981	-0,2073	-0,1961	-0,1252	0,1293	-0,1022	-0,1566
J33	1,0000	1,0000	1,0000	0,0501	-0,2475	0,8474	0,5344	-0,1674	-0,1277	-0,1416	-0,1845	-0,0822	0,0668	-0,1023	-0,1370
J34	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-0,3828	0,0045	0,5659	0,8148	-0,3442	-0,2805	-0,2237	-0,0764	0,0184	-0,0993	-0,2399
J35	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2237	-0,7049	-0,5399	0,7762	0,2097	0,9065	0,5157	0,5512	0,3778	0,5602
J36	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,3279	-0,3784	0,2608	-0,0801	0,2983	0,1782	0,4155	0,0994	0,1483

Cont inua...

Tabela 2.1. Matriz de correlação para as variáveis dos solos do Brasil, com parâmetros granulométricos determinados pelo método de Jackson

Ji	J31	J32	J33	J34	J35	J36	J37	J38	J39	J40	J41	J42	J43	J44	J45
J37			1,0000												
J38			0,4764												
J39			1,0000												
J40			0,4482												
J41			0,4638												
J42			1,0000												
J43			0,1671												
J44			0,1398												
J45			1,0000												
Ji	J46	J47	J48	J49	J50	J51	J52	J53	J54	J55	J56	J57	J58	J59	Kobs
J1	0,3765	0,8549	-0,4821	-0,4030	-0,4604	0,7950	0,9537	0,9353	0,6417	-0,5524	-0,7102	-0,1774	0,7337	0,8341	0,1439
J2	0,1867	-0,0737	-0,0376	0,2634	0,1239	-0,0022	-0,0987	-0,0030	-0,0388	0,4335	0,3100	-0,3710	-0,0528	0,0628	0,0665
J3	-0,3560	-0,8960	0,4950	0,3970	0,4606	-0,8477	-0,9118	-0,9013	-0,6856	0,4690	0,6638	0,2839	-0,7381	-0,8551	-0,1372
J4	-0,0346	-0,6911	0,3176	0,6301	0,4945	-0,6297	-0,6925	-0,6008	-0,5820	0,6320	0,6744	-0,0463	-0,4701	-0,5993	0,0052
J5	-0,2143	-0,6079	0,1973	0,3451	0,2217	-0,5803	-0,6548	-0,6597	-0,4924	0,2595	0,3273	0,0190	-0,6239	-0,6388	-0,1125
J6	-0,3945	-0,7161	0,4380	0,1803	0,2865	-0,6942	-0,7545	-0,7921	-0,5369	0,1952	0,4078	0,3894	-0,6750	-0,7311	-0,1243
J7	-0,3264	-0,6457	0,5201	0,1738	0,4354	-0,6085	-0,5930	-0,5897	-0,4471	0,3231	0,5537	0,4347	-0,3820	-0,5521	-0,1270
J8	-0,1091	-0,5309	0,3061	0,2826	0,3816	-0,4781	-0,5100	-0,4359	-0,4638	0,6079	0,6905	0,6615	-0,2849	-0,4208	-0,0411
J9	0,4212	0,6099	-0,4811	-0,3146	-0,4121	0,7728	0,8784	0,9087	0,6129	-0,4100	-0,6001	-0,2825	0,6774	0,6298	0,1599
J10	0,4559	0,7498	-0,4635	-0,2179	-0,3521	0,7214	0,8469	0,8770	0,5553	-0,3221	-0,5222	-0,3200	0,6709	0,7904	0,1755
J11	0,1215	-0,3699	0,1162	0,4811	0,3156	-0,2895	-0,3886	-0,2762	-0,2947	0,6959	0,5343	-0,2942	-0,2540	-0,2284	0,0502
J12	-0,1878	-0,6924	0,2510	0,4576	0,3186	-0,6528	-0,7324	-0,7115	-0,5665	0,3881	0,4555	0,0016	-0,6468	-0,6937	-0,0931
J13	-0,3002	-0,7625	0,3588	0,3672	0,3303	-0,7278	-0,8049	-0,8094	-0,6013	0,3311	0,4721	0,1830	-0,7148	-0,7700	-0,1153
J14	-0,3221	-0,7092	0,3356	0,2879	0,2721	-0,6824	-0,7352	-0,7769	-0,5527	0,2472	0,3938	0,2039	-0,6970	-0,7342	-0,1270
J15	-0,3838	-0,8201	0,4599	0,3051	0,3775	-0,7849	-0,8418	-0,8593	-0,6205	0,3191	0,5211	0,3238	-0,7211	-0,8099	-0,1507
J16	-0,3811	-0,8718	0,4904	0,3391	0,4277	-0,8284	-0,8885	-0,8905	-0,6597	0,4163	0,6218	0,3153	-0,7322	-0,8408	-0,1490
J17	-0,4143	-0,7810	0,5405	0,2038	0,4013	-0,7483	-0,7797	-0,8020	-0,5672	0,2868	0,5375	0,4656	-0,6240	-0,7441	-0,1424

Continua...

Tabela 2.1. Matriz de correlação para as variáveis dos solos do Brasil, com parâmetros granulométricos determinados pelo método de Jackson

Ji	J46	J47	J48	J49	J50	J51	J52	J53	J54	J55	J56	J57	J58	J59	Kobs
J18	-0,3892	-0,8175	0,5487	0,2506	0,4477	-0,7751	-0,8116	-0,8115	-0,5981	0,4091	0,6483	0,4202	-0,6172	-0,7565	-0,1337
J19	-0,2649	-0,6544	0,4771	0,2340	0,4511	-0,6072	-0,6102	-0,5771	-0,4674	0,4690	0,6584	0,3187	-0,3755	-0,5444	-0,1028
J20	0,2560	0,8562	-0,2887	-0,3012	-0,3055	0,7802	0,6575	0,6472	0,5485	-0,3212	-0,5022	-0,2305	0,6578	0,6531	0,1259
J21	0,1979	0,1451	-0,1389	0,1308	0,0020	0,2074	0,0719	0,1491	0,1520	0,3124	0,1443	-0,4362	0,0811	0,2311	0,0417
J22	-0,4247	-0,5452	0,5450	0,2032	0,3933	-0,5499	-0,6853	-0,7676	-0,4603	0,2581	0,4199	0,2435	-0,6410	-0,6651	-0,2386
J23	-0,2956	-0,5480	0,6414	0,4982	0,6732	-0,5228	-0,7275	-0,7466	-0,4539	0,7302	0,7902	-0,0420	-0,5233	-0,5961	-0,2516
J24	-0,0681	-0,6688	0,3147	0,5691	0,4661	-0,5887	-0,7311	-0,6350	-0,5304	0,7500	0,7620	-0,1278	-0,4913	-0,5604	-0,0186
J25	-0,3337	-0,8161	0,4966	0,2938	0,4635	-0,7624	-0,7924	-0,7642	-0,5940	0,5168	0,7241	0,3245	-0,5564	-0,7149	-0,1155
J26	-0,1558	-0,1485	-0,1882	-0,0230	-0,1037	-0,1545	0,0394	-0,0728	-0,1266	-0,2150	-0,1949	-0,0643	-0,1448	0,1113	-0,0226
J27	0,5633	-0,1753	0,0695	0,4015	0,2500	-0,0961	-0,0999	0,0864	-0,1125	0,1525	0,1798	-0,0762	0,0981	0,0557	0,5893
J28	0,4557	-0,2455	0,0959	0,5710	0,3137	-0,1319	-0,1954	-0,0421	-0,1835	0,2354	0,1573	-0,3238	-0,2162	0,0707	0,0956
J29	0,2104	-0,2889	0,1264	0,4584	0,2714	-0,2013	-0,2590	-0,2032	-0,1980	0,1412	0,1057	-0,2360	-0,3148	-0,0130	-0,0542
J30	0,3084	-0,4082	0,1803	0,5840	0,3591	-0,2877	-0,3947	-0,2674	-0,2902	0,3219	0,2783	-0,2091	-0,3299	-0,1436	0,0172
J31	-0,3598	0,4572	-0,2221	-0,5623	-0,3779	0,3266	0,5108	0,2957	0,3291	-0,5652	-0,5293	0,0347	0,1588	0,3564	-0,1435
J32	0,7045	-0,1125	0,1023	0,5358	0,3009	0,0217	-0,0167	0,2192	-0,0517	0,1988	0,1177	-0,2867	0,0640	0,2072	0,1726
J33	0,8699	-0,1101	0,2944	0,6723	0,4819	0,0228	-0,0789	0,1799	-0,0459	0,3360	0,2313	-0,2739	0,0260	0,1100	0,3259
J34	0,0194	-0,1207	-0,0509	0,1974	0,0660	-0,0560	-0,1949	-0,1570	-0,0674	0,1819	0,0606	-0,2851	0,0586	0,0979	-0,2785
J35	-0,0767	0,4141	-0,2188	-0,4794	-0,2972	0,3042	0,5115	0,3627	0,2493	-0,4182	-0,3485	0,4404	0,6697	0,2454	0,0900
J36	0,8028	0,1092	0,0909	0,3878	0,2583	0,1930	0,2265	0,4091	0,0855	0,0621	-0,0044	-0,0643	0,4286	0,3103	0,3073
J37	0,4341	-0,2399	0,0808	0,5602	0,3057	-0,1068	-0,2056	-0,0176	-0,1251	0,2949	0,1978	-0,3908	-0,1769	0,0709	0,0652
J38	-0,1784	-0,2421	0,0580	0,2268	0,1559	-0,1953	-0,3252	-0,3234	-0,1568	0,3090	0,2277	-0,2532	-0,2534	-0,0743	-0,2886
J39	0,0867	0,5448	-0,3484	-0,4318	-0,3481	0,4127	0,7202	0,5604	0,3275	-0,5437	-0,4988	0,2906	0,8155	0,5318	0,3897
J40	-0,2459	-0,5152	0,0908	-0,0322	0,0954	-0,5352	-0,3482	-0,3614	-0,3429	-0,0530	0,2483	0,6958	-0,0334	-0,4338	0,3586
J41	-0,0126	0,4050	-0,3073	-0,4581	-0,3334	0,2827	0,6477	0,4726	0,2007	-0,5066	-0,4464	0,3897	0,7761	0,3338	0,0363
J42	0,0636	0,3098	-0,2005	-0,2723	-0,2149	0,2556	0,4039	0,4344	0,2238	-0,2332	-0,2184	0,0862	0,6758	0,4136	0,2662
J43	0,3510	0,8218	-0,4407	-0,3530	-0,3949	0,7761	0,8173	0,8069	0,6452	-0,4834	-0,6357	-0,2051	0,8811	0,8231	0,1803
J44	0,2377	0,9958	-0,4506	-0,4477	-0,4770	0,9794	0,7461	0,7696	0,8531	-0,4460	-0,6915	-0,4058	0,5741	0,7657	0,0074
J45	0,0713	0,7663	-0,4398	-0,5286	-0,4812	0,6291	0,8922	0,6697	0,4734	-0,6024	-0,7124	-0,0923	0,5941	0,6373	0,0191
J46	1,0000	0,2244	0,1199	0,5682	0,3352	0,3460	0,1732	0,4299	0,2672	0,1583	-0,0306	-0,3911	0,2606	0,3556	0,4209

Continua...

Tabela 2.1. Matriz de correlação para as variáveis dos solos do Brasil, com parâmetros granulométricos determinados pelo método de Jackson

Ji	J46	J47	J48	J49	J50	J51	J52	J53	J54	J55	J56	J57	J58	J59	Kobs
J47	1,0000	-0,4645													
J48		1,0000	-0,4732												
J49			1,0000	0,6358											
J50				1,0000	0,8649										
J51					1,0000	0,4154									
J52						1,0000	0,6972								
J53							1,0000	0,8840							
J54								1,0000	0,6422						
J55									1,0000	0,3277					
J56										1,0000	0,9009				
J57											1,0000	0,0754			
J58												1,0000	0,0448		
J59													1,0000	0,6201	
Kobs														1,0000	0,1629

Obs.: Valores maiores do que 0,3550 são significativos ao nível de 5 % de probabilidade

Valores maiores do que 0,4556 são significativos ao nível de 1 % de probabilidade

Tabela 2.2. Matriz de correlação para as variáveis dos solos do Brasil, com parâmetros granulométricos determinados pelo método da pipeta

Pi	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
P1	1,0000	0,4661	-0,9700	-0,7058	-0,7250	-0,7905	-0,6101	-0,3890	0,9700	0,9470	0,0927	-0,7960	-0,8418	-0,7927	-0,9010
P2		1,0000	-0,6672	-0,1038	-0,6508	-0,7757	-0,3219	0,1055	0,6672	0,7106	0,8779	-0,5626	-0,6986	-0,7461	-0,7656
P3			1,0000	0,6228	0,7892	0,8787	0,6021	0,2985	-1,0000	-0,9925	-0,3192	0,8248	0,9006	0,8724	0,9689
P4				1,0000	0,5269	0,3396	0,3267	0,1698	-0,6228	-0,5231	0,3851	0,7182	0,5810	0,4532	0,5079
P5					1,0000	0,8279	0,0108	-0,1671	-0,7892	-0,7779	-0,3502	0,9698	0,9609	0,9559	0,8497
P6						1,0000	0,3516	-0,0752	-0,8787	-0,9044	-0,5562	0,7752	0,9297	0,9560	0,9611
P7							1,0000	0,6089	-0,6021	-0,6051	-0,1413	0,1026	0,2278	0,1896	0,4946
P8								1,0000	1,0000	0,2988	0,1797	-0,0881	-0,0873	-0,1267	0,0868
P9									1,0000	0,9925	0,3192	-0,8248	-0,9006	-0,8724	-0,9689
P10										1,0000	0,4075	-0,7869	-0,8909	-0,8799	-0,9766
P11											1,0000	-0,1762	-0,3685	-0,4741	-0,4659
P12												1,0000	0,9533	0,9126	0,8413
P13													1,0000	0,9888	0,9497
P14														1,0000	0,9471
P15															1,0000

Continua...

Tabela 2.2. Matriz de correlação para as variáveis dos solos do Brasil, com parâmetros granulométricos determinados pelo método da pipeta

Pi	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30
P12	0,7869	0,6003	0,5015	0,0275	-0,7385	-0,5528	0,7472	0,5687	0,3704	0,3587	0,0984	-0,1584	0,1622	0,2832	0,3115
P13	0,8909	0,7722	0,6531	0,1102	-0,7764	-0,6894	0,8208	0,5000	0,2451	0,4505	0,0757	-0,1630	0,0786	0,2317	0,2463
P14	0,8799	0,7718	0,6408	0,0672	-0,7291	-0,7322	0,8384	0,4075	0,1241	0,4160	0,0490	-0,2051	-0,0130	0,1522	0,1481
P15	0,9766	0,9278	0,8428	0,3645	-0,8413	-0,7612	0,8353	0,5022	0,2171	0,6524	0,0807	-0,1219	0,0420	0,2095	0,2326
P16	1,0000	0,9429	0,9203	0,5332	-0,8906	-0,7090	0,8000	0,5742	0,3053	0,7940	0,0375	-0,0739	0,0603	0,2056	0,2653
P17	1,0000	0,9560	0,9560	0,6058	-0,8123	-0,7172	0,7136	0,4633	0,2072	0,7923	0,0844	-0,0135	0,0583	0,2131	0,2510
P18	1,0000	0,7916	1,0000	0,7916	-0,8339	-0,6028	0,6277	0,5385	0,3190	0,9348	0,0465	0,0482	0,0795	0,1945	0,2806
P19	1,0000	1,0000	0,5721	1,0000	-0,5721	-0,1852	0,1871	0,4766	0,4201	0,9268	0,0336	0,2100	0,1492	0,1608	0,2933
P20	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,4672	-0,5412	-0,5923	-0,5923	-0,5579	-0,7841	-0,1803	-0,1333	-0,2750	-0,3500	-0,4359
P21	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-0,6980	0,0023	0,0023	0,3638	-0,3905	0,0656	0,3597	0,1761	-0,0062	0,0196
P22	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,4705	-0,0094	0,4597	-0,1174	-0,3473	-0,2050	-0,0164	-0,0440
P23	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,7913	0,6014	0,0396	-0,0081	0,2453	0,3027	0,4113
P24	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,4569	0,2035	0,4005	0,5476	0,4769	0,6218
P25	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0178	0,1203	0,1259	0,1806	0,3149
P26	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0791	0,3671	0,4547	0,3244
P27	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,4472	0,2473	0,3593
P28	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9344	0,9444
P29	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9336
P30	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
P1	0,4162	0,0065	0,0175	-0,1619	0,5551	0,3188	-0,2276	-0,3356	0,7169	-0,3585	0,6386	0,4594	0,9039	0,8821	0,8570
P2	-0,0684	0,2612	0,2201	0,1018	0,0708	0,3123	0,2392	0,0233	0,3669	-0,4212	0,1641	0,2780	0,5450	0,3821	0,4514
P3	-0,3316	-0,0772	-0,0752	0,1083	-0,4923	-0,3542	0,1259	0,2762	-0,7044	0,4176	-0,5827	-0,4631	-0,9108	-0,8477	-0,8456
P4	-0,5310	0,2336	0,1724	0,3444	-0,6408	-0,1299	0,5645	0,4917	-0,6501	-0,0273	-0,5789	-0,3509	-0,6116	-0,6344	-0,6414
P5	-0,0729	-0,1702	-0,1066	-0,0135	-0,4463	-0,3990	-0,0287	0,1391	-0,5927	0,1949	-0,5233	-0,3092	-0,7064	-0,5680	-0,6085
P6	-0,0785	-0,2029	-0,1540	-0,0425	-0,3269	-0,3762	-0,0939	0,0709	-0,5009	0,5013	-0,4511	-0,3720	-0,7524	-0,6448	-0,6634
P7	-0,3368	0,0564	-0,0345	0,1601	-0,2010	-0,0964	0,2188	0,2528	-0,3283	0,4640	-0,2311	-0,3107	-0,5448	-0,6286	-0,5559

Continua...

Tabela 2.2. Matriz de correlação para as variáveis dos solos do Brasil, com parâmetros granulométricos determinados pelo método da pipeta

Pi	P31	P32	P33	P34	P35	P36	P37	P38	P39	P40	P41	P42	P43	P44	P45
P8	-0,4920	0,1270	0,0818	0,1819	-0,1434	0,0382	0,1641	0,2421	-0,3625	0,0235	-0,1874	-0,2347	-0,3694	-0,4185	-0,3870
P9	0,3316	0,0772	0,0752	-0,1083	0,4923	0,3542	-0,1259	-0,2762	0,7044	-0,4176	0,5827	0,4631	0,9108	0,8477	0,8456
P10	0,2787	0,1204	0,1087	-0,0645	0,4367	0,3657	-0,0495	-0,2245	0,6663	-0,4591	0,5449	0,4500	0,8972	0,8249	0,8215
P11	-0,3191	0,3548	0,2872	0,2603	-0,2242	0,2272	0,4938	0,2583	0,0274	-0,4040	-0,1264	0,0890	0,2112	0,0491	0,1100
P12	-0,2120	-0,0723	-0,0378	0,0877	-0,5492	-0,3639	0,1384	0,2549	-0,6726	0,1517	-0,5945	-0,3538	-0,7538	-0,6470	-0,6821
P13	-0,1611	-0,1391	-0,0956	0,0308	-0,4764	-0,3919	0,0358	0,1825	-0,6314	0,3280	-0,5621	-0,3840	-0,7989	-0,6852	-0,7146
P14	-0,0792	-0,1951	-0,1363	-0,0293	-0,4044	-0,4055	-0,0641	0,1098	-0,5725	0,3642	-0,5096	-0,3563	-0,7630	-0,6343	-0,6652
P15	-0,1802	-0,1543	-0,1319	0,0263	-0,4236	-0,3904	0,0147	0,1798	-0,6140	0,4740	-0,5266	-0,4169	-0,8534	-0,7669	-0,7705
P16	-0,2787	-0,1204	-0,1087	0,0645	-0,4367	-0,3657	0,0495	0,2245	-0,6663	0,4591	-0,5449	-0,4500	-0,8972	-0,8249	-0,8215
P17	-0,2239	-0,1155	-0,1263	0,0499	-0,3320	-0,3146	0,0428	0,1745	-0,5188	0,5869	-0,4349	-0,4187	-0,8051	-0,7707	-0,7475
P18	-0,3461	-0,0631	-0,0863	0,0990	-0,3356	-0,2653	0,0874	0,2287	-0,5663	0,5236	-0,4395	-0,4396	-0,8204	-0,8050	-0,7751
P19	-0,4443	0,0946	0,0143	0,1877	-0,1971	-0,0460	0,2182	0,2758	-0,3800	0,3157	-0,2368	-0,3106	-0,5255	-0,6028	-0,5407
P20	0,3904	-0,0882	-0,0454	-0,1298	0,5304	0,2248	-0,2762	-0,2722	0,6948	-0,4231	0,5449	0,4153	0,8634	0,9184	0,7841
P21	-0,0446	0,2258	0,2066	0,0706	0,1190	0,3012	0,1873	-0,0040	0,3963	-0,4221	0,1815	0,2947	0,5460	0,3796	0,4707
P22	0,0537	-0,3131	-0,1997	-0,1359	-0,2724	-0,4315	-0,2472	0,0338	-0,4808	0,2093	-0,4394	-0,3355	-0,7010	-0,5171	-0,5324
P23	-0,4429	-0,0496	-0,0470	0,2218	-0,4770	-0,3101	0,2667	0,4411	-0,5489	0,0006	-0,5502	-0,2955	-0,6266	-0,5878	-0,6046
P24	-0,5948	0,2947	0,2171	0,3468	-0,5479	-0,0212	0,5776	0,4544	-0,4738	-0,0545	-0,5135	-0,2286	-0,4316	-0,5480	-0,5152
P25	-0,4657	0,0215	-0,0204	0,1639	-0,3332	-0,1806	0,1671	0,2926	-0,5787	0,3737	-0,4155	-0,4172	-0,7590	-0,7744	-0,7359
P26	0,1337	0,0898	-0,1707	0,4870	-0,2756	-0,1818	0,3860	0,5204	-0,1470	-0,1384	-0,1563	-0,0978	-0,0680	-0,1511	-0,0905
P27	-0,4010	0,5884	0,5867	-0,0282	-0,1321	0,5512	0,4368	-0,2096	-0,0470	0,0245	-0,1074	-0,0618	0,0572	-0,1693	-0,1719
P28	-0,4459	0,7697	0,5375	0,5505	-0,6801	0,3345	0,9617	0,4437	-0,4447	-0,2821	-0,4702	-0,3631	-0,1240	-0,2300	-0,2903
P29	-0,2838	0,5800	0,2795	0,6163	-0,7169	0,0761	0,8770	0,5478	-0,5094	-0,2349	-0,5071	-0,4451	-0,2258	-0,2741	-0,3177
P30	-0,6050	0,6275	0,4162	0,5977	-0,6895	0,1916	0,9064	0,5452	-0,5512	-0,1600	-0,5180	-0,4491	-0,3124	-0,3639	-0,4568
P31	1,0000	-0,4040	-0,4690	-0,2759	0,2390	-0,3580	-0,4773	-0,2641	0,3413	-0,1004	0,2543	0,1664	0,3231	0,4261	0,5560
P32	1,0000	1,0000	0,8359	0,2815	-0,3623	0,7848	0,7861	-0,0399	-0,1961	-0,2162	-0,1961	-0,1252	0,1293	-0,1022	-0,1566
P33	1,0000	1,0000	1,0000	0,0501	-0,2475	0,8474	0,5344	-0,1674	-0,1277	-0,1522	-0,1845	-0,0822	0,0668	-0,1023	-0,1370
P34	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-0,3628	0,0045	0,5659	0,8148	-0,3442	-0,3045	-0,2237	-0,0764	0,0184	-0,0993	-0,2399
P35	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2237	-0,7049	-0,5399	0,7962	0,2743	0,9065	0,5157	0,5512	0,3778	0,5602
P36	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,3279	-0,3784	0,2608	-0,0551	0,2983	0,1782	0,4155	0,0994	0,1483

Cont inua...

Tabela 2.2. Matriz de correlação para as variáveis dos solos do Brasil, com parâmetros granulométricos determinados pelo método da pipeta

Pi	P31	P32	P33	P34	P35	P36	P37	P38	P39	P40	P41	P42	P43	P44	P45
P37							1,0000								
P38							1,0000	0,4764							
P39							1,0000	0,4638							
P40							1,0000	0,2157							
P41							1,0000	0,1862							
P42							1,0000	0,6034							
P43							1,0000	0,6402							
P44							1,0000	0,8024							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,2165							
P45							1,0000	-0,2149							
P45							1,0000	0,7039							
P45							1,0000	-0,4447							
P45							1,0000	0,6555							
P45							1,0000	0,3019							
P45							1,0000	0,7412							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,8024							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							
P45							1,0000	0,7045							
P45							1,0000	1,0000							

Tabela 2.2. Matriz de correlação para as variáveis dos solos do Brasil, com parâmetros granulométricos determinados pelo método da pipeta

Pi	P46	P47	P48	P49	P50	P51	P52	P53	P54	P55	P56	P57	P58	P59	Kobs
P18	-0,3837	-0,8284	0,4132	0,2536	0,3832	-0,7752	-0,8280	-0,8156	-0,5889	0,4435	0,6519	0,3802	-0,5951	-0,7484	-0,1503
P19	-0,2347	-0,6152	0,3193	0,2061	0,3585	-0,5616	-0,5506	-0,5036	-0,4264	0,5010	0,6419	0,2504	-0,2800	-0,4701	-0,1447
P20	0,2676	0,9323	-0,3808	-0,4007	-0,3988	0,8590	0,8141	0,7848	0,6580	-0,4453	-0,6321	-0,2305	0,7301	0,7624	0,0843
P21	0,3406	0,4042	-0,3117	0,0110	-0,1516	0,3637	0,4502	0,4433	0,2286	0,0289	-0,1070	-0,3437	0,4327	0,4973	0,4415
P22	-0,4216	-0,5366	0,6400	0,2029	0,4203	-0,5350	-0,6823	-0,7615	-0,4556	0,2816	0,4325	0,2363	-0,6591	-0,6584	-0,3019
P23	-0,2264	-0,6099	0,5246	0,5472	0,5593	-0,5754	-0,7751	-0,7635	-0,5044	0,7798	0,8076	-0,0760	-0,5456	-0,6312	-0,0216
P24	0,0652	-0,5623	0,2370	0,5685	0,4038	-0,5004	-0,5663	-0,4675	-0,4611	0,6367	0,6522	-0,1625	-0,3652	-0,4001	0,2480
P25	-0,3183	-0,7957	0,3982	0,2899	0,4056	-0,7317	-0,7790	-0,7374	-0,5707	0,5849	0,7434	0,2544	-0,5292	-0,6896	-0,1937
P26	-0,1558	-0,1485	-0,1882	-0,0230	-0,1037	-0,1545	0,0394	-0,0728	-0,1266	-0,2150	-0,1949	-0,0643	-0,1448	0,1113	-0,0226
P27	0,5633	-0,1753	0,0695	0,4015	0,2500	-0,0761	-0,0999	0,0864	-0,1125	0,1525	0,1798	-0,0762	0,0981	0,0557	0,5893
P28	0,4557	-0,2455	0,0759	0,5710	0,3137	-0,1319	-0,1954	-0,0421	-0,1835	0,2354	0,1573	-0,3238	-0,2162	0,0707	0,0956
P29	0,2104	-0,2889	0,1264	0,4584	0,2714	-0,2013	-0,2590	-0,2032	-0,1980	0,1412	0,1057	-0,2360	-0,3148	-0,0130	-0,0542
P30	0,3084	-0,4062	0,1803	0,5840	0,3591	-0,2877	-0,3947	-0,2674	-0,2902	0,3219	0,2783	-0,2091	-0,3299	-0,1436	0,0172
P31	-0,3598	0,4572	-0,2221	-0,5623	-0,3779	0,3266	0,5108	0,2957	0,3291	-0,5652	-0,5293	0,0347	0,1588	0,3564	-0,1435
P32	0,7045	-0,1125	0,1023	0,5358	0,3009	0,0217	-0,0167	0,2192	-0,0517	0,1988	0,1177	-0,2867	0,0640	0,2072	0,1726
P33	0,8699	-0,1101	0,2944	0,6723	0,4819	0,0228	-0,0789	0,1799	-0,0459	0,3360	0,2313	-0,2739	0,0260	0,1100	0,3259
P34	0,0194	-0,1207	-0,0509	0,1974	0,0660	-0,0560	-0,1949	-0,1570	-0,0674	0,1819	0,0606	-0,2851	0,0586	0,0779	-0,2785
P35	-0,0767	0,4141	-0,2188	-0,4794	-0,2972	0,3042	0,5115	0,3627	0,2493	-0,4182	-0,3485	0,4404	0,6697	0,2454	0,0900
P36	0,8028	0,1092	0,0709	0,3878	0,2583	0,1930	0,2265	0,4091	0,0855	0,0621	-0,0044	-0,0643	0,4286	0,3103	0,3073
P37	0,4341	-0,2399	0,0808	0,5602	0,3057	-0,1068	-0,2056	-0,0176	-0,1251	0,2949	0,1978	-0,3908	-0,1769	0,0709	0,0652
P38	-0,1784	-0,2421	0,0580	0,2268	0,1559	-0,1953	-0,3252	-0,3234	-0,1568	0,3090	0,2277	-0,2532	-0,2534	-0,0743	-0,2686
P39	0,0867	0,5448	-0,3484	-0,4318	-0,3481	0,4127	0,7202	0,5604	0,3275	-0,5437	-0,4968	0,2906	0,8155	0,5318	0,3897
P40	-0,2418	-0,4434	0,0498	-0,0788	0,0511	-0,4609	-0,2966	-0,3101	-0,2723	-0,0843	0,2015	0,6860	0,0096	0,3732	0,3435
P41	-0,0126	0,4050	-0,3073	-0,4581	-0,3334	0,2827	0,6477	0,4926	0,2007	-0,5066	-0,4464	0,3897	0,7761	0,3338	0,0363
P42	0,0636	0,3098	-0,2005	-0,2723	-0,2149	0,2556	0,4039	0,4344	0,2238	-0,2332	-0,2184	0,0862	0,6758	0,4136	0,2662
P43	0,3510	0,8218	-0,4407	-0,3530	-0,3949	0,7761	0,8173	0,8089	0,6452	-0,4834	-0,6357	-0,2051	0,8811	0,8231	0,1803
P44	0,2377	0,9958	-0,4506	-0,4477	-0,4770	0,9794	0,7461	0,7696	0,0531	-0,4460	-0,6715	-0,4058	0,5741	0,7657	0,0074
P45	0,0713	0,7663	-0,4398	-0,5286	-0,4812	0,6291	0,8922	0,6697	0,4734	-0,6024	-0,7124	-0,0923	0,5941	0,6373	0,0191
P46	1,0000	0,2244	0,1199	0,5682	0,3352	0,3460	0,1732	0,4299	0,2672	0,1503	-0,0306	-0,3911	0,2606	0,3556	0,4209

Continua...

Tabela 2.2. Matriz de correlação para as variáveis dos solos do Brasil, com parâmetros granulométricos determinados pelo método da pipeta

Pi	P46	P47	P48	P49	P50	P51	P52	P53	P54	P55	P56	P57	P58	P59	Kobs
P47	1,0000	-0,4645	-0,4732	-0,4937	0,9675	0,7901	0,7828	0,8331	-0,4812	-0,7176	-0,3792	0,5963	0,7751	0,0093	
P48	1,0000	0,6358	0,9033	-0,4152	-0,5670	-0,5202	-0,3776	0,5155	0,6379	0,1499	-0,3675	-0,4559	-0,0586		
P49	1,0000	0,8649	-0,3521	-0,5598	-0,3644	-0,3398	0,7125	0,6582	-0,2504	-0,3136	-0,3342	0,1921			
P50	1,0000	1,0000	-0,4154	-0,5828	-0,4700	-0,3835	0,6571	0,7224	0,0035	-0,3085	-0,4166	0,0708			
P51	1,0000	1,0000	0,9062	0,7760	0,9062	-0,3791	-0,6575	-0,4916	0,5332	0,7678	-0,0052				
P52	1,0000	1,0000	0,8840	0,5718	-0,7087	-0,8075	-0,0746	0,6663	0,8069	0,0456					
P53	1,0000	1,0000	0,6422	-0,5163	-0,2232	0,6545	0,8379	0,1367							
P54	1,0000	1,0000	1,0000	-0,3277	-0,4400	0,4319	0,6564	-0,0065							
P55	1,0000	1,0000	1,0000	0,9009	-0,2897	-0,3966	-0,4772	0,0040							
P56	1,0000	1,0000	1,0000	0,9000	0,0954	-0,4572	-0,6556	0,0652							
P57	1,0000	1,0000	1,0000	0,448	-0,3147	0,1318									
P58	1,0000	1,0000	1,0000	0,6201	0,2261										
P59	1,0000	1,0000	1,0000	0,1629											
Kobs	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000											

Obs.: Valores maiores do que 0,3550 são significativos ao nível de 5 % de probabilidade
 Valores maiores do que 0,4556 são significativos ao nível de 1 % de probabilidade

Tabela 2.3. Matriz de correlação para as variáveis dos solos do Brasil e dos EUA

Xi	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	
X1	1,0000	-0,1520	-0,4714	-0,4054	-0,4217	-0,4054	-0,3385	-0,2108	0,3300	0,2880	-0,2170	-0,4625	-0,4722	-0,4378	-0,4467	
X2		1,0000	-0,7935	-0,2480	-0,6915	-0,7689	-0,6481	-0,4915	0,8827	0,8942	0,9892	-0,6410	-0,7495	-0,7703	-0,7998	
X3			1,0000	0,4839	0,8728	0,9318	0,7908	0,5831	-0,9820	-0,9639	-0,7418	0,8571	0,9580	0,9529	0,9866	
X4				1,0000	0,5134	0,2366	0,1736	0,1724	-0,4295	-0,3048	-0,1036	0,7057	0,5449	0,4043	0,3747	
X5					1,0000	0,7863	0,4158	0,2522	-0,8608	-0,8318	-0,6324	0,9703	0,9611	0,9508	0,8833	
X6						1,0000	0,7642	0,4835	-0,9271	-0,9426	-0,7539	0,7158	0,9020	0,9389	0,9679	
X7							1,0000	0,7714	-0,7800	-0,7970	-0,6396	0,3925	0,5937	0,6143	0,7687	
X8								1,0000	-0,5697	-0,5754	-0,4789	0,2577	0,3585	0,3576	0,4990	
X9									1,0000	0,9910	0,8416	-0,8319	-0,9402	-0,9438	-0,9763	
X10										1,0000	0,8722	-0,7728	-0,9109	-0,9355	-0,9741	
X11											1,0000	-0,5515	-0,6873	-0,7299	-0,7648	
X12												1,0000	0,9471	0,8989	0,8342	
X13													1,0000	0,9872	0,9609	
X14														1,0000	0,9769	
X15															1,0000	
X16																
X17																
X18																
X19																
X20																
X21																
X22																
X23																
X24																
X25																
X26																
X27																
X28																
X29																
X30																
X31																
X32																
X33																
X34																
X35																
X36																
X37																
X38																
X39																
X40																
X41																

Continua...

Tabela 2.3. Matriz de correlação para as variáveis dos solos do Brasil e dos EUA

Xi	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28	X29	X30
X12	0,8089	0,6232	0,5930	0,3661	-0,3067	-0,6627	0,6842	-0,0501	-0,4316	-0,4063	0,5821	0,5885	0,1323	-0,3720	-0,3892
X13	0,9390	0,8272	0,7903	0,5421	-0,2996	-0,7178	0,8348	-0,1442	-0,5639	-0,5638	0,7447	0,7420	0,1113	-0,4452	-0,3788
X14	0,9536	0,8595	0,8182	0,5560	-0,2628	-0,7043	0,8741	-0,1928	-0,6119	-0,6131	0,7586	0,7541	0,1085	-0,4740	-0,3538
X15	0,9935	0,9434	0,9186	0,7142	-0,2723	-0,7264	0,8782	-0,2086	-0,6427	-0,6523	0,8713	0,8608	0,1084	-0,4711	-0,3476
X16	1,0000	0,9547	0,9468	0,7803	-0,2742	-0,7336	0,8573	-0,2239	-0,6495	-0,6601	0,9183	0,9085	0,1148	-0,4603	-0,3447
X17	1,0000	1,0000	0,9881	0,8510	-0,2453	-0,6717	0,8375	-0,2393	-0,6426	-0,6774	0,9356	0,9156	0,0731	-0,4346	-0,2872
X18	1,0000	1,0000	1,0000	0,9147	-0,2456	-0,6729	0,7922	-0,2532	-0,6379	-0,6708	0,9770	0,9596	0,0845	-0,4131	-0,2826
X19	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-0,2108	-0,5634	0,5515	-0,2186	-0,5232	-0,5497	0,9599	0,9425	0,0917	-0,2873	-0,2162
X20	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-0,1730	-0,2236	-0,4089	-0,3605	-0,3282	-0,2629	-0,2514	-0,0342	-0,1634	0,5288
X21	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-0,5118	0,5919	0,8702	0,8279	-0,6681	-0,6754	-0,1449	0,4789	-0,0547
X22	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-0,0685	-0,5101	-0,5424	0,7058	0,6817	-0,0528	-0,4918	-0,3445
X23	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,7934	0,7551	-0,2484	-0,2553	-0,2284	0,2559	-0,3708
X24	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9689	-0,6062	-0,6108	-0,1697	0,5187	-0,1964
X25	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-0,6284	-0,6400	-0,1333	0,5418	-0,1638
X26	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9874	0,1104	-0,3758	-0,2817
X27	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,1054	-0,3863	-0,2907
X28	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0686	-0,0146
X29	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-0,0657
X30	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
X1	-0,1729	-0,1321	0,3682	0,2210	0,8221	0,7534	0,7711	0,5203	0,7777	-0,2058	-0,1070	-0,1684	0,3779	0,5175	-0,1333
X2	-0,7290	-0,7438	0,2748	0,3276	-0,2071	-0,2607	-0,2738	-0,4411	-0,2700	-0,3182	-0,3077	-0,3114	0,3455	0,3671	0,8539
X3	0,7551	0,7386	-0,4744	-0,4077	-0,3478	-0,2826	-0,2568	0,0997	-0,2875	0,4297	0,3823	0,4121	-0,5697	-0,6348	-0,6753
X4	0,2599	0,2400	-0,2819	-0,0848	-0,3416	-0,3598	-0,3400	-0,8434	-0,3677	0,1572	0,3010	0,2393	-0,3007	-0,2846	-0,1434
X5	0,6065	0,5959	-0,4277	-0,3537	-0,3354	-0,2072	-0,2066	0,8632	-0,2131	0,2397	0,3082	0,2504	-0,5282	-0,5535	-0,5378
X6	0,7263	0,7159	-0,4248	-0,3900	-0,2960	-0,2112	-0,1912	0,0872	-0,2148	0,4189	0,2909	0,3431	-0,5451	-0,5734	-0,6788
X7	0,6710	0,6549	-0,3266	-0,3404	-0,2148	-0,2289	-0,1886	0,0902	-0,2293	0,4867	0,2902	0,4356	-0,3891	-0,5052	-0,6063

Continua...

Tabela 2.3. Matriz de correlação para as variáveis dos solos do Brasil e dos EUA

Xi	X31	X32	X33	X34	X35	X36	X37	X38	X39	X40	X41	X42	X43	X44	Kobs
X8	0,5203	0,5034	-0,3127	-0,2837	-0,1060	-0,1871	-0,1484	0,2280	-0,1876	0,4003	0,3851	0,4505	-0,2803	-0,4420	-0,4789
X9	-0,7785	-0,7733	0,4373	0,4178	0,1930	0,1093	0,1051	-0,1738	0,1119	-0,4022	-0,3449	-0,3778	0,5095	0,5966	0,7521
X10	-0,7827	-0,7801	0,4194	0,4282	0,1529	0,0620	0,0605	-0,1899	0,0636	-0,4007	-0,3193	-0,3630	0,4928	0,5871	0,7719
X11	-0,7094	-0,7276	0,2397	0,3237	-0,2639	-0,3216	-0,3321	-0,4593	-0,3324	-0,3034	-0,2707	-0,2839	0,3094	0,3340	0,8549
X12	0,5737	0,5594	-0,4331	-0,3210	-0,3733	-0,2722	-0,2663	0,0400	-0,2794	0,2428	0,3395	0,2746	-0,5211	-0,5377	-0,4947
X13	0,6884	0,6748	-0,4631	-0,3776	-0,3667	-0,2655	-0,2527	0,0649	-0,2716	0,3423	0,3437	0,3273	-0,5726	-0,5957	-0,6116
X14	0,7014	0,6903	-0,4515	-0,3959	-0,3350	-0,2212	-0,2109	0,0792	-0,2263	0,3438	0,3181	0,3119	-0,5674	-0,5957	-0,6397
X15	0,7503	0,7370	-0,4543	-0,4131	-0,3298	-0,2414	-0,2199	0,0886	-0,2456	0,4105	0,3363	0,3708	-0,5652	-0,6198	-0,6827
X16	0,7644	0,7497	-0,4631	-0,4205	-0,3203	-0,2487	-0,2241	0,1120	-0,2527	0,4334	0,3627	0,4031	-0,5616	-0,6331	-0,6961
X17	0,7478	0,7343	-0,4097	-0,3933	-0,2797	-0,2317	-0,1984	0,0948	-0,2341	0,4743	0,3096	0,4045	-0,5130	-0,5802	-0,6900
X18	0,7520	0,7370	-0,4180	-0,3977	-0,2649	-0,2384	-0,2025	0,1260	-0,2407	0,4903	0,3439	0,4390	-0,5014	-0,5909	-0,6935
X19	0,6541	0,6367	-0,3408	-0,3396	-0,1882	-0,2267	-0,1799	0,1455	-0,2272	0,4831	0,3413	0,4658	-0,3721	-0,5107	-0,5939
X20	-0,1604	-0,1269	0,2431	0,0642	0,7079	0,8579	0,6805	0,3789	0,8600	-0,1346	-0,1264	-0,1386	0,3497	0,3205	-0,1450
X21	-0,6674	-0,6766	0,2078	0,2014	-0,1678	-0,1897	-0,1995	-0,3917	-0,1965	-0,2777	-0,3032	-0,2882	0,3064	0,2516	0,7984
X22	0,5503	0,5413	-0,4570	-0,3733	-0,3869	-0,2385	-0,2375	-0,0587	-0,2453	0,4803	0,2640	0,3826	-0,5830	-0,5299	-0,5774
X23	-0,3964	-0,4241	0,0312	0,0656	-0,5518	-0,4611	-0,4790	-0,6141	-0,4769	-0,0795	-0,1763	-0,0913	0,0077	-0,0779	0,5872
X24	-0,6326	-0,6573	0,1730	0,2388	-0,3866	-0,4074	-0,4217	-0,5191	-0,4211	-0,2650	-0,2477	-0,2505	0,2375	0,1934	0,8463
X25	-0,6309	-0,6565	0,1509	0,2361	-0,3524	-0,3553	-0,3909	-0,4806	-0,3973	-0,2692	-0,2306	-0,2485	0,2432	0,2325	0,8888
X26	0,7508	0,7342	-0,4212	-0,3961	-0,2498	-0,2527	-0,2109	0,1506	-0,2547	0,4802	0,3747	0,4613	-0,4732	-0,5987	-0,6709
X27	0,7318	0,7228	-0,4056	-0,4067	-0,2294	-0,2277	-0,1931	0,1633	-0,2298	0,4235	0,3702	0,4266	-0,4607	-0,5879	-0,6951
X28	0,0973	0,0914	-0,1593	-0,1025	0,0881	0,0097	0,0615	0,0937	0,0158	-0,0166	0,0070	0,0415	-0,0748	-0,0677	-0,0692
X29	-0,3834	-0,4071	0,0644	0,2335	-0,1090	-0,2459	-0,2543	0,0561	-0,2541	-0,1059	0,0809	-0,0016	0,0848	0,2473	0,7005
X30	0,1656	0,1869	0,7287	0,5145	0,6856	0,3933	0,5449	0,1922	0,4244	-0,1730	-0,1988	-0,1541	0,6551	0,4713	0,9233
X31	1,0000	0,9952	-0,0442	-0,1688	-0,0283	-0,1333	-0,0341	0,1805	-0,1243	0,2626	0,1993	0,2686	-0,1724	-0,4447	-0,5212
X32	1,0000	1,0000	-0,0346	-0,1778	0,0161	-0,0765	0,0123	0,2024	-0,0672	0,2494	0,1846	0,2541	-0,1627	-0,4304	-0,5401
X33	1,0000	1,0000	1,0000	0,6039	0,4095	0,1444	0,3650	-0,1627	0,1772	-0,3309	-0,4244	0,3415	0,6962	0,4119	0,2090
X34	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,1839	-0,0647	-0,0641	-0,1014	-0,0665	-0,1575	-0,1412	-0,1365	0,3478	0,5483	0,2757
X35	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,7406	0,6965	0,4832	0,7565	-0,1745	-0,0832	-0,1292	0,5840	0,4679	-0,1967
X36	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,7467	0,3802	0,9963	-0,2547	-0,2397	-0,2699	0,2851	0,2861	-0,2256

Continua...

Tabela 2.3. Matriz de correlação para as variáveis dos solos do Brasil e dos EUA

Xi	X31	X32	X33	X34	X35	X36	X37	X38	X39	X40	X41	X42	X43	X44	Kobs									
X37						1,0000																		
X38							0,2799																	
X39							1,0000	0,2783																
X40								1,0000																
X41									0,6993															
X42									1,0000															
X43										0,2289														
X44											0,6738													
Kobs												0,2560												
													0,2889											
														0,2023										
															0,2314									
																0,3007								
																	0,2329							
																		0,2913						
																			0,2363					
																				0,2592				
																					0,2744			
																						1,0000		
																							1,0000	
																								1,0000

Obs.: Valores maiores do que 0,2241 são significativos ao nível de 5 % de probabilidade

Valores maiores do que 0,2920 são significativos ao nível de 1 % de probabilidade

Tabela 2.4. Matriz de correlação para as variáveis dos solos dos EUA

Ei	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
E1	1,0000	0,2676	-0,6177	-0,2627	-0,5886	-0,5704	-0,4880	-0,3001	0,2341	-0,6238	-0,0038	-0,5023	-0,5679	0,1376	0,1998
E2		1,0000	-0,9214	-0,5345	-0,8205	-0,8423	-0,7246	-0,5001	0,9800	-0,9038	0,9080	-0,7153	-0,8494	0,9763	0,1046
E3			1,0000	0,5445	0,9087	0,9161	0,7827	0,5197	-0,8909	0,9875	-0,7040	0,7879	0,9193	-0,8482	-0,1626
E4				1,0000	0,5783	0,2602	0,1387	0,0595	-0,3559	0,4055	-0,2452	0,1070	0,2429	-0,4208	0,0034
E5					1,0000	0,7498	0,4894	0,2594	-0,7713	0,8817	-0,5872	0,6505	0,7196	-0,7512	-0,0612
E6						1,0000	0,8271	0,4703	-0,8701	0,9495	-0,7151	0,9376	0,9847	-0,7887	-0,2392
E7							1,0000	0,7846	-0,7686	0,8269	-0,6333	0,7146	0,8924	-0,6770	-0,2239
E8								1,0000	-0,5390	0,5552	-0,4415	0,2780	0,6164	-0,5058	-0,1222
E9									1,0000	-0,9040	0,9463	-0,7658	-0,8822	0,9806	0,1165
E10										1,0000	-0,7211	0,8385	0,9562	-0,8454	-0,1779
E11											1,0000	-0,6478	-0,7246	0,9498	0,0774
E12												1,0000	0,8916	-0,6463	-0,3033
E13													1,0000	-0,8028	-0,2373
E14														1,0000	0,0517
E15															1,0000

Ei	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26	E27	E28	E29	Kobs
E1	0,3380	0,5207	0,5204	0,2247	0,8962	0,4991	0,6158	0,5656	0,5883	0,8066	0,5747	0,8430	0,1886	0,6724	0,0604
E2	0,4223	0,1186	0,1197	0,0882	0,1744	-0,0790	0,2227	0,4396	0,5997	0,0692	0,4630	0,2595	0,3266	0,0898	0,8178
E3	-0,4653	-0,3156	-0,3164	-0,1696	-0,4998	-0,1257	-0,4520	-0,6077	-0,7427	-0,3630	-0,6302	-0,5668	-0,3748	-0,3397	-0,6814
E4	-0,1833	-0,1376	-0,1391	-0,1558	-0,2750	-0,0093	-0,2195	-0,3527	-0,4132	-0,1258	-0,3638	-0,3099	-0,2312	-0,1699	-0,2639
E5	-0,4039	-0,3609	-0,3615	-0,2392	-0,5035	-0,1869	-0,4951	-0,5705	-0,6766	-0,3783	-0,5889	-0,5334	-0,3815	-0,3625	-0,5250
E6	-0,4645	-0,2675	-0,2678	-0,1199	-0,4272	-0,1129	-0,4096	-0,5686	-0,6823	-0,3262	-0,5878	-0,5102	-0,3527	-0,2701	-0,7173
E7	-0,3968	-0,2143	-0,2148	-0,0453	-0,3604	-0,0462	-0,2671	-0,4404	-0,5901	-0,2745	-0,4633	-0,4272	-0,2347	-0,2352	-0,6380
E8	-0,2500	0,0009	0,0000	0,1511	-0,1897	0,0645	-0,0633	-0,2096	-0,3271	-0,1324	-0,2267	-0,2735	-0,0139	-0,1665	-0,4368
E9	0,4239	0,0998	0,0996	0,0609	0,1282	-0,0895	0,1947	0,4031	0,5659	0,0469	0,4265	0,2141	0,3068	0,0593	0,8422
E10	-0,4726	-0,3181	-0,3187	-0,1556	-0,4930	-0,1353	-0,4513	-0,5961	-0,7318	-0,3720	-0,6184	-0,5595	-0,3650	-0,3383	-0,6931
E11	0,3401	-0,0582	-0,0573	0,0096	-0,1541	-0,2314	-0,0080	0,2077	0,3685	-0,1993	0,2286	-0,0709	0,2440	-0,1618	0,8557

Continua...

Tabela 2.4. Matriz de correlação para as variáveis soltas dos EUA

Ei	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26	E27	E28	E29	Kobs
E12	-0,4421	-0,3382	-0,3381	-0,2571	-0,4046	-0,1875	-0,4015	-0,4725	-0,5642	-0,3095	-0,4881	-0,4113	-0,3976	-0,2164	-0,6563
E13	-0,4627	-0,2384	-0,2389	-0,0769	-0,4183	-0,0872	-0,3785	-0,5492	-0,6736	-0,3163	-0,5697	-0,5096	-0,3181	-0,2743	-0,7250
E14	0,3905	0,0140	0,0150	-0,0060	0,0334	-0,1559	0,1228	0,3693	0,5354	-0,0348	0,3926	0,1465	0,2525	-0,0022	0,8247
E15	0,4020	0,1185	0,1174	0,0988	0,1649	0,1214	0,0876	0,1183	0,1671	0,0485	0,1261	0,1483	0,1540	0,0061	0,3348
E16	1,0000	-0,0224	-0,0230	-0,1018	0,2041	0,0884	0,0552	0,1520	0,2304	0,2895	0,1631	0,1838	-0,1624	0,0988	0,6446
E17	1,0000	0,9999	0,9999	0,8218	0,7708	0,7024	0,6436	0,0557	0,1934	0,5234	0,0730	0,2856	0,5931	0,5971	-0,0902
E18	1,0000	1,0000	1,0000	0,8222	0,7708	0,7023	0,6436	0,0556	0,1934	0,5229	0,0729	0,2854	0,5933	0,5967	-0,0899
E19	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,5798	0,5584	0,4331	-0,1071	0,0380	0,3062	-0,0905	0,0350	0,5867	0,3556	-0,1047
E20	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,7101	0,6499	0,3260	0,4150	0,7964	0,3407	0,6584	0,3420	0,7170	-0,0638
E21	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,3275	-0,2183	-0,0600	0,6463	-0,2020	0,1104	0,0713	0,4701	-0,1634
E22	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,4827	0,4556	0,4686	0,4849	0,6358	0,6243	0,6550	-0,0366
E23	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,8994	0,1663	0,9986	0,8626	0,4142	0,2485	0,1950
E24	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,1427	0,9208	0,7946	0,4808	0,2734	0,3529
E25	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,1654	0,4653	-0,0404	0,6782	-0,0657
E26	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,8640	0,4268	0,3553	0,2152
E27	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,3364	0,5013	0,0086
E28	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2550	0,0870
E29	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-0,0968
Kobs															1,0000

Obs.: Valores maiores do que 0,2900 são significativos ao nível de 5 % de probabilidade
 Valores maiores do que 0,3750 são significativos ao nível de 1 % de probabilidade

APÉNDICE 3

**1. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CARBONO DO SOLO EXTRAÍVEL
COM PIROFOSFATO DE SÓDIO**

REAGENTES

- 1. Solução de pirofosfato de sódio 0,15 M:** dissolver 66,909 g de pirofosfato de sódio ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) em água destilada e diluir para um litro. A seguir ajustar o pH em 8,0 usando ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado, gota a gota, sob vigorosa agitação.
- 2. Solução de bicromato de potássio 0,5 N:** dissolver 24,516 g de bicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) em água destilada e diluir para um litro.
- 3. Solução de sulfato ferroso amoniacal (Sal de Mohr 0,1 N):** dissolver 39,250 g de sulfato ferroso amoniacal ($\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) em água destilada, adicionar 10 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado e diluir para um litro.
- 4. Solução indicadora de difenilamina sulfonato de bário:** dissolver 0,50 g de ácido difenilamina sulfonato de bário ($\text{C}_{24}\text{H}_{20}\text{BaN}_2\text{O}_6\text{S}_2$) em 20 ml de água destilada e adicionar 100 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado.
- 5. Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4):** 15 ml por amostra.
- 6. Ácido fosfórico concentrado (H_3PO_4):** 5 ml por amostra.

PROCEDIMENTO

- 1. Pesar em um tubo de centrífuga (100 ml), empregando uma balança com precisão de 0,01 g, 5,00 g de terra seca ao ar (< 0,177 mm, ou < 80 mesh).**
- 2. Adicionar, exatamente, 25 ml da solução de pirofosfato de sódio 0,15 M ajustada para pH 8,0.**

3. Tampar o tubo e agitar, lentamente, por 16 horas.
4. Centrifugar durante 30 minutos a 5.000 rpm.
5. Decantar o sobrenadante em frasco limpo, seco e provido de tampa.
6. Pipetar uma alíquota de 5 ml do extrato e verte-la para um frasco Erlenmeyer, ou balão de 125 ml, ou 250 ml, apropriado para aquecimento sob refluxo.
7. Adicionar 5 ml da solução de bicromato de potássio 0,5 N e 15 ml de ácido sulfúrico concentrado.
8. Levar a mistura a ebulição, sob refluxo, por 30 minutos.
9. Remover a mistura do calor e lavar o condensador com uma pequena quantidade de água destilada, recolhendo-se esta água de lavagem em um Erlenmeyer comum com capacidade para 125 ml.
10. Após o resfriamento da mistura submetida a ebulição, transferi-la, completamente, para o Erlenmeyer que contém a água de lavagem do condensador.
11. Adicionar 5 ml de ácido fosfórico concentrado e 5 gotas da solução indicadora de difenilamina sulfonato de bário e titular a mistura com o Sal de Mohr 0,1 N.
12. Padronizar o Sal de Mohr, por titulação contra 5 ml da solução de bicromato de potássio 0,5 N, acrescida de 5 ml de ácido fosfórico concentrado, 50 ml de água destilada e 5 gotas da solução indicadora de difenilamina sulfonato de bário (gasto aproximado de 25 ml do Sal de Mohr).
13. Conduzir uma prova em branco, contendo 5 ml da solução de bicromato de potássio 0,5 M e 15 ml de ácido sulfúrico concentrado, no processo de ebulição sob refluxo, durante 30 minutos e submete-la a titulação como descrito para a amostra de solo.

OBS.: Os tempos de ebulição para a amostra e a prova em branco devem ser, rigorosamente, iguais, pois a solução de bicromato de potássio se decompõe parcialmente durante a ebulição, afetando, diretamente, no volume gasto do Sal de Mohr durante a titulação.

CÁLCULOS

1. Determinar a umidade gravimétrica da amostra de solo empregada na

análise e corrigir sua massa para solo seco em estufa (105°C), pela fórmula:

$$\text{MASE} = (\text{MASA} \times 100) / (\text{Ug} + 100)$$

onde MASE = massa da amostra seca em estufa, expressa em g;

MASA = massa da amostra seca ao ar empregada para análise, expressa em g; (5,00 g);

Ug = umidade gravimétrica da amostra, expressa em percentagem.

2. Calcular a normalidade real da solução de sulfato ferroso amoniacal (Sal de Mohr), titulada contra 5 ml da solução de bicromato de potássio 0,5 N.

3. Calcular a percentagem de carbono extraído por pirofosfato de sódio pela fórmula:

$$C (\%) = ((Lb - La) \times N \times 0,003 \times 5 \times 100) / \text{MASE}$$

onde: Lb = volume gasto do Sal de Mohr na titulação da prova em branco, expresso em ml;

La = volume gasto do Sal de Mohr na titulação da amostra, expresso em ml;

N = normalidade real do Sal de Mohr;

MASE = massa da amostra seca em estufa, expressa em g;

5 = fator de correção para a alíquota do extrato utilizado.

2. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CARBONO DO SOLO EXTRAÍDO POR ÁGUA QUENTE

REAGENTES

1. Solução de bicromato de potássio 0,2 N: dissolver 9,806 g de bicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) em água e diluir para um litro.

2. Solução de sulfato ferroso amoniacal (Sal de Mohr) 0,05 N: dissolver 19,625 g de sulfato ferroso amoniacal ($\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) em água destilada, adicionar 5 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado e diluir para um litro.

3. Solução indicadora de difenilamina sulfonato de bário: dissolver 0,5 g de ácido difenilamina sulfonato de bário ($\text{C}_{24}\text{H}_{20}\text{BaN}_2\text{O}_6\text{S}_2$) em 20

ml de água destilada e adicionar 100 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado.

4. Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4): 15 ml por amostra.

5. Ácido fosfórico concentrado (H_3PO_4): 5 ml por amostra.

PROCEDIMENTO

1. Pesar em um frasco Erlenmeyer, ou balão, de 125 ml, ou 250 ml, apropriado para aquecimento sob refluxo, 10,0 g de terra seca ao ar (< 0,177 mm, ou <80 mesh).
2. Adicionar 20 ml de água destilada.
3. Levar a mistura a ebulição, sob refluxo, por 30 minutos.
4. Lavar o condensador com pequena quantidade de água, juntando a água da lavagem à mistura submetida a ebulição.
5. Transferir a mistura para um tubo de centrífuga com o auxílio de uma piceta, consumindo uma pequena quantidade de água.
6. Centrifugar a mistura, por 10 minutos a 10.000 rpm, ou por 30 minutos a 5.000 rpm, aproximadamente.
7. Decantar o sobrenadante em um balão volumétrico de 100 ml.
8. Lavar o resíduo, precipitado no tubo da centrífuga, com 10 ml de água quente.
9. Centrifugar, como descrito no item 6, e decantar o sobrenadante no balão volumétrico de 100 ml, juntando-o a amostra.
10. Completar o volume para 100 ml com água destilada.
11. Pipetar uma alíquota de 10 ml desta solução, para a determinação do carbono, transferindo-a para o Erlenmeyer, ou balão, de 125 ml, ou 250 ml, apropriado para aquecimento sob refluxo.
12. Adicionar 5 ml da solução de bicromato de potássio 0,2 N.
13. Adicionar 15 ml de ácido sulfúrico concentrado.
14. Levar a mistura a ebulição, sob refluxo, por 30 minutos.
15. Remover a mistura do calor e lavar o condensador com uma pequena quantidade de água destilada, recolhendo-se esta água de lavagem em um Erlenmeyer comum com capacidade para 125 ml.
16. Após o resfriamento da mistura, submetida a ebulição, transferí-la, completamente, para o Erlenmeyer que contém a água da lavagem do

condensador.

17. Adicionar 5 ml de ácido fosfórico concentrado e 5 gotas da solução indicadora de difenilamina sulfonato de bário e titular a mistura com Sal de Mohr 0,05 N.

18. Padronizar o Sal de Mohr, por titulação contra 5 ml da solução bicromato de potássio 0,2 N, acrescida de 5 ml de ácido fosfórico concentrado, 50 ml de água destilada e 5 gotas da solução indicadora de difenilamina sulfonato de bário (gasto aproximado de 20 ml do Sal de Mohr).

19. Conduzir uma prova em branco, contendo 5 ml da solução de bicromato de potássio 0,2 N e 15 ml de ácido sulfúrico concentrado no processo de ebulição sob refluxo, durante 30 minutos e submetê-la a titulação, como descrito para a amostra de solo.

OBS.: Os tempos de ebulição para a amostra e a prova em branco devem ser, rigorosamente, iguais, pois a solução de bicromato de potássio se decompõe parcialmente durante a ebulição, afetando diretamente, no volume gasto do Sal de Mohr durante a titulação.

CÁLCULOS

1. Determinar a unidade gravimétrica da amostra de solo empregada na análise e corrigir sua massa para solo seco em estufa (105°C), pela fórmula:

$$MASE = (MASA \times 100) / (Ug + 100)$$

onde: MASE = Massa da amostra seca em estufa, expressa em g;

MASA = massa da amostra seca ao ar empregada para análise, expressa em g (10,0 g);

Ug = unidade gravimétrica da amostra, expressa em percentagem.

2. Calcular a normalidade real da solução de sulfato ferroso amoniacal (Sal de Mohr), titulado contra 5 ml da solução de bicromato de potássio 0,2 N.

3. Calcular a percentagem de carbono extraível por água quente pela fórmula:

$$C (\%) = ((Lb - La) \times 0,003 \times 10 \times 100) / MASE$$

onde: Lb = volume gasto do Sal de Mohr na titulação da prova em branco, expresso em ml;
La = volume gasto do Sal de Mohr na titulação da amostra, expresso em ml;
N = normalidade real do Sal de Mohr;
MASE = massa da amostra seca em estufa, expressa em g;
10 = fator de correção para a alíquota de extrato utilizada.

3. DETERMINAÇÃO DE UM ÍNDICE DE POLISSACARÍDEOS DO SOLO - POLISSACARÍDEOS OXIDÁVEIS PELO PERIODATO DE SÓDIO

REAGENTES

1. Solução de periodato de sódio 0,05 M, ou 0,1 N: dissolver 10,695 g de periodato de sódio (NaIO_4) em água destilada, e diluir para um litro.
2. Solução de arsenito de sódio 0,1 M, ou 0,2 N: dissolver 12,990 g de arsenito de sódio (NaAsO_2) e 4,0 g de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) em água destilada e diluir para um litro.
3. Solução de iodo 0,05 M, ou 0,05 N: dissolver 20,0 g de iodeto de potássio (KI) em 40 ml de água destilada. Adicionar 6,35 g de iodo sublimado (I_2) na solução de iodeto de potássio, agitar até a dissolução do iodo e completar o volume para um litro.
4. Solução de amido: pesar 1,0 g de amido solúvel e adicionar uma quantidade de água destilada suficiente para formar uma pasta. Diluir a pasta em 100 ml de água fervente e ferver a solução por um minuto. Deixar a solução esfriar e adicionar 3,0 g de iodeto de potássio (KI).

PROCEDIMENTO

1. Pesar, em um tubo de centrífuga (100 ml), empregando uma balança com precisão de 0,01 g, 2,5 g de terra seca ao ar ($< 0,177$ mm, ou < 80 mesh).
2. Adicionar, exatamente, 25 ml da solução de periodato de sódio 0,05 M.

3. Tampar o tubo e agitar, lentamente, por 24 horas.
4. Centrifugar durante 10 minutos a 5.000 rpm.
5. Pipetar uma alíquota de 15 ml do sobrenadante, depositando-a em um frasco Erlenmeyer de 125 ml.
6. Adicionar 1,0 g de bicarbonato de sódio e 10 ml da solução de arsenito de sódio 0,1 M.
7. Adicionar 2 ml da solução de amido e lavar as paredes internas do frasco Erlenmeyer com jatos de água destilada.
8. Titular a mistura com a solução de iodo 0,05 M.
9. Padronizar a solução de iodo, por titulação contra 10 ml da solução de arsenito de sódio 0,1 M, adicionando-se 1,0 g de bicarbonato de sódio e 2 ml da solução de amido (gasto aproximado de 40 ml da solução de iodo).
10. Conduzir uma prova em branco, contendo 25 ml da solução de periodato de sódio, submetendo-a ao mesmo processo das amostras (agitação e centrifugação).
11. Pipetar uma alíquota de 15 ml da prova em branco, verte-la para um frasco Erlenmeyer de 125 ml, adicionar 10 ml da solução de arsenito de sódio 0,1 M, 1,0 g de bicarbonato de sódio e 2 ml da solução de amido, e titular com a solução de iodo (gasto aproximado de 10 ml):

CÁLCULOS

1. Determinar a umidade gravimétrica da amostra de solo empregada na análise e corrigir sua massa seca em estufa (105°C), pela fórmula:

$$\text{MASE} = (\text{MASA} \times 100) / (\text{Ug} + 100)$$

onde: MASE = massa da amostra seca em estufa, expressa em g;

MASA = Massa da amostra seca ao ar empregada para análise, expressa em g (2,5 g);

Ug = umidade gravimétrica da amostra, expressa em percentagem.

2. Calcular a normalidade real da solução de iodo, titulada contra 10 ml da solução de arsenito 0,2 N.
3. Calcular os equivalentes miligrama de periodato de sódio reduzidos pelos polissacarídeos do solo, multiplicando-se a diferença entre os

volumes gastos da solução de iodo, na titulação da amostra e da prova em branco, pela normalidade real desta solução e ajusta-los para a alíquota de periodato de sódio e a massa da amostra seca em estufa empregadas. Utilizar a fórmula:

$$\text{NaIO}_4 \text{ (me)} = ((L_a - L_b) \times N \times 25) / (\text{MASE} \times 15)$$

onde: L_a = volume gasto da solução de iodo na titulação da amostra, expresso em ml;

L_b = volume gasto na solução de iodo na titulação da prova em branco, expresso em ml;

N = normalidade real da solução de iodo;

MASE = massa da amostra seca em estufa, expressa em g;

4. Transformar os equivalentes miligrama de periodato de sódio em mmol de periodato de sódio, pela fórmula:

$$\text{mmol} = \text{me} \times K$$

onde: K = é o número de elétrons cedidos, ou recebidos, pela molécula de NaIO_4 , que neste caso é 2;

me = equivalente miligrama de NaIO_4 ;

mmol = milimol de NaIO_4 .