

MAPA DE ERODIBILIDADE DOS SOLOS DA BACIA DO RIO JARDIM-DF

**Thiago Avelar Chaves¹, Roberto Arnaldo Trancoso Gomes¹,
Éder de Souza Martins², Osmar Abílio de Carvalho Júnior¹,
Adriana Reatto dos Santos Braga² & Renato Fontes Guimarães¹**

¹Universidade de Brasília - UnB/GEA/LSIE

Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte - 70910-900, Brasília, DF, Brasil.
thiagochvs@gmail.com; {osmarjr, robertogomes, renatofg}@unb.br;

²EMBRAPA Cerrados, Rodovia Brasília-Fortaleza, km 18, Planaltina, Distrito Federal.
{eder, reatto}@cpac.embrapa.br

Recebido 08 de agosto de 2010, revisado 23 de setembro, aceito 12 de novembro

Resumo - O presente trabalho objetiva elaborar o mapa de erodibilidade do solo (fator K da Equação Universal de Perdas do Solo) para a bacia do rio Jardim. A metodologia adotada utiliza um modelo matemático simplificado desenvolvido especificamente para a área de estudo que considera apenas o teor de argila. As informações utilizadas são provenientes do mapa de solos semi-detalhado (escala 1:50.000). Para uma melhor distribuição das informações pedológicas cada classe de solo foi analisada separadamente definindo estratégias específicas para a sua representação como o emprego do valor médio ou interpolação dos dados. O Plintossolo possui a maior erodibilidade, enquanto que os Latossolos a menor erodibilidade.

Palavras-Chave: Erodibilidade, Erosão, EUPS, Teor de Argila.

Abstract - This paper aims to elaborate the soil erodibility map (K-factor of Universal Soil Loss Equation) for the Jardim river watershed. The methodology adopted was a simplified mathematical model developed specifically for the study area, which considers only the clay content. Data are from the semi-detailed soil surveys (1:50,000 scale). The spatial distribution of erodibility for each soil class was analyzed separately, defining

specific strategies for their representation as the use of average or interpolation of data. The Plinthosol has the highest erodibility, while the Oxisol has the lowest erodibility.

Keywords: Erodibility, Erosion, USLE, Clay Content.

INTRODUÇÃO

Bastos *et al.*, (2000) consideram a erosão como sendo “um conjunto de processos pelos quais os materiais da crosta terrestre são degradados, dissolvidos, desgastados e transportados de um ponto a outro pelos agentes erosivos”. A ação antrópica atua, em geral, no sentido de acelerar e intensificar este processo natural. Portanto, no manejo e uso do solo torna-se fundamental o mapeamento dos condicionantes inerentes deste recurso para que seja possível estabelecer mecanismos de ocupação que minimizem os impactos provenientes da erosão.

No ambiente tropical o principal agente erosivo é a água. A erosão hídrica inicia com o impacto das gotas de chuva e intensifica com o escoamento superficial, sendo caracterizada em três fases: desagregação, transporte e deposição (HUDSON, 1995). Um atributo do solo de grande importância é a sua resistência à erosão, sendo relevante o seu conhecimento ao planejamento de práticas de uso e conservação (RANZANI, 1980).

Com o propósito de avaliar a suscetibilidade do solo à erosão foi proposto o fator de erodibilidade. Wischmeier & Smith (1978) consideram a erodibilidade como sendo a “susceptibilidade natural do solo à erosão hídrica, expressa como a quantidade de solo perdido por unidade de erosividade da chuva”. Desta forma, a erodibilidade apresenta grande complexidade, pois integra os fatores físicos, químicos, biológicos e mecânicos. Os principais fatores que influenciam

a erodibilidade são as que interferem na velocidade de infiltração, permeabilidade e a capacidade total de armazenamento de água, como também, as forças que resistem ao salpico, dispersão, abrasão e transporte por escoamento (BERTONI *et al.*, 1975; CAROLINO DE SÁ *et al.*, 2004).

A erodibilidade é uma das componentes da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), modelo estatístico amplamente utilizado para estimar a erosão laminar. Esta equação tem sido utilizada como técnica norteadora de planos de gestão de uso do solo (FARINASSO *et al.*, 2006; MATA *et al.*, 2007; NOGUEIRA, 2000; SILVA *et al.*, 2010). Os dados referentes à quantificação da erodibilidade são obtidos a partir de experimentos em parcela padrão, através do emprego de coletores e canteiros com diferentes declividades e diversas práticas de uso (RANZANI, 1980). Devido às dificuldades experimentais e altos custos para estimar o valor do fator K, são propostos diferentes métodos indiretos para o seu cálculo. Wischmeier *et al.*, (1971) elaborou um nomograma para a estimativa do fator K considerando os seguintes parâmetros do solo: porcentagem de silte, areia muito fina (0,002 - 0,10 mm); areia; matéria orgânica; estrutura e permeabilidade.

Denardin (1990) elaborou um método para o cálculo indireto de K tendo como parâmetros: textura do solo, quantidade de matéria orgânica, permeabilidade, e diâmetro médio ponderado (DMP), de acordo com a Equação 1:

$$K = 0,00000748M + 0,00448059P - 0,0631175DMP + 0,01039567REL \quad (1)$$

Onde “K” é o fator de erodibilidade do solo (t.ha.h/ha.MJ.mm); “M” é uma relação granulométrica expressa pela equação ((%silte + % areia muito fina) *

(100 - %argila)); “P” é o código de permeabilidade do solo descrito por Wishmeier *et al.*, (1971) de natureza adimensional; “DMP” é o diâmetro médio ponderado das partículas menores que 2mm sendo expresso em milímetros; e “REL” é a relação entre matéria orgânica e areia muito fina, de natureza adimensional.

Posteriormente, Levy (1995) propõe modificações na formulação do Denardin (1990). Chaves (1994) utiliza também a regressão múltipla e estabelece uma formulação para o cálculo do fator K para os solos da Bacia do São Francisco considerando os seguintes atributos: concentração de silte (SIL), carbono orgânico (CO), porcentagem de óxido de alumínio (OAL), porcentagem de óxido de ferro (OFE) e porcentagem de óxido de silício (OSI), sendo todos os óxidos extraíveis por ácido sulfúrico.

Um modelo simplificado para o cálculo do fator erodibilidade do solo foi proposto pela expressão de Bouyoucos (BOUYOUCOS, 1935; HUDSON, 1982; BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990; SILVA *et al.*, 2011, entre outros), que considera apenas a porcentagens das frações de areia, silte e argila, conforme a seguinte equação:

$$\text{Fator K} = ((\% \text{ areia} + \% \text{ silte}) / (\% \text{ argila}))/100 \quad (2)$$

Dentre os fatores da natureza física, a textura do solo é a variável que mais influi na quantidade de solo desagregado e transportado pela erosão (CORRECHEL, 2004). Para a área de estudo, Lima *et al.*, (2007) propõe uma simplificação do cálculo do fator K proposto por Denardin (1990) adotando exclusivamente o teor de argila.

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho é mapear a erodibilidade dos solos da bacia do rio Jardim a partir do método proposto por Lima *et al.*

(2007), tendo como base o mapa de solos semi-detalhado em escala 1:50.000 elaborado por Reatto *et al.* (2000). Além disso, o presente artigo busca desenvolver para algumas classes de solo um modelo de variação espacial contínua da erodibilidade, variando de célula para célula.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a bacia do rio Jardim situada entre as latitudes $15^{\circ}40'$ e $16^{\circ}02'$ e longitudes $47^{\circ}20'$ e $47^{\circ}40'$, possuindo uma área de aproximadamente 52.755,15 ha na porção leste do Distrito Federal (**Figura 1**). A bacia do rio Jardim possui grande importância na agricultura do Distrito Federal, por prover grande parte de grãos e hortaliças (cultivada na forma de agricultura de sequeiro ou irrigada), frutas, carne bovina e de aves, ovos e leite (EMATER, 2009).

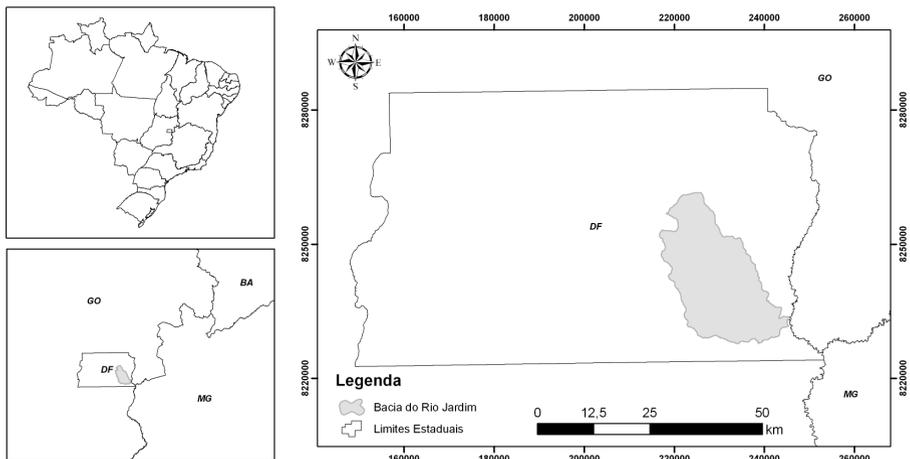


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Jardim no Distrito Federal.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da área de estudo é do tipo “tropical de savana e temperado chuvoso de inverno seco”, caracterizado por duas estações bem definidas, sendo que a estação seca compreende o período entre os meses de maio a setembro, e a estação chuvosa compreende o período entre os meses de outubro a abril.

A bacia apresenta as unidades geológicas do Grupo Canastra, Grupo Bambuí e Grupo Paranoá (Unidade Metarrítmito Argiloso e Unidade Quartzito Médio) (CAMPOS, 2004). Na área de estudo é possível observar duas unidades geomorfológicas descritas por Novaes Pinto (1986) e detalhadas por Martins (2000): Área de Dissecação Intermediária com 28.366,19 ha (53,64% da área da bacia); e Região de Chapada com 24.516,73 ha (43,36% da área da bacia). A conformação estrutural das camadas geológicas estabelece a organização e distribuição das unidades geomorfológicas (MARTINS *et al.*, 2004a, b; 2008).

As principais classes de solos que ocorrem na bacia do rio Jardim são: Latossolos, Nitossolos, Cambissolos, Plintossolos, Gleissolos e Neossolos (REATTO *et al.*, 2000) (**Figura 2**). A distribuição do solo é um fator preponderante na distribuição e dinâmica do uso da terra (GOMES-LOEBMANN *et al.*, 2005).

METODOLOGIA

A determinação de K foi feita tendo como base os dados das análises texturais realizadas por Reatto *et al.* (2000). O valor de K foi estabelecido a partir do teor de argila contido no horizonte superficial de cada perfil utilizando o método de Lima *et al.* (2007) que realiza um ajuste do modelo polinomial para descrever

a relação entre o teor de argila do solo e o valor de K. O modelo apresenta um coeficiente de determinação igual de 0,8073, com erro absoluto médio de 0,0022 ton.ha.h.MJ-1.ha-1.mm-1 e erro absoluto máximo igual a 0,0059 ton.ha.h.MJ-1.ha-1.mm-1. O erro relativo médio foi de 12,69%. A relação entre o teor de argila do solo e o valor de K estimado por meio do método adaptado de Denardin

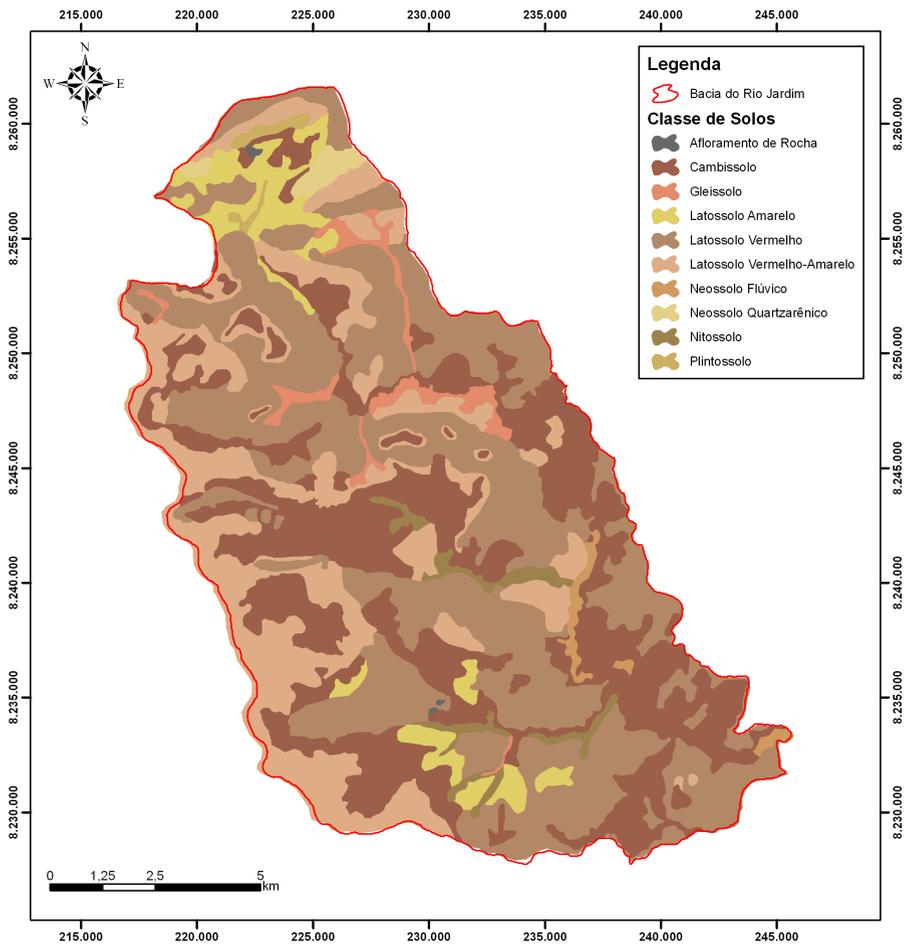


Figura 2. Mapa de Solos da bacia do rio Jardim (REATTO et al. 2000).

(1990), está representado na **Figura 3** e na **Equação 3**, onde x é o teor de argila do solo:

$$K = 0,00000055x^3 + 0,00008011x^2 - 0,00320292x + 0,00623688 \quad (3)$$

A distribuição espacial do fator K foi realizada para cada classe de solo individualmente. Para cada classe foi adotada uma estratégia com base no número de perfis de cada classe (**Tabela 1**).

Para uma melhor análise das informações foi elaborado, a partir dos dados do SICAD, o Modelo Digital de terreno (MDT) a partir do método Topogrid (HUTCHINSON, 1989) e da carta derivada de declividade, ambos com resolução espacial de 5 metros. A partir desses, foram feitas duas correlações: uma entre o teor de argila do perfil e a altimetria, e outra correlação entre o teor de argila

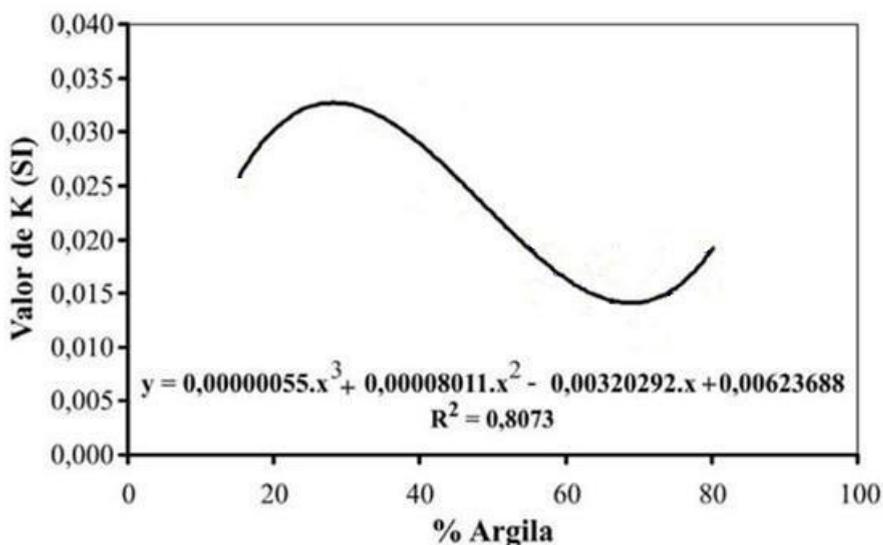


Figura 3. Relação entre o teor de argila do solo e o valor de K estimado pelo método adaptado de Denardin (1990) proposto por Lima *et al.* (2007).

Tabela 1. Estratégia utilizada para estimar o valor de K em cada classe de solo.

Classe de Solo	Nº de Perfis	Estratégia utilizada
GLEISSOLOS	4	Foi realizado uma média aritmética entre os valores de K de cada perfil, estabelecendo para a classe, um valor de K
NEOSSOLOS FLÚVICOS	1	Por apresentar apenas 1 perfil, o valor de K calculado para este foi extrapolado para a classe
NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS	2	Foi realizado uma média aritmética entre os valores de K de cada perfil, estabelecendo para a classe, um valor de K
PLINTOSSOLOS	1	Por apresentar apenas 1 perfil, o valor de K calculado para este foi extrapolado para a classe
CAMBISSOLOS	10	Para a espacialização desta classe, foi feito a interpolação dos valores de K de cada perfil a partir do método <i>Topogrid</i> (Hutchinson, 1989), possível graças a uma grande disponibilidade de pontos para realizar a interpolação
LATOSSOLOS + NITOSSOLOS	36	Como o limite entre os Latossolos e Nitossolos não é abrupto, as duas classes foram consideradas em conjunto. Para a espacialização desta classe, foi feita a mesma interpolação realizada para os Cambissolos.

do perfil e a declividade do terreno. Por fim, foi feita a integração dos resultados e a elaboração do mapa de erodibilidade na bacia do rio Jardim.

RESULTADOS

O Fator K para cada classe de solo foi analisado, tendo como base os resultados obtidos por Reatto *et al.* (2000) e o método para cálculo da erodibilidade do solo proposto por Lima *et al.* (2007).

A classe de Gleissolos teve quatro perfis analisados, que apresentaram variação de K entre 0,004531 e 0,0053 ton.ha.h.MJ⁻¹.ha⁻¹.mm⁻¹ (**Figura 4** e **Tabela 2**). Os maiores valores foram identificados nos perfis 2 e 3, localizados na região do médio Jardim e com menor teor de argila (290 e 460 g/ kg respectivamente). Foi realizado uma média aritmética entre os valores de K de cada perfil, estabelecendo para a classe, um valor de K equivalente a 0,004820

ton.ha.h.MJ⁻¹.ha⁻¹.mm⁻¹.

Os Neossolos Flúvicos tiveram apenas um perfil analisado (**Figura 5 e Tabela 3**), que apresentou teor de argila de 380 g/kg e valor de K equivalente

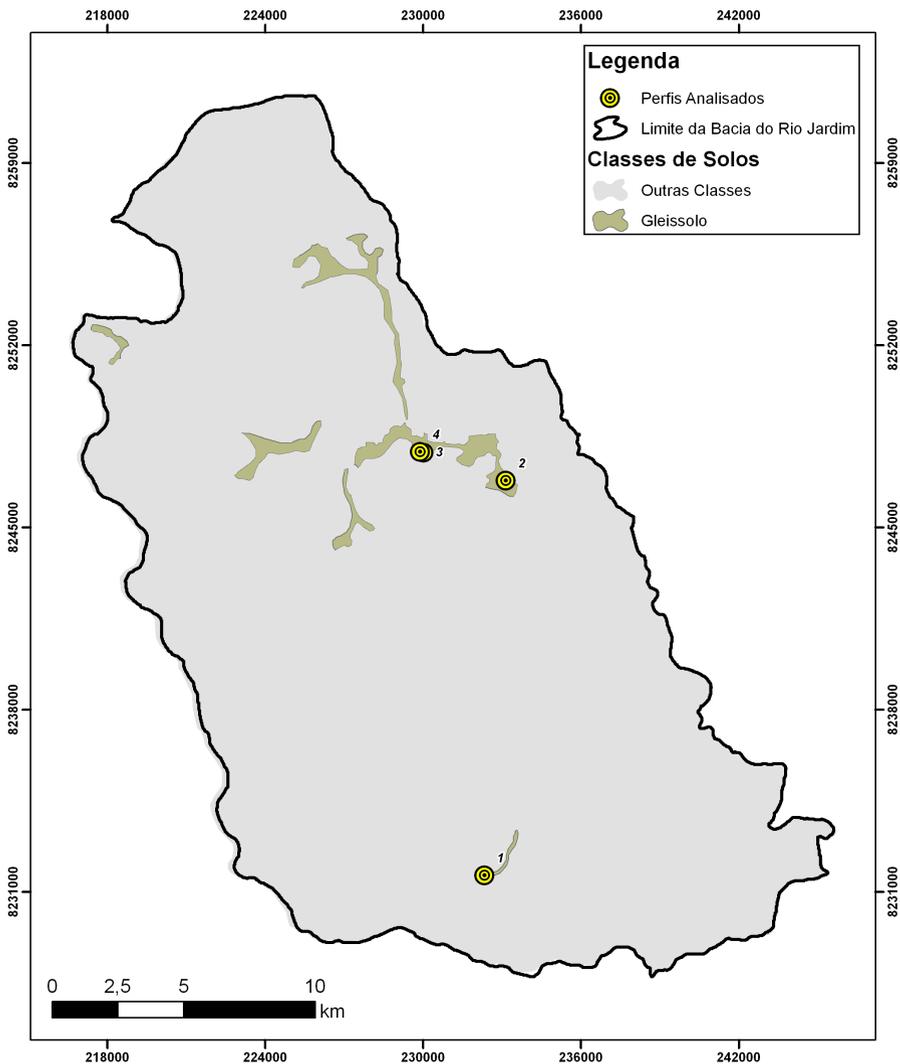


Figura 4. Localização dos perfis analisados para os Gleissolos.

Tabela 2. Valor de K dos perfis analisados para a classe dos Gleissolos.

Perfil	Horizonte	Espessura (cm)	Argila (g/ kg)	Valor de K (ton.ha.h.MJ-1.ha-1.mm-1)	Altimetria (m)	Declividade
1	A1	0 a 30	540	0,00453075	895,3	5
2	A	0 a 20	290	0,00531478	892	2,1
3	A1	0 a 20	460	0,00478054	900,7	0,7
4	A	0 a 30	500	0,00465552	901	0,5

Tabela 3. Valor de K dos perfis analisados para a classe dos Neossolos Flúvicos.

Perfil	Horizonte	Espessura (cm)	Argila (g/ kg)	Valor de K (ton.ha.h.MJ-1.ha-1.mm-1)	Altimetria (m)	Declividade
1	A	0 a 20	380	0,005031	860,4	3,7

a 0,005031 ton.ha.h.MJ-1.ha-1.mm-1, extrapolado para todos os fragmentos da classe.

A classe de Neossolos Quartzarênicos teve dois perfis analisados (**Figura 6** e **Tabela 4**), que apresentaram grande variação no teor de argila. O primeiro apresentou um teor de argila equivalente a 160 g/ kg e o segundo apresentou um teor de argila equivalente a 500 g/kg. O valor de K dos perfis foi de 0,00572647 ton.ha.h.MJ⁻¹.ha⁻¹.mm⁻¹ e 0,00465552 ton.ha.h.MJ⁻¹.ha⁻¹.mm⁻¹ respectivamente. Foi realizado uma média aritmética entre os valores de K de cada perfil, estabelecendo para a classe, um valor de K equivalente a 0,005191 ton.ha.h.MJ⁻¹.ha⁻¹.mm⁻¹.

Os Plintossolos tiveram apenas um perfil analisado (**Figura 7** e **Tabela 5**), que apresentou teor de argila de 140 g/ kg e valor de K equivalente a 0,00579 ton.ha.h.MJ-1.ha-1.mm-1, extrapolado para todos os fragmentos da classe.

A classe de Cambissolos teve 10 perfis analisados, cujos teores de argila variaram entre 220 e 540 g/kg (**Figura 8 e Tabela 6**). Os valores de K variaram entre 0,004489 a 0,005536 $\text{ton.ha.h.MJ}^{-1}.\text{ha}^{-1}.\text{mm}^{-1}$, com valor médio de 0,004797.

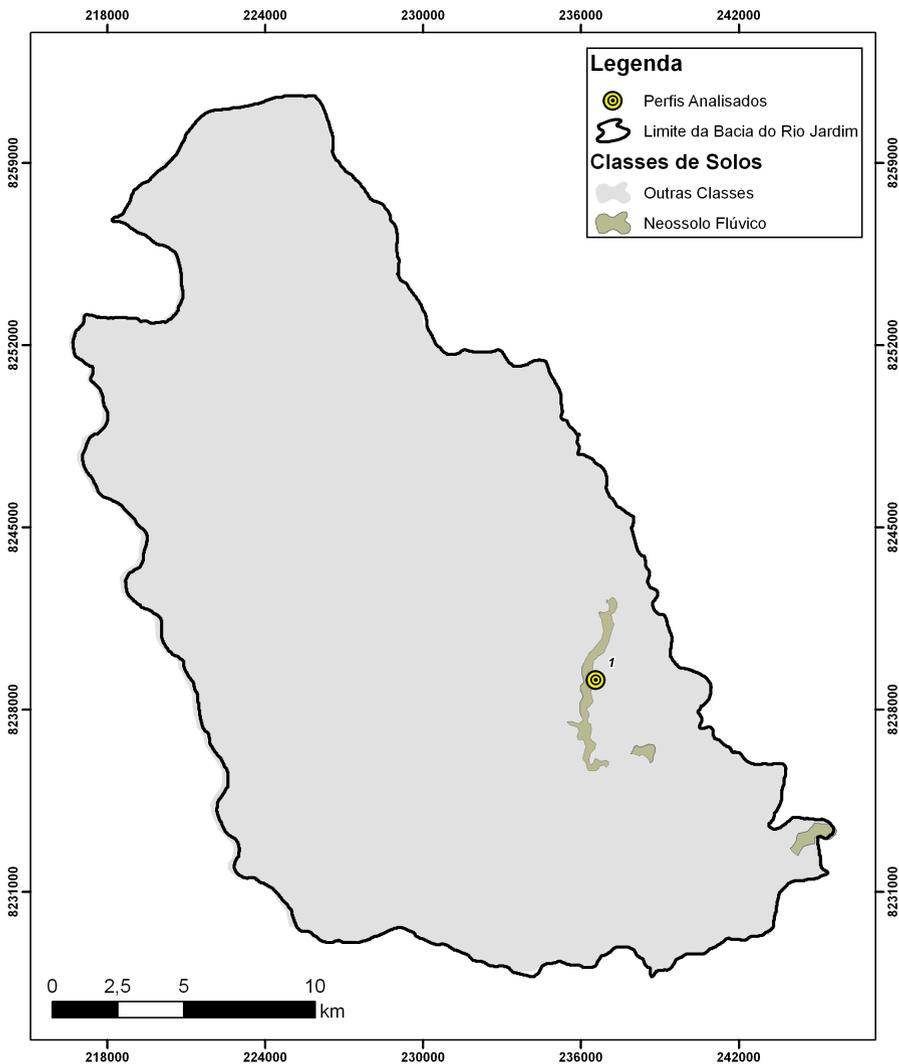


Figura 5. Localização dos perfis analisados para os Neossolos Flúvicos.

Para a espacialização desta classe, foi feito a interpolação dos valores de K de cada perfil a partir do método *Topogrid* (Hutchinson, 1989), possível graças a uma grande disponibilidade de pontos para realizar a interpolação.

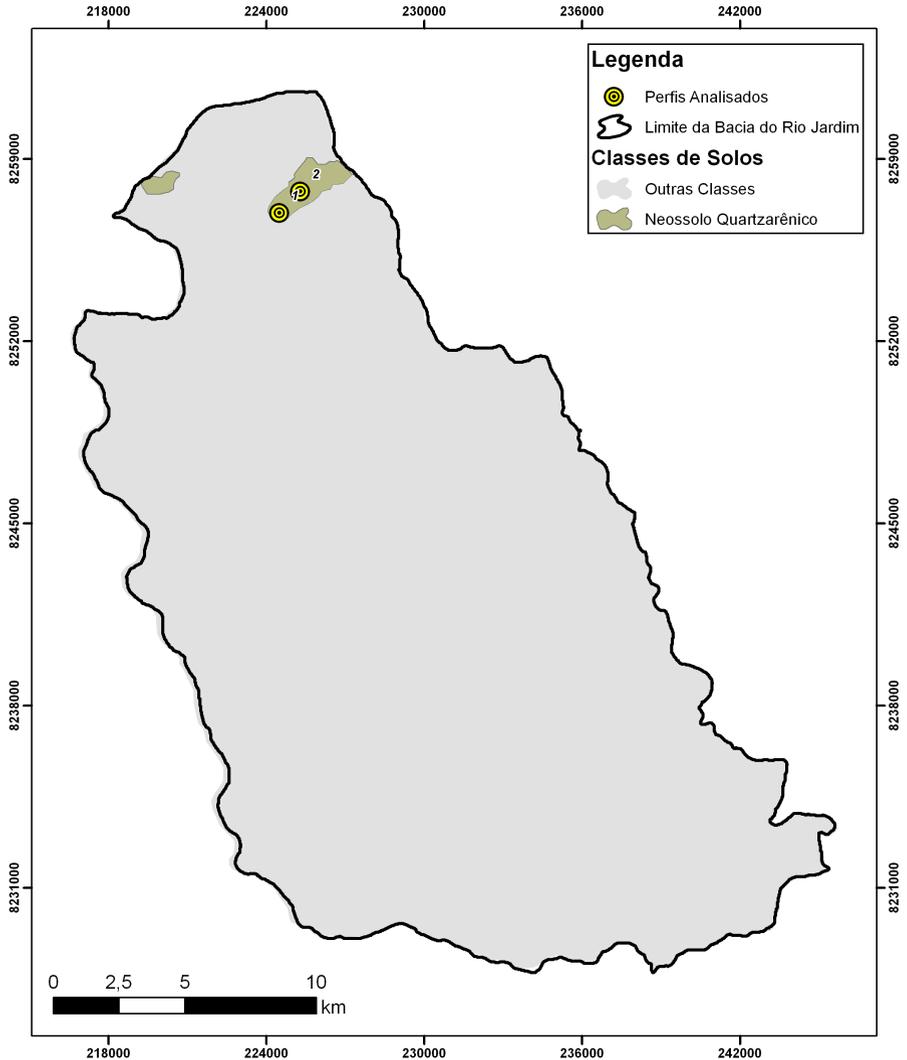


Figura 6. Localização dos perfis analisados para os Neossolos Quartzarênicos.

Tabela 4. Valor de K dos perfis analisados para a classe dos Neossolos Quartzarênicos.

Perfil	Horizonte	Espessura (cm)	Argila (g/kg)	Valor de K (ton.ha.h.M J-1.ha-1.mm-1)	Altimetria (m)	Declividade
1	A	0 a 20	160	0,0057265	1.070,70	2,7
2	A1	0 a 10	500	0,0046555	1.105,90	2,9

Tabela 5. Valor de K dos perfis analisados para a classe dos Plintossolos.

Perfil	Horizonte	Espessura (cm)	Argila (g/kg)	Valor de K (ton.ha.h.M J-1.ha-1.mm-1)	Altimetria (m)	Declividade
1	A0 ou A1	0 a 15	140	0,00579	1.096,20	5,1

Tabela 6. Valor de K dos perfis analisados para a classe dos Cambissolos.

Perfil	Horizonte	Espessura (cm)	Argila (g/kg)	Valor de K (ton.ha.h.M J-1.ha-1.mm-1)	Altimetria (m)	Declividade
1	0 a 5	Ap	510	0,004624	991,2	1,3
2	0 a 15	Ap	540	0,004531	879,2	4,2
3	0 a 10	A1	350	0,005126	969,4	2,6
4	0 a 20	A	560	0,004468	1.014,50	1,7
5	0 a 5	A	490	0,004687	871,9	4,8
6	0 a 20	A	540	0,004531	1.014,20	1,4
7	0 a 25	A	340	0,005157	895	3,9
8	0 a 20	A	220	0,005536	866,6	2,3
9	6 a 15	Ap	470	0,004749	992,2	3,9
10	0 a 15	Ap	530	0,004562	1.005,10	5,2

Dado que o limite entre os Latossolos e os Nitossolos ocorre de forma gradual, estas duas classes foram analisadas em conjunto para a espacialização da erodibilidade destas classes. Foram analisados 38 perfis, cujo teor de argila variou

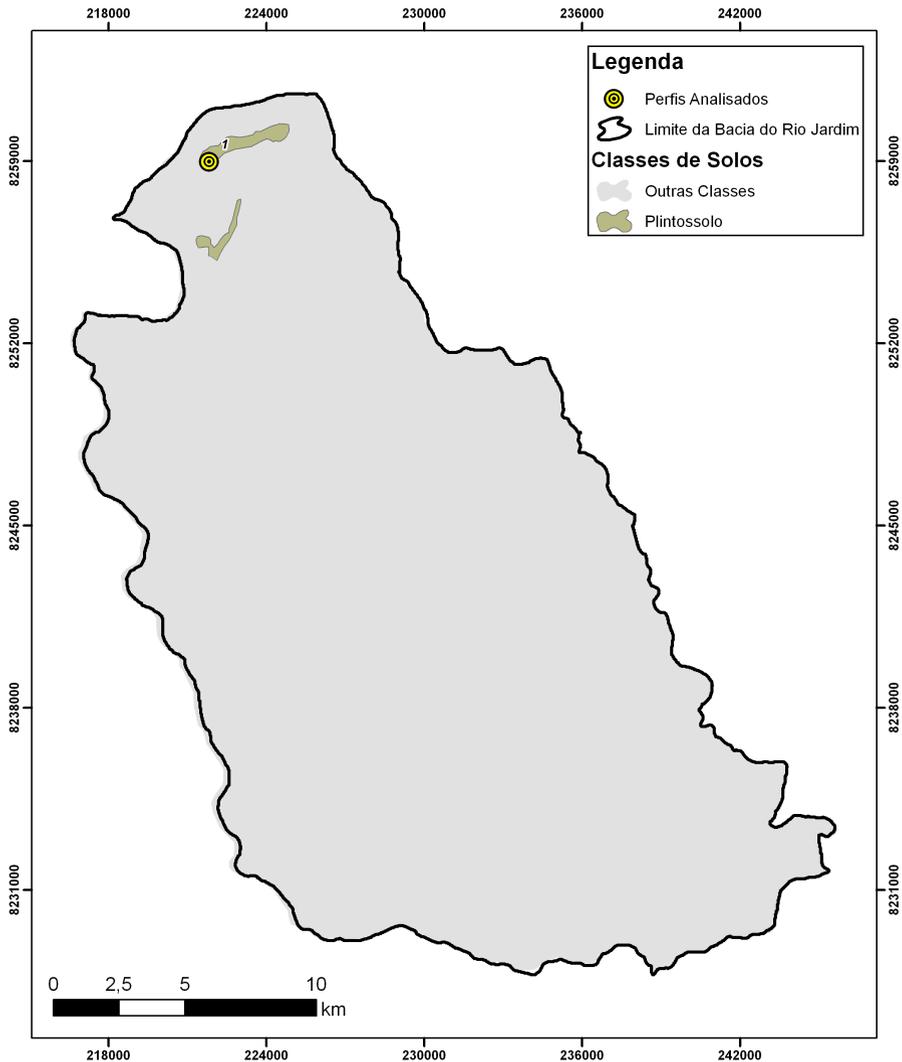


Figura 7. Localização dos perfis analisados para os Plintossolos.

entre 300 g/ kg no ponto 37 e 840 g/ kg no ponto 4, evidenciando a grande variação do teor de argila nos Latossolos. O valor de K variou entre 0,004006 e 0,005283 ton.ha.h.MJ⁻¹.ha⁻¹.mm⁻¹, apresentando uma média de 0,004490

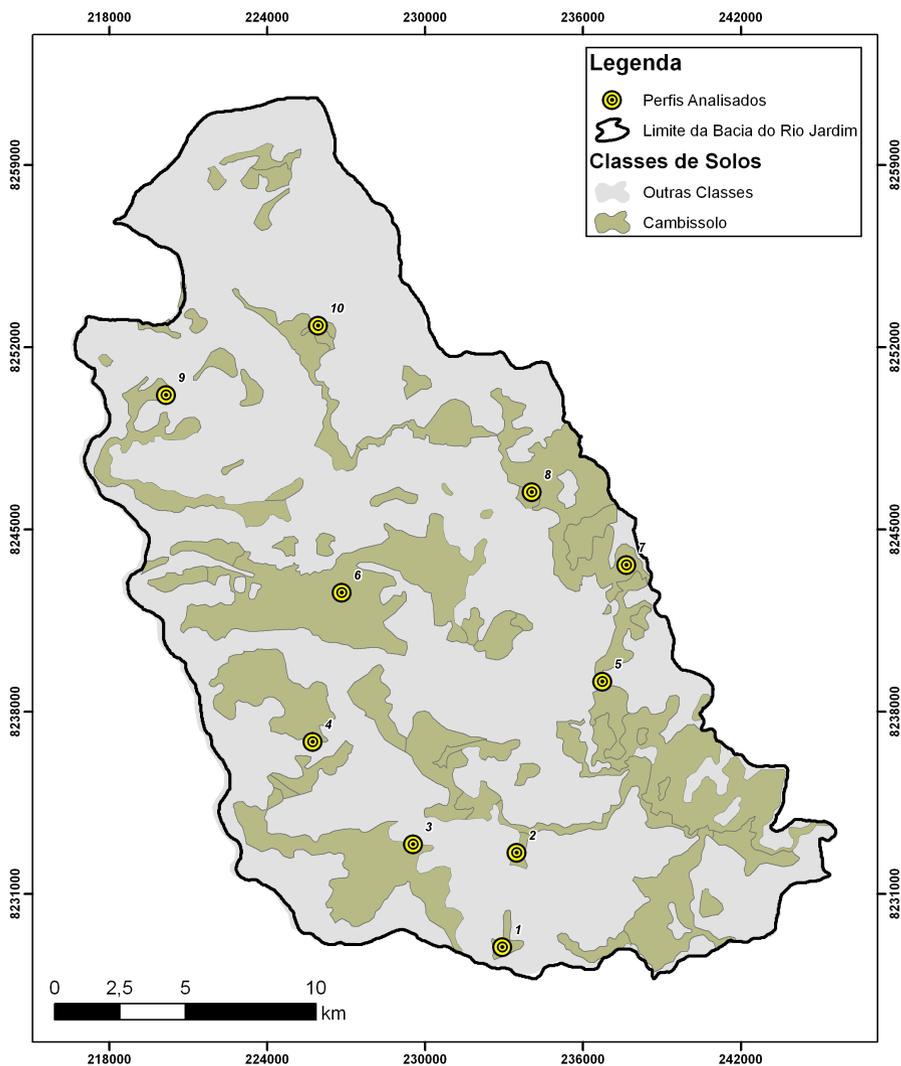


Figura 8. Localização dos perfis analisados para os Cambissolos.

ton.ha.h.MJ⁻¹.ha⁻¹.mm⁻¹. O pico de erodibilidade ocorre em área de Latossolos Amarelo, devido à baixa porcentagem de argila no perfil analisado (**Figura 9** e **Tabela 7**). Para a espacialização desta classe, foi empregado o mesmo método

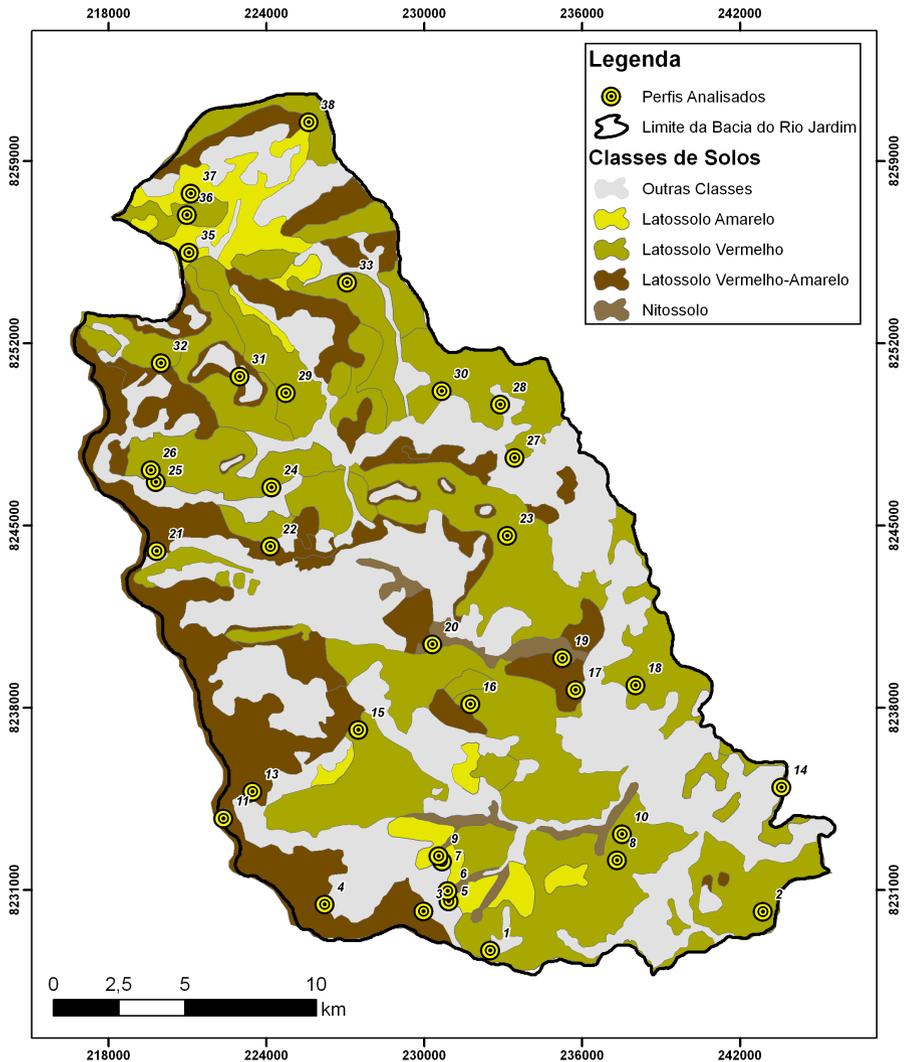


Figura 9. Localização dos perfis analisados para os Latossolos e os Nitossolos.

Tabela 7. Valor de K dos perfis analisados para a classe dos Latossolos e dos Nitossolos.

Perfil	Horizonte	Espessura (cm)	Argila (g/kg)	Valor de K (ton.ha.h.M J-1.ha-1.mm-1)	Altimetria (m)	Declividade
1	Ap	0 a 15	420	0,004906	991,8	1,9
2	A	0 a 20	610	0,004313	914	2,3
3	Ap	0 a 25	570	0,004437	1.004,40	2,9
4	A	0 a 20	840	0,003603	1.006,40	6,9
5	A1	0 a 15	610	0,004313	958,8	2,6
6	A1	0 a 15	530	0,004562	937,2	7,9
7	A	0 a 10	680	0,004096	946,6	2,2
8	A	0 a 20	560	0,004468	904,7	3,2
9	A0	0 a 10	470	0,004749	937,5	3,3
10	A	0 a 20	620	0,004282	879,4	0,8
11	A	0 a 20	530	0,004562	1.044,50	1,3
13	A	0 a 20	810	0,003695	1.034,00	1,9
14	A	0 a 20	650	0,004189	914,3	1
15	A	0 a 20	530	0,004562	991,4	2,8
16	A	0 a 20	430	0,004874	919,1	2
17	A	0 a 20	430	0,004874	857,6	1,2
18	A	0 a 20	450	0,004812	915	1,9
19	Ap	0 a 20	610	0,004313	855,1	3,4
20	A	0 a 20	500	0,004656	877,7	4,6
21	A1	0 a 10	700	0,004034	1.036,50	2,6
22	A	0 a 20	630	0,004251	1.016,50	0,5
23	A	0 a 20	570	0,004437	935,3	1,7
24	A1	0 a 10	710	0,004003	969,2	2,5
25	Ap	0 a 5	380	0,005031	1.000,50	4
26	A	0 a 20	530	0,004562	979,2	3,1
27	A	0 a 20	350	0,005126	917,2	8,7
28	Ap	0 a 14	450	0,004812	891,3	3,8
29	A	0 a 20	420	0,004906	943,7	1,8
30	A	0 a 20	550	0,0045	961,9	1,3
31	A	0 a 20	620	0,004282	990,9	2,4
32	A	0 a 20	650	0,004189	968,6	3,2
33	A	0 a 20	410	0,004937	959,7	2,1
35	A	0 a 20	630	0,004251	993,8	2
36	A1	0 a 10	470	0,004749	1.013,90	2,5
37	A1	0 a 20	300	0,005283	1.061,20	4
38	A	0 a 20	710	0,004003	1.150,00	1,4

* Os perfis 12 e 34 encontram-se fora da área de estudo, portanto, não foram analisados.

de interpolação utilizado para a classe dos Cambissolos.

A partir dos resultados obtidos, foi gerado um único mapa (**Figura 10**) onde podemos observar que os solos mais erodíveis são os Plintossolos, apresentando K igual a 0,005790 ton.ha.h.MJ-1.ha-1.mm-1 por apresentar o menor teor de argila no perfil analisado (14%). Já a classe de solo com menor erodibilidade, na

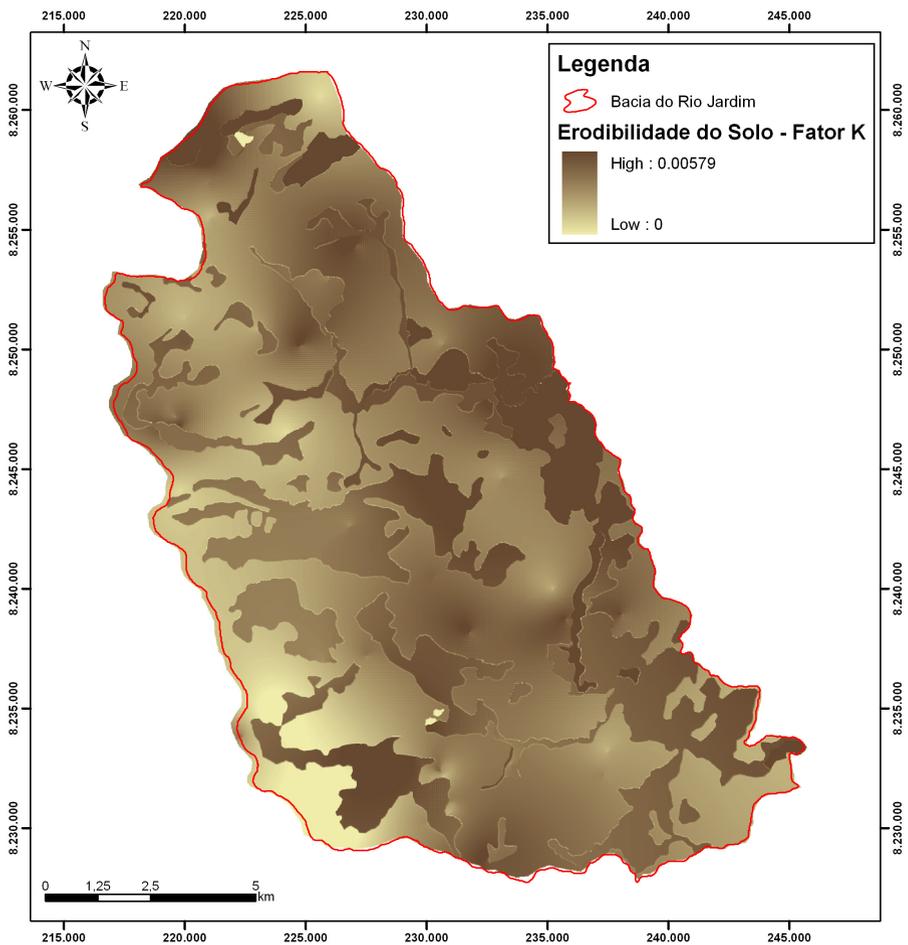


Figura 10. Mapa de Erodibilidade na Bacia do Rio Jardim.

bacia do rio jardim, foram os Latossolos e Nitossolos, apresentando valor médio de 0,004490 ton.ha.h.MJ-1.ha-1.mm-1. Nas áreas de afloramento rochoso o valor de K foi nulo. As áreas de maior erodibilidade estão próximas às cabeceiras de drenagem, principalmente nos ambientes de Plintossolos.

CONCLUSÃO

A resistência à erosão torna-se fundamental na determinação dos padrões espaciais e temporais relativos ao transporte e deposição dos sedimentos ao longo da bacia hidrográfica. No presente estudo a erodibilidade do solo foi identificada a partir formulação de Lima *et al.* (2007) desenvolvida especificamente para a bacia do rio Jardim e baseada na textura do solo. A facilidade de mensuração desta propriedade torna o emprego do método simples. Para as classes de solo que continham maior densidade de dados foi possível desenvolver um modelo contínuo ao longo da paisagem, a partir de técnicas de interpolação. O resultado obtido é o mapa de erodibilidade que consiste em um instrumento prático para ajudar na gestão agrícola e orientar nas práticas de manejo da terra, particularmente quando se adota um modelo e dados relativos à região de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTOS, C.A.; MILITISKY, J. & GEHLING, W. (2000). A avaliação da erodibilidade dos solos sob o enfoque geotécnico – pesquisas e tendências. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, 1: 17-25.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. (1990). **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 355 p.

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. & BERNATTI JÚNIOR, R. (1975). **Equação de perdas de solo**. Campinas: Instituto Agronômico, 25p. (Boletim Técnico, 21).
- BLOISE, G. F. L.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; REATTO, A.; GUIMARÃES, R.; GUIMARÃES, E. M.; MARTINS, E. S. & CARVALHO, A. P. F. (2001). Avaliação da susceptibilidade natural à erosão dos solos da bacia do Olaria - DF. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Embrapa Cerrados** 14: 1-33.
- BOUYOUCOS, G. J. (1935). The Clay ratio as a criterion of susceptibility of soils to erosion. **Journal of the American Society of Agronomy**, 27: 738-741.
- CAMPOS, J. E. G. Hidrogeologia do Distrito Federal: Bases para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos. **Revista Brasileira de Geociências**, 34 (1): 41-48, 2004.
- CAROLINO DE SÁ, M. A.; LIMA, J. M.; CURI, N.; MASSAROTTO, J. A. & MARQUES, J. J. G. S. M. (2004). Estimativa da erodibilidade pela desagregação por ultra-som e atributos de solos com horizonte B textural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39(7): 691-699.
- CHAVES, H. M. L. (1994). **Estimativa da erosão atual e potencial no Vale do São Francisco. Relatório Final de Consultoria**. Brasília: CODEVASF/FAO, 35 p.
- CORRECHEL, V. (2004). **Avaliação de índices de erodibilidade do solo através da técnica de análise da redistribuição do “fallout” do ¹³⁷Cs**. 90 f. Tese (Doutorado em Ciências Energia Nuclear na Agricultura) - Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura.
- DENARDIN, J. E. (1990). **Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos**. 1990. 81 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- EMATER-DF – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal. (2009). **Conjuntura Socioeconômica Rural – RA VI Planaltina: Unidades Locais:**

Rio Preto taquara, Tabatinga Planaltina e Pipiripau. Brasília: Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento/ SEAPA-DF, Emater-DF.

FARINASSO, M.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T. & RAMOS, V. M. (2006). Avaliação qualitativa do potencial de erosão laminar em grandes áreas por meio da EUPS Equação Universal de Perdas de Solos utilizando novas metodologias em SIG para os cálculos dos seus fatores na região do alto Parnaíba PI-MA. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 2: 57-69.

GOMES-LOEBMANN, D.; GUIMARÃES, R. F.; BETTIOL, G. M.; FREITAS, L. F.; REDIVO, A. L. & CARVALHO JUNIOR, O. A. 2005. Análise multitemporal do uso da terra por sensoriamento remoto para as diferentes unidades pedológicas da bacia do rio Jardim, importante produtora agrícola do Distrito Federal. **Geosul**, 20 (39): 83-103.

HUDSON, N. (1982). **Conservacion del suelo.** Barcelona: Reverté. 335 p.

HUDSON, N. W. (1995). **Soil Conservation.** 3. Ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 324p.

HUTCHINSON, M. F. (1989). A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. **Journal of Hydrology**, 106: 211-232.

LEVY, M. C. T. C. (1995). **Avaliação da sustentabilidade das terras de Piracicaba por comparação de cenários.** 104 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M.; EID, N. J.; MARTINS, E. S.; KOIDE, S. & REATTO, A. (2007). Desenvolvimento e verificação de métodos indiretos para a estimativa da erodibilidade dos solos da Bacia Experimental do Alto Rio Jardim – DF. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 8 (2): 21-34.

MARTINS, E. S. (2000). **Petrografia, mineralogia e geomorfologia de regolitos lateríticos do Distrito Federal.** 196 f. Tese (Doutorado em Geologia), Universidade de Brasília,

Instituto de Geociências, Brasília, Distrito Federal.

- MARTINS, E. S.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; MELLO, G. A.; ANDRADE, A. C.; PIRES, A. C. B. & GUIMARÃES, R. F. (2008). Mapeamento da superfície basal do manto de intemperismo pelo comportamento da resistividade elétrica do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 9: 15-28.
- MARTINS, E. S.; REATTO, A.; CARVALHO JUNIOR, O. A. & GUIMARÃES, R. F. (2004). Evolução Geomorfológica do Distrito Federal. **Documentos da Embrapa Cerrados**, 122: 1-35.
- MARTINS, E. S.; REATTO, A.; CARVALHO JUNIOR, O. A. & GUIMARÃES, R. F. 2004. Unidades de Paisagem do Distrito Federal. **Documentos da Embrapa Cerrados**, 124: 1-23.
- MATA, C. L.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; CARVALHO, A. P. F.; GOMES, R. A. T.; MARTINS, E. S. & GUIMARÃES, R. F. 2007. Avaliação multitemporal da suscetibilidade erosiva na bacia do rio Urucuia (MG) por meio da equação universal de perdas de solos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 8: 55-69.
- NOGUEIRA, F. P. (2000). **Uso agrícola sustentado das terras do município de Vera Cruz, SP: proposta metodológica**. 85 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- NOVAES-PINTO, M. (1986). Superfícies de aplainamento na Bacia do Rio São Bartolomeu, Distrito federal/ Goiás. **Revista Brasileira de Geografia**, 48: 237-257.
- RANZANI, G. (1980). Erodibilidade de alguns solos do Estado do Amazonas. **ACTA Amazônica**, 10(2): 263-269.
- REATTO, A.; CORREIRA, J. R.; SPERA, S. T.; CHAGAS, C. S.; MARTINS, E. S.; ANDAHUR, J. P.; GODOY, M. J. S. & ASSAD, M. L. C. L. (2000). Levantamento semidetalhado dos solos da bacia do Rio Jardim – DF, escala 1:50.000. **Boletim de**

Pesquisa Embrapa Cerrados. 18: 1-63.

SILVA, A. M.; ALVARES, C. A. & WATANABE, C. H. (2011). Natural potential for erosion for Brazilian territory. In: GODONE, D. & STANCHI, S. (Org.). **Soil Erosion / book 2**. 1. ed. Rijeka - Croatia: Intech, p. 3-24.

SILVA, F. G. B.; MINOTTI, R. T.; LOMBARDINETO, F.; PRIMAVESI, O. & CRESTANA, S. (2010). Previsão da perda de solo na Fazenda Cachim – SP (Embrapa) utilizando o geoprocessamento e o USLE 2D. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 15 (2): 141-148.

SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; LIMA, J. M. & FERREIRA, D. F. (1999). Proposição de modelos para estimativa da erodibilidade de latossolos brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34 (12): 2287-2298.

WISHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. (1978). **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington: United States Department of Agriculture, 58 p. (Agriculture Handbook, 537).