

# MAPA DE ERODIBILIDADE (FATOR K DA USLE) DA UNIDADE HIDROGRÁFICA DE GERENCIAMENTO LAGO DESCOBERTO - DF.

GUSTAVO MACEDO DE MELLO BAPTISTA<sup>1</sup>, NABIL JOSEPH EID<sup>2</sup> E ABNER LIMA DE OLIVEIRA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ecologia e Meio Ambiente do Distrito Federal, GHI/DITEC;

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Brasília; <sup>3</sup>Bolsista do PIBIC/CNPq.

SQS 302 bloco J Aptº 401 - Asa Sul, Brasília - DF. CEP 70338-100

gustavom@cdsid.com.br

**Abstract:** This work shows a erodibility map (K factor of the Universal Soil Loss Equation) of a UHG Lago Descoberto in Federal District - Brazil, and describes a methodology to obtain it by GIS.

**Keywords:** Erodibility, USLE, GIS.

## Introdução

Um dos principais problemas ambientais percebidos nas bacias hidrográficas antropizadas e de uso predominantemente agrícola é a perda de solo por erosão laminar.

O Distrito Federal caracteriza-se por um predomínio de população urbana em relação à rural, porém as atividades agrícolas possuem espaços consolidados na maioria de suas bacias hidrográficas. Desde a agricultura tecnicista da soja implementada na bacia do Rio Preto, até as pequenas propriedades da bacia do Rio Descoberto, as técnicas de uso do solo adotadas permitem perdas da camada superficial do solo, que quase não são sentidas em um evento pluviométrico, porém, significativas em longo prazo.

Para quantificar esse tipo de perdas, diversos autores desenvolveram equações empíricas, partindo de talhões experimentais e extrapolando os resultados para bacias de tamanho considerável. O desenvolvimento dessas equações subsidiaram o trabalho de Wischmeier & Smith (1978), chamada de Equação Universal de Perdas de Solo (USLE - *Universal Soil Loss Equation*), definida por:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P, \quad (1.1)$$

onde:

$A$  = perda de solo, em t/ha;

$R$  = erosividade ou fator chuva, em MJ/ha.mm/ha;

$K$  = erodibilidade, em t/ha/(MJ/ha.mm/ha);

$L$  = comprimento de rampa, em m;

$S$  = declividade, em %;

$C$  = uso e manejo; e

$P$  = práticas conservacionistas, adimensionais.

Para estimar cada um dos parâmetros componentes da USLE, de forma tradicional, é necessário uma quantidade considerável de visitas ao

campo, o que representa quase a inviabilização do estudo para grandes áreas.

Devido ao avanço da tecnologia e com o advento da informática e dos satélites, os agentes decisores contam hoje com a possibilidade de obter informações referenciadas geograficamente e de cruzá-las, através do geoprocessamento, fornecendo subsídios para uma visão mais acessível das áreas de estudo, o que facilita a compreensão do espaço e de suas particularidades e complexidades.

Entendido como um conjunto de ciências e técnicas que se mesclam e se concatenam, o geoprocessamento é um suporte tecnológico que visa melhorar a gestão do espaço. Subdivide-se em ciências e técnicas, sendo as primeiras, a Cartografia, Topografia e Geodésia, enquanto que no grupo de técnicas destacam-se a aquisição de informações e o processamento digital de imagens orbitais de Sensoriamento Remoto e a manipulação de informações no âmbito dos Sistemas de Informação Geográfica. O geoprocessamento permite a obtenção uma gama de informações com precisão, rapidez e baixo custo, dentro de um grau de detalhamento pouco viável na forma tradicional de levantamentos *in loco*.

Baseado nessas questões, o presente trabalho visa utilizar o geoprocessamento para efetuar a espacialização da erodibilidade dos solos na Unidade Hidrográfica de Gerenciamento Lago Descoberto.

## Sistema de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos do Distrito Federal

O SGIRH subdivide o DF em três classes (de diferentes escalas) para o manejo e gerenciamento hídrico:

□ Região Hidrográfica - consiste em uma divisão em função das grandes bacias hidrográficas. O DF é

dividido em: Paraná, São Francisco e Tocantins Araguaia;

□ **Bacias Hidrográficas** - essa classe baseia-se na divisão das áreas drenadas pelos principais rios da área. O mapa do SGRH (IEMA / SEMATEC, 1994) subdivide o DF em sete bacias: São Bartolomeu, Lago

Paranoá, Descoberto, Maranhão, Preto, Corumbá e São Marcos;

□ **Unidades Hidrográficas de Gerenciamento** - baseando-se no curso d'água principal, as bacias foram subdivididas em trinta e seis unidades hidrográficas de gerenciamento, conforme a tabela 1.

Tabela 1 - Sistema de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos / DF

Região Hidrográfica	Bacia Hidrográfica	Unidade Hidrográfica
BACIA DO PARANÁ	RIO SÃO BARTOLOMEU	Pipiripau
		Mestre D'Armas
		Sobradinho
		Paranoá
		Taboca
		Papuda
		Cacheirinha
		Santana
	LAGO PARANOÁ	Saia Velha / Maria Pereira
		Santa Maria / Torto
		Bananal
		Lago Paranoá
		Ribeirão do Gama
		Riacho Fundo
		Lago Descoberto
		Dois Irmãos
RIO DESCOBERTO	Melchior / Belchior	
	Buriti	
	Engenho das Lages	
	Alagado / Ponte Alta	
RIO CORUMBÁ	Santa Maria	
	RIO SÃO MARCOS	Samambaia
BACIA DO SÃO FRANCISCO	RIO PRETO	Santa Rita
		Jacaré
		São José
		Extrema
		Buriti Vermelho
		Alto Jardim
		Médio Jardim
		Baixo Jardim
		Capão do Lobo
		São Bernardo
BACIA DO TOCANTINS - ARAGUAIA	RIO MARANHÃO	Vereda Grande
		Sonhim
		Palma
		Pedreira

Fonte: Mapa das Unidades Hidrográficas do Distrito Federal - IEMA/SEMATEC - 1994.

#### Área de Estudos

Localizada entre as coordenadas geodésicas aproximadas 15° 35' e 15° 49' de latitude Sul e 48° 03' e 48° 15' de longitude Oeste, a Unidade possui uma área de 359,04 km<sup>2</sup> e apresenta litologias bastante antigas, datadas do Período Pré-Cambriano, pertencentes ao Grupo Bambuí, formações Paraopeba, constituída predominantemente por ardósias, calcário e quartzitos, e Paranoá, composta por quartzitos e xistos. Também encontram-se nessa área terrenos recentes, pertencentes à Era Cenozóica, Período Terciário, localizados nos topos de chapadas, compostos principalmente por coberturas detrito-lateríticas (CODEPLAN, 1984).

Sob o aspecto geomorfológico a Unidade Hidrográfica de estudo está inserida na região dissecada do vale do curso superior do rio Descoberto, seguida da região de chapada da Contagem, basicamente (Novaes Pinto, 1994).

De acordo com o Mapa de Reconhecimento dos Solos do Distrito Federal (EMBRAPA, 1978), na escala 1:100.000, a unidade Lago Descoberto possui diversas variações do latossolo vermelho - escuro, do latossolo vermelho - amarelo, do cambissolo, de solos hidromórficos e ainda consta uma porção de areia quartzosa.

Seu clima é do tipo tropical de altitude, nas variações Cwa e Cwb, segundo a classificação de Köppen (CODEPLAN, 1984).

Boa parte da unidade hidrográfica encontra-se inserida na Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Descoberto, caracterizada, no aspecto fitogeográfico, pelo domínio dos Cerrados, formação arbustiva - herbácea que apresenta-se subdividida em gradações em função do estrato e da densidade vegetal. O bioma do cerrado pode ser classificado em: cerradão; cerrado típico; cerrado ralo ou campo cerrado; campo sujo; e, campo limpo. Além das gradações, a unidade possui outras formações vegetais que encontram-se associadas ao bioma de cerrado, porém com caracterizações diferenciadas: mata ciliar ou floresta de galeria; mata subcaducifolia; veredas ou brejos; e, campos de murundus.

Quatro Regiões Administrativas encontram-se na área de drenagem do Lago: RA IV - Brazlândia, RA IX - Ceilândia, RA III - Taguatinga e pequenas porções da RA I - Brasília, inseridas na unidade, com uma população estimada de 500.000 habitantes, aproximadamente, o que representa uma pressão demográfica muito grande sobre o ambiente.

Aliada a esse enorme contingente populacional, em grande parte da área da unidade desenvolvem-se projetos de agricultura do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, no Programa Integrado da Colônia Alexandre Gusmão - PICAG que, teoricamente, deveria também preservar a área limítrofe do Lago (CODEPLAN, 1984).

As práticas agrícolas utilizadas na área, somadas aos processos erosivos ocasionados por problemas de drenagem urbana, determinam um processo de transporte de sedimentos seguido de assoreamento do reservatório (foto 1). Daí a necessidade de espacializar, ao menos, a erodibilidade dos solos como um dos *inputs* necessários para a quantificação das perdas de solo por erosão laminar, visando subsidiar o ordenamento da ocupação dessa unidade e, ainda, futuramente, para as outras unidades do SGIRH / DF.



Foto 1 - Assoreamento do reservatório do Descoberto na desembocadura do córrego dos currais em 27 de junho de 1993, às 09:00h (GMMB)

## Erodibilidade dos Solos

Wischmeier & Mannering (1969) analisam que a erodibilidade inerente ao solo, considerada a mais importante variável na predição da erosão e no planejamento do uso do solo, é uma complexa propriedade composta pela sua capacidade de infiltração e pela sua capacidade de resistir à fragmentação e transporte de sedimentos pela precipitação e pelo escoamento superficial. As relações entre essas capacidades e as propriedades físico-químicas dos solos foram investigadas em 5 anos de trabalho de campo, laboratório e estudos estatísticos sobre 55 amostras de solo do Corn Belt (cinturão do milho nos EUA). As propriedades que contribuíram mais significativamente para a variância da perda de solo incluíram as porcentagens de areia, silte, argila e matéria orgânica; pH, estrutura e densidade da camada superior e da subsuperfície; espaço poroso ocupado por ar; concavidade e convexidade da encosta escarpada; resíduos de culturas; entre outros, e as diversas interações entre essas variáveis. Wischmeier & Mannering (op. Cit.) desenvolveram ainda uma equação empírica a partir da USLE, para a determinação do fator K (erodibilidade), para solos específicos, composta por 24 variáveis.

K é um fator que busca quantificar a "intensidade de erosão por unidade de índice de erosão da chuva, para um solo específico que é mantido continuamente sem cobertura, mas sofrendo as operações culturais normais" (Carvalho, 1994). Pode ser entendido simplesmente como a susceptibilidade do solo a processos erosivos (Bertoni & Lombardi Neto, 1993).

O fator K é determinado experimentalmente, em condições específicas de declividade (9%) e comprimento de rampa (25 m), e requer, para sua determinação, a instalação de tanques coletores de enxurrada. Porém, através de um nomograma desenvolvido por Wischmeier (Carvalho, 1994) pode-se aferir de forma indireta o valor de K. Esse procedimento tem, entretanto, limitações para a sua utilização em solos tropicais, devendo sofrer modificações que não são especificadas na literatura consultada.

Diversos artigos da área de manejo e conservação de solo e água apresentam experimentos que visam a determinação do valor de K para diversos tipos de solos brasileiros (Rosa, 1995; Silva *et al.*, 1993; e Távora *et al.*, 1985).

## Grandes Grupos de Solo

O latossolo vermelho - escuro como um solo mineral, bastante profundo, com sua textura variando

de média a argilosa, ricos em sesquióxidos, bastante porosos, muito permeáveis, são, portanto, bem acentuadamente drenados os de textura argilosa e, de acentuadamente a fortemente drenados os de textura média. Como características marcantes, pode-se citar os baixos teores de silte, ausência de minerais primários pouco resistentes, caracterizando-se a baixa fertilidade do mesmo (distrófico), e reduzida suscetibilidade à erosão, variando praticamente de nula a ligeira, ocorrendo às vezes sulcos e voçorocamento em pontos com concentração considerável de água de escoamento superficial ou próximos aos curso hídricos, onde o grau de declividade tende a ser mais acentuado (EMBRAPA, 1978). Desenvolvem-se em unidades geomorfológicas planas até as suave onduladas, associado normalmente a uma cobertura vegetal de floresta subcaducifólia, cerradão e cerrado subcaducifólios e campo - cerrado. Nas áreas de cobertura predominantemente arbórea são encontradas manchas de latossolos eutróficos (EMBRAPA, op. Cit.). Ocupam 150,19 km<sup>2</sup> da área de estudo.

Os latossolos vermelho - amarelos também são solos de perfis profundos e de baixa fertilidade natural. Ocorrem em relevos planos a suave ondulados, podendo também ocorrer com menos frequência, em áreas onduladas e fortemente onduladas. Também são pouco susceptíveis a processos erosivos, tal como os latossolos vermelho - escuro. Sua formação está associada a um severo processo de intemperismo das rochas - matrizes, apresentam boa drenagem e baixo acúmulo de matéria orgânica nos horizontes superficiais. Sob o aspecto de vegetação, esse solo encontra-se associado com coberturas arbóreas, cerrado, campo cerrado e vegetação campestre (EMBRAPA, op. Cit.). Os latossolos vermelho - amarelos ocupam 104,82 km<sup>2</sup> da Unidade Lago Descoberto.

A diferenciação entre os latossolos se baseia na cor do horizonte B, considerado como horizonte - diagnóstico para efetuar essa distinção.

Os cambissolos apresentam-se com profundidade média, pouco desenvolvidos, moderados a bem drenados. Textura de média a argilosa, porém não há o acúmulo de argila em qualquer parte do perfil e, em alguns casos, o teor de silte é maior que o de argila no horizonte B, câmbico nesse tipo de solo. Muito susceptíveis à erosão, do tipo laminar moderada ou severa, bem como a em sulcos e voçorocas. Sua formação está relacionada ao intemperismo de filitos, ardósias e metassiltitos da formação Paraopeba do Grupo Bambuí. A vegetação associada é floresta subcaducifólia, cerradão subcaducifólio, campo cerrado e vegetação campestre (EMBRAPA, op. Cit.). 50,02 km<sup>2</sup> da área de estudo são compostos por cambissolo.

Os solos hidromórficos apresentam características determinadas pela influência do excesso de água, perene, ou intermitente sazonalmente. São pouco desenvolvidos, apresentando os horizontes superficiais (A) orgânico - minerais, no qual a matéria orgânica apresenta-se parcial ou totalmente decomposta e horizonte C gleizado, de cor cinzenta, o que representa processo de redução. Pouco profundos, apresentam uma textura predominantemente argilosa, o que resulta numa drenagem lenta (EMBRAPA, op. Cit.). Representam 30,78 km<sup>2</sup> da área da Unidade Lago Descoberto.

A areia quartzosa é considerada como um solo tipicamente mineral, pouco desenvolvidos, porém profundos. Por apresentarem uma textura arenosa e excelente drenagem, devido ao fato serem porosos, são pouco susceptíveis à erosão (Távora *et al.*, 1985). Ocupam 0,68 km<sup>2</sup>.

## **Materiais e Métodos**

A erodibilidade dos solos da Unidade foi determinada a partir do mapa de reconhecimento dos solos do DF (EMBRAPA, 1978), que foi escaneado e registrado. Após isso, agrupou-se os solos da área em 5 grandes grupos: latossolo vermelho - escuro (LEd); latossolo vermelho - amarelo (LVd); cambissolo (Cd); solos hidromórficos (Hi); e, areia quartzosa (AQd), utilizando-se o *software* Idrisi. Depois do agrupamento dos solos, atribuiu-se os valores de K para cada grupo, utilizando-se os valores disponíveis na literatura. Como houve o agrupamento das diversas classes, utilizou-se o valor médio da erodibilidade para caracterizar o grupo. Neste trabalho utilizou-se os valores determinados por Rosa (1995), Silva *et al.* (1993) e Távora *et al.* (1985).

Utilizou-se posteriormente uma máscara contendo o limite da Unidade Hidrográfica Lago Descoberto, para apresentar somente os valores de K dentro da área de estudo.

## **Resultados**

Como resultado obteve-se um mapa digital georreferenciado, em que os valores de K da Equação Universal de Perdas de Solo (USLE), para Unidade Hidrográfica Lago Descoberto, se encontra representado em um SIG podendo ser manipulado junto com as outras variáveis da USLE para estimar as perdas de solo por erosão laminar para a área de estudos.

O resultado pode ser analisado na figura 2

## Mapa de Erodibilidade da UHG Lago Descoberto



Valores de K em t/ha/(MJ/ha.mm/ha)

LEd	■	0,020
LVd	▨	0,030
Cd	▩	0,052
Hi	■	0,000
AQd		0,003
	■	Área Urbana
	▨	Lago Descoberto

Norte



Escala

5616,2 m

### Conclusões

A utilização de geoprocessamento como ferramenta para a espacialização de fenômenos naturais ou antrópicos, facilita a compreensão dos mesmos, em grandes áreas, permitindo-se tomar decisões melhor fundamentadas.

Propor a espacialização da erodibilidade para uma das UHGs do Distrito Federal, visa mostrar onde deve-se adotar técnicas de manejo e conservação, além de gerar subsídios para uma posterior estimativa de perdas de solo, para a área de estudos.

### Referências Bibliográficas

- Bertoni, J. and Lombardi Neto, F. (1993). *Conservação do Solo*. 3ª edição, Ícone Editora, São Paulo.
- Carvalho, N.O. (1994). *Hidrossedimentologia Prática*. 1ª edição, CPRM - ELETROBRAS, Rio de Janeiro.
- CODEPLAN (1984). *Atlas do Distrito Federal*. 1ª edição, GDF, Brasília.
- EMBRAPA (1978). *Mapa do Reconhecimento dos Solos do Distrito Federal*. 1ª edição, SNLCS, Brasília.
- IEMA\SEMATEC (1994). *Mapa das UHG do DF*. 1ª edição, GDF, Brasília.
- Novaes Pinto, M. (1994). Caracterização geomorfológica do Distrito Federal. In: *Cerrado*. Novaes Pinto (ed.), 2ª edição, Edunb / SEMATEC, Brasília.
- Rosa, R. (1995). O uso de sistemas de informação geográfica para estimativa de perdas de solo por erosão laminar. *VI Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada - Goiânia*. Vol.2, 266-271.
- Silva, M.L.N., Curi, N., Lima e Ferreira, L. (1993). Avaliação de métodos indiretos para estimar a erodibilidade dos principais solos do sul de Minas Gerais. *XXIV Congresso Brasileiro de Ciência de Solo - Goiânia*. Vol.3, 159-160.
- Távora, M.R.P., Silva, J.R.C. e Moreira, E.G.S. (1985). Erodibilidade de dois solos da região de Ibiapaba, Estado do Ceará. *R.bras.Ci.Solo*, 9:59-62.
- Wischmeier, W.H. e Mannering, J.V. (1969). Relation of soil properties to its erodibility. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 33:131-137.
- Wischmeier, W.H. e Smith, D.D. (1978). Predicting rainfall erosion losses: a guide planning. *Agr. Handbook*, n.537, 58p.