AVALIAÇÃO DO POTENCIAL EROSIVO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: ESTUDO DE CÓRREGO BOM JARDIM, BRASILÂNDIA/MS

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL EROSIVO EM CUENCAS HIDROGRAFICAS: ESTUDO DEL CÓRREGO BOM JARDIN, BRASILANDIA/MS

EVALUATION OF THE EROSIVE POTENTIAL IN BASINS HYDROGRAPHICAL: BOM STREAM STUDY JARDIM, BRASILÂNDIA/MS

André Luiz Pinto
Professor do DCH/CPTL/UFMS.
Coordenador do Laboratório de Planejamento
e Gestão de Recursos Hídricos.
andreluiz@cptl.ufms.br

Resumo: A necessidade de se determinar metodologias capazes de avaliar com precisão os fatores que causam a erosão e a estimativa das perdas de solo ocasionadas por tal ocorrência, tem resultado num grande número de pesquisas. Para contribuir com essas discussões e gerar informações fundamentais e o ordenamento sustentável da terra da bacia do córrego Bom Jardim, localizado no município de Brasilândia, em Mato Grosso do Sul, efetuou-se a avaliação do potencial erosivo utilizando-se da construção da carta de energia potencial do relevo, desenvolvida por Sipiridonov (1981) e da erodibilidade potencial, quanto ao regime pluviométrico, proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1990). Pois o entendimento do potencial erosivo propicia a estipulação de limitações de uso, ocupação e manejo da terra para a bacia, visando à redução da perda de solo, produtividade, assoreamento do corpo hídrico e da qualidade das suas águas

Palavras-Chaves: Potencial Erosivo; Bacia Hidrográfica; Limitações, Uso e Ocupação da Terra.

Resumen: La necesidad de establecer metodologías capaces de evaluar con precisión los factores que causan la erosión y las estimaciones de las pérdidas de suelo causadas por ese hecho ha dado lugar a numerosos estudios. Para contribuir a estos debates y generar información fundamental y la gestión sostenible de la tierra en la cuenca de la corriente de Bom Jardim, que se encuentra en el municipio de Brasilândia en Mato Grosso do Sul, se realizó la evaluación del potencial erosivo utilizando la letra de la construcción de la energía un alivio potencial, desarrollado por Sipiridonov (1981) y el potencial de erosionabilidad, como la lluvia, propuesto por Lombardi Neto y Moldenhauer (1990). Para la comprensión del potencial erosivo de la estipulación establece limitaciones en el uso, ocupación y gestión del suelo para la cuenca con el fin de reducir la pérdida de productividad del suelo, la sedimentación del cuerpo de agua y la calidad de su agua

Palabras Clave: Potencial erosivo, Cuenca; Limitaciones, el Uso y Ocupación de la Tierra.

Abstract: The necessity of if determining methodologies capable to evaluate with precision the factors that cause the erosion and the estimate of the losses of ground caused by such occurrence, have resulted in a great number of research to contribute with these quarrels and to generate basic information to the sustainable order of the land of the basin of the Bom Jardim, located in the city of Brasilândia, in Mato Grosso do Sul, effected it evaluation of the erosive potential using of the construction of the letter of energy of the relief, developed for Sipiridonov (1981) and of the erosion potential, how much the pluvial regimen, proposal for Lombardi Neto and Moldenhauer (1990). Therefore the agreement of the erosive potential propitiates the stipulation of limitations of use, occupation and handling of the land for the basin, aiming at to the reduction of the loss of ground, productivity, siltation of the water body and the quality of its waters.

Keywords: Erosive Potential; Hydrographical Basin. Limitations of Use and Occupation of the Land.

INTRODUÇÃO

Segundo Bertoni e Lombardo Neto (1990, p. 68), a erosão é o processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo, causado pela água e pelo vento que dependem do tipo de material a ser transportado, da energia potencial do relevo, da profundidade do lençol freático, entre outras variáveis naturais e antrópicas.

De acordo com Toy e Hadley (1987) *apud* Cunha (1997), a erosão dos solos é um processo "normal" no desenvolvimento da paisagem, sendo responsável pela remoção do material de superfície por meio do vento, do gelo ou da água. Sob tais condições, a erosão é considerada um processo natural, no entanto, a erosão acelerada dos solos, isto é, aquela que ocorre em intensidade superior à erosão "normal" é, usualmente, conseqüência dos resultados das atividades humanas sob determinadas condições de clima, vegetação, solo e relevo (VILELA FILHO, 2002). Em Cunha (1997) nos diz que quando o processo erosivo é mais intenso, sendo mais veloz que a formação do solo, ocorre à erosão acelerada – chamada de erosão antrópica, caso tenha sido provocada pela ação humana. Segundo Bertoni e Lombardo Neto (1990), a chuva é um dos fatores de maior importância para a erosão, sendo que sua intensidade, sua duração e a sua freqüência são as propriedades mais importantes para o processo erosivo.

Segundo Lal (1988), vários pesquisadores têm usado índices baseados em medidas rotineiras das propriedades do solo para avaliar a sua relativa suscetibilidade à erosão, tendo sido criados vários índices, como medidas de desagregação do solo ou de sua resistência à desagregação.

As cartas morfométricas têm como objetivo principal quantificar os atributos das formas do relevo, passíveis de serem analisados através de sua geometria. Desse modo, estas cartas auxiliam no entendimento da estrutura morfológica do sistema do relevo. Segundo Chorley e Kennedy (1971), os sistemas morfológicos constituem–se naqueles onde as formas são os elementos mais importantes. Neste caso, o que caracteriza os sistemas são sua composição e geometria, as quais são passíveis de mensuração. Trata–se, portanto, da primeira fase de análise do sistema relevo e dos processos envolvidos na cartografia de seus atributos.

A cartografia pode ser definida como a ciência que se preocupa com os estudos e as operações científicas, artísticas e técnicas resultantes de observações e medidas diretas ou explorações de documentações visando à obtenção de dados e informações para a elaboração de representações gráficas tipo: plantas, cartas, mapas, gráficos, diagramas e outras formas de expressão, bem como, de sua utilização (SANCHEZ, 1981).

Segundo Cunha (2001), a representação cartográfica de qualquer fenômeno constitui–se em um esquema simplificado da realidade, que objetiva facilitar a apreensão do objeto de estudo mapeado. Desse modo, trata–se de uma abordagem dedutiva, na qual, a partir de técnicas cartográficas conhecidas, procura–se representar situações particulares. Contudo, todo mapeamento para ser eficiente necessita, impreterivelmente, ser checado em campo, a fim de verificar a precisão que foi possível obter na representação; tratando–se, portanto, em um segundo momento, de um processo de indução típico que foram de extrema importância para a realização da pesquisa.

Duarte (1991) salienta que a representação cartográfica deve ser entendida como um trabalho técnico que visa comunicar uma idéia, sem dar margem a interpretações contraditórias, procurando a beleza através da harmonia dos diversos componentes (símbolos, cores, letreiro), de modo a fornecer informações corretas. Numa representação cartográfica o artístico e o científico devem compor um conjunto harmonioso, visando satisfazer o leitor não somente com a beleza do trabalho, mas também com o nível das informações fornecidas, onde a cartografia configura-se como uma técnica auxiliar em relação à geografia, como coloca SANCHEZ (1981) "é um meio, uma técnica, e nunca o fim de um trabalho ou pesquisa geográfica".

A cartografia geomorfológica constitui–se em um tipo de mapeamento cuja complexidade é inerente ao próprio objeto de representação. O relevo apresenta uma diversidade de formas e de gênese, as quais são geradas por complicados mecanismos que atuam no presente e que atuaram no passado. Desse modo, para que ela seja eficiente deve indicar todos estes elementos levantados como essenciais para o entendimento do relevo.

A importância da utilização das cartas geomorfológicas encontra-se na gama de detalhes que as mesmas transmitem ao homem, da representação e percepção visual sobre as formas dos diferentes relevos, tornando sua pesquisa ainda mais viável e permitindo um melhor detalhamento no que se refere às características específicas como a declividade, formação geológica, processos erosivos, etc., da área em questão.

Portanto, um dos desafios imposto é o de estabelecer classes que atendam tanto os objetivos da pesquisa, quanto os que representam de forma eficaz as características morfométricas da bacia, e que sejam de fácil leitura e assimilação, e subsidiando o entendimento dos processos de dissecação e transporte de sedimentos da bacia, que provocam o empobrecimento do solo e comprometimento da qualidade das águas fluviais. Porém as cartas geomorfológicas apresentam informações sobre a energia potencial do relevo, necessitando outros parâmetros complementares para o entendimento da dinâmica geomorfológica, de fácil elaboração, a baixo custo e que forneça conhecimento prévio sobre as áreas de risco, sobre tudo em bacias hidrográfica, que constituem excelentes unidades de estudo e de planejamento. Para tanto, o cálculo da erosividade potencial, segundo o quantitativo mensal pluviométrico, proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1990), demonstra ser eficiente.

Para contribuir na avaliação da eficiência dessas técnicas para o ordenamento sustentável de bacias hidrográficas, tomou-se como estudo de caso a bacia do córrego Bom Jardim, localizado no município de Brasilândia, em Mato Grosso do Sul, onde efetuou-se a avaliação do seu potencial erosivo, utilizando-se da construção da carta de energia do relevo, desenvolvida por Sipiridonov (1981) e da erodibilidade potencial, quanto ao regime pluviométrico, proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1990). Pois o entendimento do potencial erosivo propicia a estipulação de limitações de uso, ocupação e manejo da terra para a bacia, visando à redução da perda de solo, produtividade, assoreamento do corpo hídrico e da sua qualidade.

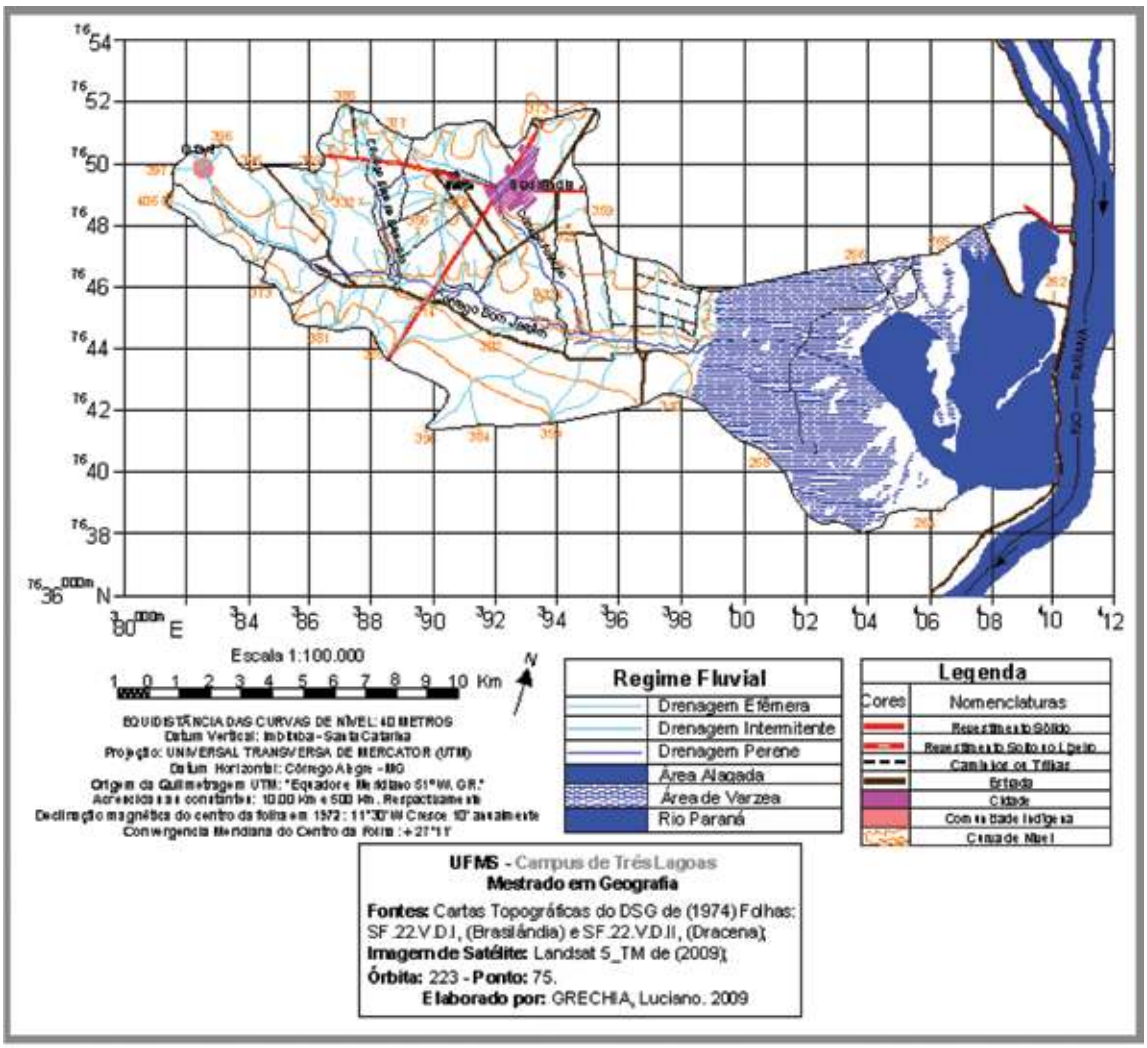
METODOLOGIA

Para melhor entendimento dos processos metodológicos empregados na construção das cartas morfométricas e do cálculo de erosividade potencial da bacia do Bom Jardim, estes serão apresentados, descrevendo-os passo a passo as etapas para a sua confecção. Para a construção da carta correlativa de energia potencial do relevo, faz-se necessário a elaboração das cartas temáticas de clinográfica, de dissecação horizontal e vertical, da bacia.

CARTA BASE

A carta base foi gerada a partir da analise de duas cartas topográficas que abrangem a bacia do Córrego Bom Jardim, editadas em 1973 pelo Departamento de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro - DSG, folhas Brasilândia (SF. 22. V. D. I) e Dracena (SF.22. V. D. II), na escala de 1:100.000, utilizando-se da restituição de fotografias aéreas de 1966, na escala de 1:60.000, figura I.

Figura I - Carta Base da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS, Brasil



CARTA DE DECLIVIDADE OU CLINOMÉTRICA

A carta Clinográfica ou de Declividade tem como objetivo quantificar a inclinação ou declive do terreno. Trata-se, de uma representação cartográfica do relevo de grande importância para ordenamento e a gestão ambiental. Pois, tais dados são imprescindíveis para a avaliação das possibilidades de ocorrência de processos de remobilização das formações superficiais ou de corpos rochosos, tais como escorregamentos, erosões, desmoronamentos, entre outros.

Segundo De Biasi (1992), os dados de declividade, em porcentagem, podem ser obtidos através da seguinte fórmula.

$$D = \frac{n \times 100}{E}$$ D = Declividade, em porcentagem;

n = Eqüidistância das curvas de nível (desnível altimétrico);

E = Espaçamento entre as curvas de nível (distância Horizontal).

Aplicando-se a fórmula acima, mensurando-se os espaçamentos entre as curvas de nível, estipula-se a amplitude de declividade e os limites das classes.

Foram estabelecidas 15 classes de declividades para analisar de forma mais detalhada as características do relevo da bacia, pois se trata de uma área com declividade bastante suave, chegando ao máximo a 7,5% de declividade nas áreas mais íngremes da bacia.

Para analise utilizo-se a classificação de Lepsch (1983) para a área urbana da bacia, pois o Córrego Aviação corta parte da área urbana de Brasilândia e para a área rural, a classificação de Ramalho Filho e Beek (1995).

A metodologia da construção da carta de declividade consiste em traçar retas entre as curvas de nível da carta topográfica, medindo sua distância e assim estabelecer classes em porcentagem correspondente a essas distâncias. De Biasi propõem classes de 3 em 3%, porém essa classificação generalizaria a área que possui uma declividade baixa, no caso do estudo a amplitude da rampa da nascente à foz é de 149 m de altitude por 36,7Km de comprimento, ou seja, um desnível de 4,05 metros por quilômetros e na maior parte da bacia a declividade é de 3% de declividade, portanto, fez-se necessário a utilização de uma "nova proposta" para que a área da bacia correspondente a uma Unidade de Conservação Integral denominada Reserva do Patrimônio Particular Natural - RPPN CISALPINA, pertencente à Companhia Energética de São Paulo (CESP), que se encontra em permanente alagamento, pudesse ser representada por uma classe, na qual, a mesma fosse enquadrada na classe de 0 a 0,5%, de declividade.

Na carta de Declividade foi traçada as retas para a definição das classes, entre a delimitação da bacia em direção a primeira curva de nível. O critério utilizado foi traçar retas entre as cotas definidas até a curva de nível, nas seções que não possui cotas definidas mediu-se a distância entre as cotas, essas, pela diferença do valor altimétrico entre as cotas. Exemplo:

entre as cotas 377 e 373 metros, estabeleceram-se as cotas 374, 375, 376 isso também foi atribuído segundo conhecimentos prévios do terreno.

ENERGIA POTENCIAL DO RELEVO

Trata–se de um documento de síntese que possibilita analisar como se configura a integração dos dados clinográficos, de dissecação horizontal e vertical. Desse modo, tem–se em um único documento o conjunto de dados morfométricos que caracterizam a geometria da área estudada. Porém, como toda carta de síntese, deve–se tomar cuidado na definição das classes, analisando a principio como estes parâmetros se articulam espacialmente e, diante das demais condições físicas da área, se uma ou outra influência de forma decisiva do relevo.

Para elaboração da carta de energia do relevo será adotada a proposta de Mendes (1993), segundo a qual as classes são identificadas por termos qualitativos que variam de muito forte a muito fraco. O primeiro passo, para a elaboração desse documento cartográfico é identificar as classes segundo critérios qualitativos que variam de fortíssimo a suave.

O passo seguinte é fazer o agrupamento entre as classes obtidas através das cartas de declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical, sendo que esses dados serão qualitativamente avaliados, reunido em classes e organizados de acordo com o levantamento da bacia.

As classes a serem adquiridas na carta de energia do relevo, estão vinculadas as demais cartas morfométricas (declividade, dissecação horizontal e vertical) apresentando com eficácia a variações do relevo desta bacia. As classes de energia do relevo fortíssimo ocorrem em declividades superiores a 30%, combinadas com as classes de (dissecação horizontal e/ou vertical) e em ambiente de forte dissecação (<80 m), expressam elevada energia potencial do relevo para a sua esculturação, devendo–se encarar com alto risco de erosão/dissecação e transporte. Portanto, para a classe de energia do relevo muito forte foram estabelecidas através da carta de declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical, o mesmo procedimento adotado para a elaboração das demais classes, considerando tanto as características morfológicas, como a expressão areal das classes.

Desse modo, obtém–se em um único documento um conjunto de dados morfométricos que caracterizam a geometria das formas do relevo das bacias e sua resultante energia potencial.

As classes foram enquadradas de acordo com a sua distância, através do uso do escalímetro na qual serão demarcadas as classes estabelecidas para a área de estudo. O uso do escalímetro constitui–se em uma sugestão, pois facilita também em muito o processo de elaboração desta carta.

A carta foi “escaneada” em duas partes, pois a escala utilizada de (1: 25.000); para melhor locomoção do escalímetro; sendo novamente digitalizada e agrupada, obtendo como produto final a carta de Energia do Relevo na escala de 1: 100.000.

EROSIVIDADE

Os valores de erosividade foram obtidos pela fórmula sugerida por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), modificada por Bertoni e Lombardi Neto (1999), que consiste:

$$EI= 89{,}823\ (p2\ /P)^{0{,}759}$$

Onde:

EI= índice médio de erosividade por um período anual

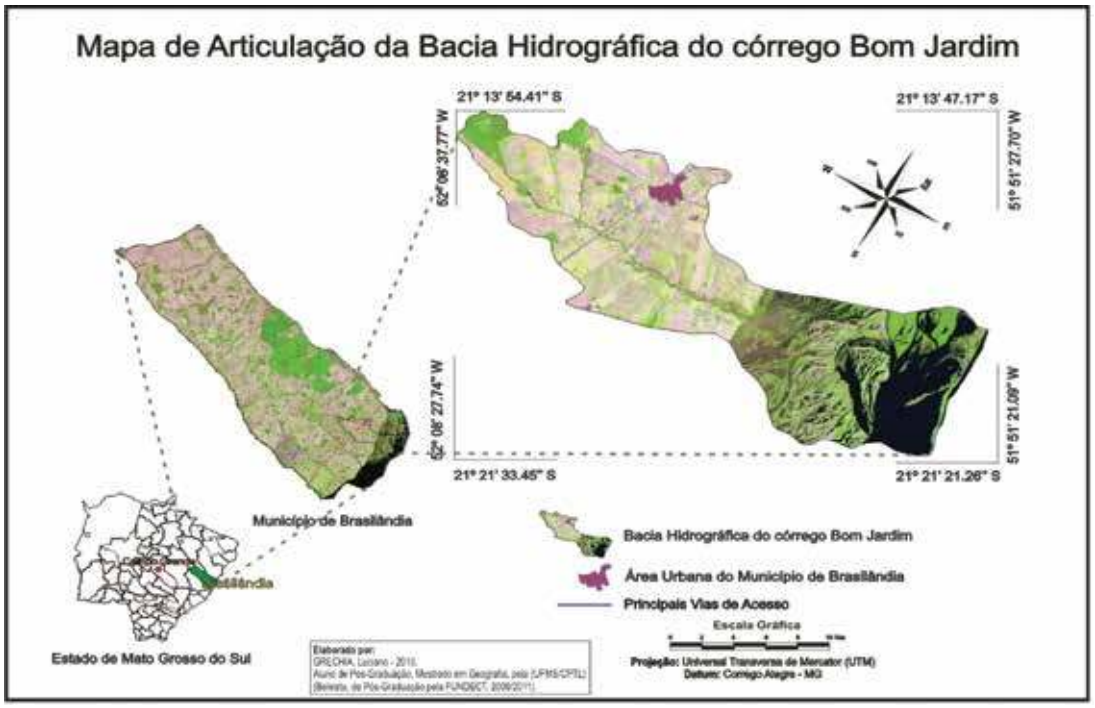
p= precipitação média mensal

P= precipitação média anual

A variação do potencial erosivo longo do ano, também é importante para o planejamento das práticas conservacionistas a serem implementadas nas bacias hidrográficas, principalmente para a estimativa das perdas de solo.

LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Figura II - Mapa de Localização da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS, Brasil.



Brasilândia está localizada na costa leste do estado do Mato Grosso do Sul, tendo como divisa ao norte o município de Três Lagoas e Água Clara, ao sul Santa Rita do Pardo e a leste com o rio Paraná que delimita a fronteira com o estado de São Paulo.

O município possui uma área de aproximadamente 5.000 Km², e situa-se entre as coordenadas geográficas 20°45' e 21°34' de latitude S e 51°51' e 52°56' de longitude W, sendo essa uma região drenada por inúmeras micro-bacias que fluem para o Rio Paraná (PINTO, 2010), figura II.

O clima no município de Brasilândia possui duas estações bem definidas, uma estação chuvosa e outra seca, que segundo a classificação de Koppen é o Aw, definido como clima tropical úmido.

As temperaturas médias da região geralmente são altas, ficando em torno de 23,7ºC, enquanto a média mensal do mês mais quente (fevereiro) alcança 26,4ºC e a do mês mais frio (julho) chegam a 19,4ºC. Entretanto, são comuns na região temperaturas superiores a 30ºC nos meses da primavera e do verão enquanto que nos meses outono e inverno, são comuns as temperaturas mínimas de menos de 14ºC. (PINTO, 2010).

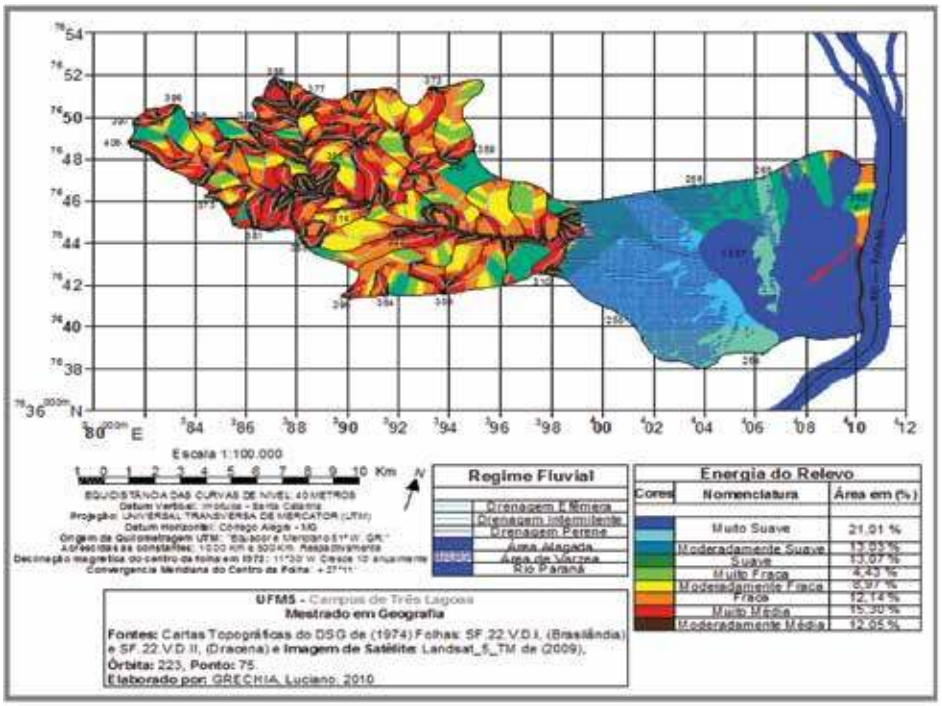
A região está disposta sobre terrenos cretáceos do Grupo Bauru, Formação Santo Anastácio, compostos por arenitos bastante porosos, facilmente desagregados, freqüentemente laterizados, onde repousam espesso e constante solo arenoso (PINTO, 2010). Pinto, (2010) ressalta ainda, que o município assenta-se sobre terrenos sotopostos por arenitos dos Grupos Caiuá e Bauru (Formações Santo Anastácio e Adamantina). Essas unidades litoestratigráficas caracterizam-se por alta porosidade e permeabilidade e a grande facilidade de desagregação. Os Arenitos Santo Anastácio mostram-se freqüentemente limonitizados, sendo visíveis nas barrancas fluviais do Rio Paraná a laterização e interdigitações conglomeráticas. Segundo a mesma fonte, os solos predominantes na região são arenosos, espessos e resultantes da meteorização das rochas psamíticas que fazem o embasamento regional.

De acordo com dados coletados no IBGE (2006) o uso e ocupação das terras dentro da delimitação do município estão, na sua grande maioria, sendo ocupados pela pecuária, destacando-se a pecuária de corte e a suinocultura, além do cultivo de trigo, soja, milho, arroz, feijão e cana-de-açúcar, em menor escala.

RESULTADOS

CARTA DE DECLIVIDADE OU CLINOGRÁFICA DA BACIA DO BOM JARDIM

Figura III - Carta de Declividade da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.



A carta de clinigráfica da bacia do córrego Bom Jardim, figura III, apresenta-se com 15 classe de declividade com intervalos de 0,5 em 0,5% entre as classes, tabela I.

Tabela I - Quantificação da Carta Clinográfica da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.

Nº	Classes de Declividade (%)	Área (Km²)	(%)
1	*0 – 0,5	*91,463	46,94
2	0,5 – 1,0	12,940	6,65
3	1,0 – 1,5	23,107	11,86
4	1,5 – 2,0	21,241	10,91
5	2,0 – 2,5	18,857	9,67
6	2,5 – 3,0	13,364	6,86
7	3,0 – 3,5	9,070	4,66
8	3,5 – 4,0	2,636	1,35
9	4,0 – 4,5	1,150	0,59
10	4,5 – 5,0	0,000	0,00
11	5,0 – 5,5	0,120	0,06
12	5,5 – 6,0	0,584	0,29
13	6,0 – 6,5	0,143	0,07
14	6,5 – 7,0	0,048	0,02
15	7,0 – 7,5	0,143	0,07
Área total da bacia		194,866	100,00

***** - Valor incluso a área permanentemente alagada de 15,17%.

Como resultado dos estudos de declividade, foi construída a carta de declividade, com o auxílio da carta de base e do programa Auto CAD 2008, figura III.

Para a análise da declividade ou clinografia da bacia, foram usado as classificações de (LEPSCH, 1983), para área urbana e Ramalho Filho e Beek (1995), para a área rural. Estes salientam que, a declividade é uma importante característica das terras, e que deve ser inventariada para fins de planejamento conservacionista, sendo o principal fator condicionador da capacidade de uso das terras urbanas e agrícolas.

Tabela II - Classes de Declividade da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS, Segundo Limitações de Uso Urbano.

Classes	Declividade	Classificação	Área (Km²)	Ocupação Urbana	%
A	De < 3%	Muito suave	180,970	Muito boa	92,87
B	De 3 a 6%	Suave	13,562	Muito boa	6,96
C	De 6 a 12%	Suave ondulado	0,334	Favorável	0,17
D	De 12 a 18%	Ondulado	0,000	Com restrições	0,00
E	De 18 a 30%	Muito ondulado	0,000	Com restrições	0,00
F	30% acima	Forte ondulado	0,000	Desfavoráveis	0,00
Total			194,866		100,00

Após a quantificação das classes de declividade, estas foram agrupadas segundo Lepsch (1983) na tabela II e analisadas conforme dispersão geográfica dessas classes ao longo de toda a bacia e utilizando-se das limitações de uso e ocupação do solo urbano também proposto por Lepsch (1983), chegou-se a seguintes conclusões:

A classe (**A**) – **Muito suave,** que apresenta declividade entre 0 a 3%, esta presente em quase toda a área da bacia, abrangendo 180,970 km², ou seja, 92,87% da área total da bacia é muito propicia para a produção sem nenhuma restrição.

A classe (**B**) – **Suave**, que apresenta declividade como uma variação entre 3% a 6%, abrange uma área de 13, 562 km², ou seja, 6,96%, da área total da bacia. Esta classe é também bastante expressiva na bacia do córrego Bom Jardim, concentrando-se mais no médio e alto curso da baia, nestas áreas o escoamento superficial é considerado lento ou médio.

A classe (**C**) - **Suave ondulado**, que apresenta declividade entre 6 a 12%, ocupa uma área de aproximadamente 0, 334 Km², ou seja, 0,17% da área total da bacia, e pode ser encontrado no médio e no alto curso da bacia do córrego Bom Jardim, com maior expressão nas áreas das cabeceiras de seus principais afluentes, como o córrego Sete de Setembro e o córrego Aviação.

As classes (**D**, **E** e **F**) não aparecem na bacia.

Tabela III - Classes de Declividade da Bacia do Córrego Bom Jardim, Segundo Facilidades de Ocupação Rural, Brasilândia/MS.

Classes	Declividade (%)	Classificação do Relevo	Área (Km^2)	Facilidades na Ocupação Rural	%
*Especial	0,0 – 0,1	Área Alagada	29,561	Aqüicultura	15,17
A	0,1 – 3,0	Plano - Muito Suave	151,411	Apto a qualquer uso agrícola	77,70
B	3,0 – 6,0	Muito Suave - Suave	13,560	Depende da subclasse, pois será preciso ações de controle erosivo ou de melhoria na fertilidade do solo.	6,96
C	6,0 – 9,0	Suave - Suave Ondulado	0,334	Restrita a agricultura, mas apta para agricultura moderna desde que use técnicas de manejo e conservação do solo.	0,17
D	9,0 – 12,0	Suave Ondulado - Ondulado	0,000	Susceptibilidade a erosão e perda de potencial produtivo do solo. Permite pastoreio, reflorestamento e a manutenção da vegetação natural.	0,00
E	> – 12,0	Ondulado - Forte Ondulado	0,000	Não permite uso agrícola, somente manutenção da vegetação original.	0,00
Total			194,866		100,00

Organizado por: Grechia (2010), segundo adaptação das classificações de De Biasi (1992) e Ramalho Filho e Beek (1995). Orientador: PINTO (2010).

Com orientação na tabela III, foram feitas as análises da declividade da bacia, no qual chegou-se aos resultados de que:

A classe (**especial**) **– Área Alagada**, proposta por nós nessa análise, na qual, representa uma declividade de 0,0 – 0,1, para a inserção da área permanentemente alagada da bacia, apresenta 29,561 Km^2, ou seja, 15,17% da área total da bacia.

A classe (**A**) com o relevo **– Plano – Muito suave,** que apresenta declividade entre 0,1 - 3,0% de declividade, esta presente em quase toda a área da bacia, abrangendo 151,411 Km^2, ou seja, 77,7% da área total da bacia. Pode - se observar que esta classe é mais significativa na bacia, situadas entre o médio e baixo curso, sendo considerada uma bacia com declividade predominantemente muito suave, onde nesta área o escoamento superficial ou enxurrada é muito lento. O terreno não oferece limitação ao uso de máquinas agrícolas e não existe erosão hídrica significativa, exceto, em vertentes cujas rampas sejam muito longas e com solos altamente suscetíveis à erosão.

A classe (**B**) com o relevo **– Muito Suave – Suave**, que apresenta declividade como uma variação entre 3,0 - 6,0%, abrange uma área de 13,560 Km^2, ou seja, 6,96%, da área total da bacia. Esta classe é também bastante expressiva na bacia, em relação as demais, e se concentrando principalmente no médio e alto curso da bacia onde está também a área urbana.

Quanto ao uso e ocupação antrópico, esta classe apresenta-se muito boa para o desenvolvimento de atividades agrícolas, porém, com algumas restrições, sendo preciso ações de controle erosivo ou de melhoria na fertilidade do solo devido à fragilidade do solo da bacia,

na qual predomina os arenitos Caiuá e Santo Anastácio. Essas unidades litoestratigráficas caracterizam-se por alta porosidade e permeabilidade e a grande facilidade de desagregação.

A classe (**C**) **– Suave - Suave ondulado**, que apresenta declividade entre 6,0 – 12,0% ocupa uma área de 0,334 Km², ou seja, 0,17% da área total da bacia, e pode ser encontrado no médio e no alto curso da bacia do córrego Bom Jardim, com maior expressão nas áreas das cabeceiras de seus principais afluentes, o córrego Sete de Setembro e o córrego Aviação.

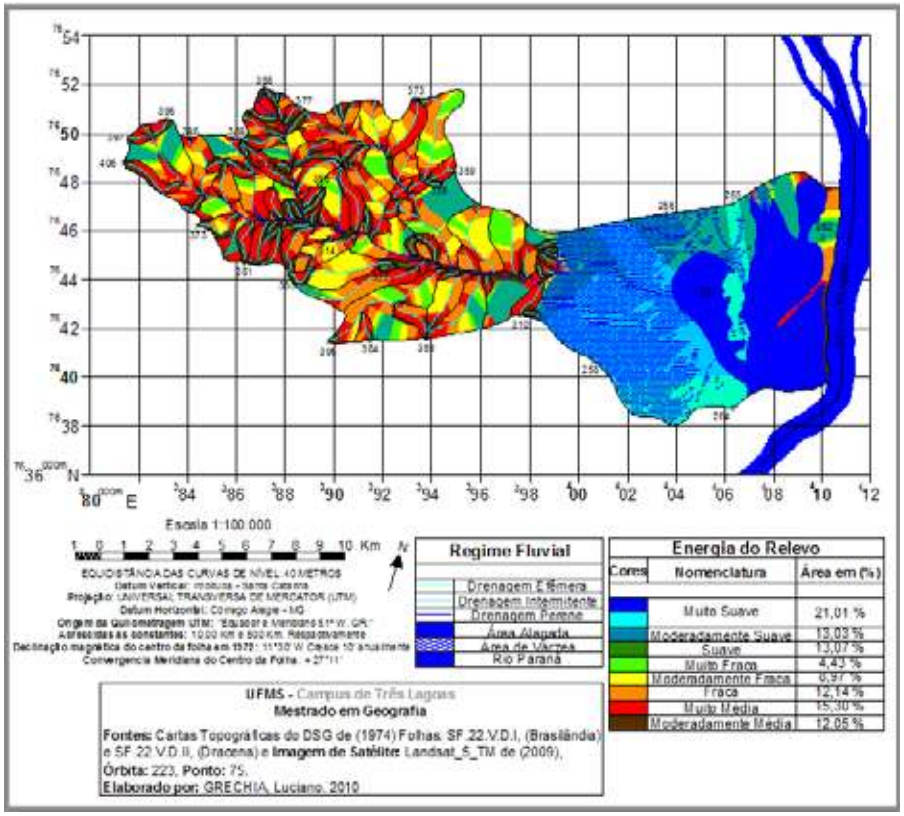
Apesar de pouco expressiva na bacia, essa classe aliada ao mau uso, ocupação e manejo das terras da bacia, apesar de pequena representa grande risco, principalmente para a cidade de Brasilândia na época das chuvas, pois a mesma é cortada pelo córrego Aviação em trecho canalizado, podendo causar enchentes em diversos bairros da cidade e devido à força e velocidade que a água alcança ao passar pela área canalizada, onde no final da canalização, já na érea rural, nota-se grandes ravinas e início de voçorocamento.

As classes (**D**, **E** e **F**) não possuem representatividade na bacia.

Mostrando que o relevo predominante da bacia é topograficamente muito suave, propiciando reduzida energia potencial para o escoamento das águas, possuindo apenas 0,13% de sua área com terrenos suavemente ondulados, onde devem ser utilizadas técnicas especiais de edificações para o desenho urbano; e como a agricultura na atualidade é extremamente mecanizada, 7,17% da área total da bacia carecem de práticas conservacionistas para controle do potencial erosivo.

CARTA DE ENERGIA POTENCIAL DO RELEVO DA BACIA DO BOM JARDIM

Figura IV - Carta de Energia do Relevo da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.



A tabela IV apresenta dados extraídos da carta de Energia do Relevo, com legenda modificada, em relação à proposta por Mendes (1993), pois predominam na bacia energias potenciais de muito suave a media.

Tabela IV - Classes de Energia do Relevo da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.

Nº	Descriminação das Classes	Área em (Km²)	(%)
1	Muito Suave	*40,945	*21,01
2	Moderadamente Suave	25,388	13,03
3	Suave	25,475	13,07
4	Muito Fraca	8,623	4,43
5	Moderadamente Fraca	17,489	8,97
6	Fraca	23,651	12,14
7	Muito Média	29,811	15,30
8	Moderadamente Média	23,484	12,05
Área Total da Bacia		194.866	100,00

* - Valor incluso a área permanentemente alagada de 15,117 %.

A análise desse documento e dos dados gerados a partir dele constatou-se que na bacia a classe com maior energia potencial do relevo é a **Moderadamente Média**, que engloba apenas 3,2% da área total da bacia, dispersa ao longo dos canais fluviais pelo alto e médio curso,

e que 35,6% se encontra entre a classe de **muitíssimo suave a suave**. Portanto desponta na bacia, baixa energia do relevo, com potencial erosivo muito baixo.

A área alagada que ocupa 15,17% da bacia, possui energia de relevo de muitíssimo suave a muito suave, o que lhe confere inexpressiva energia de transporte, sobressaindo à deposição, na vasta área denominada de reserva Cisalpina, que acaba interceptando os sedimentos antes de alcançar o rio Paraná.

As elevadas precipitações, em especial nas estações de verão e primavera, proporcionam, aliadas as baixas coesões dos materiais inconsolidados que recobrem a bacia, facilidade de dissecação e transporte.

EROSIVIDADE DA BACIA

A erosividade potencial da bacia e sua distribuição média anual, segundo metodologia de Bertoni e Lombardi Neto (1999), que podem ser observadas na tabela V nota-se que no período continuo de outubro a janeiro, agrupa-se valores de erosividades potenciais da bacia, acima de 1.200 mm/ha, que devido à queda de precipitação no mês de fevereiro, essa é reduzida para a 963,32 mm/ha, subindo em março para 1.330,99 mm/ha, com o aumento da precipitação para 197 mm. A mais baixa erosividade potencial 252,17 mm/ha, se registrada em junho, quando a precipitação reduz para apenas 19 mm. Apesar de outubro não constituir o mês de maior erosividade, registrando 1.206,06 mm/ha, com precipitação de 180,0 mm é o primeiro mês chuvoso e de maior erosividade após o final do período seco, que se estende de abril a setembro.

O período seco deixa o solo ressecado, aerado e com cobertura vegetal escassa, pois a pecuária, atividade predominante na bacia, fica nesse período, com suas pastagens batidas e ralas, tendo as chuvas de outubro grande poder de desagregação e transporte de sedimentos. Por essa razão, apesar de quantitativamente inferior sua precipitação a erosão real nesse mês é mais expressiva. Em 2009 a competência fluvial próximo da foz do Bom Jardim carreou em outono 9.278,92 toneladas, na primavera, 13.285,76 toneladas e no verão de 2010, 6.115,43 toneladas.

Tabela V - Precipitação Normal Mensal e Erosividade da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS

Meses	Precipitação (mm)	Erosividade (mm/ha)
Janeiro	200,0	1.370,24
Fevereiro	128,0	963,32
Março	197,0	1.330,99
Abril	46,0	406,60
Maio	101,0	841,42
Junho	19,0	252,17
Julho	25,0	318,80
Agosto	53,0	501,71
Setembro	55,0	511,54
Outubro	180,0	1.206,06
Novembro	200,0	1.370,24
Dezembro	192,0	1.297,63
TOTAL	1.296,0	10.359,00

Fonte: Dados Climáticos CESP (2009).

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL EROSIVO DA BACIA DO CÓRREGO BOM JARDIM

Da área total da bacia do córrego Bom Jardim, de 194.866 Km², em 2009, 47,4% eram constituído por unidades de conservação, sendo 87, 365 Km² ocupados pela Reserva do Patrimônio Particular Natural – RPPN Cisalpina e 4,84 Km², pela Aldeia Indígena Ofaié Xavantes. Do restante da área da bacia, as pastagens ocupam 36,63%, lavouras 7,51% de lavouras e 3,39 % constituíam a área urbana e rodovias. A cobertura vegetal primitiva recobria 26,44 % de Cerrados, 9,73% de Florestas Semideciduais e apenas 1,13% de Matas Ciliares, totalizando 37,3%, que se associados a 15,17% das áreas permanentemente alagadas, totaliza-se 52,47%. Retirando a área das unidades de conservação, tem-se apenas 5,07%, que constitui as áreas de reserva legal e matas ciliares do restante da bacia, bem aquém dos 20% exigidos pelo código florestal.

Apesar da suavidade dos terrenos da bacia, visto que 92,87% de sua área possuem até 3% de declividade e que segundo Lepsch (1983) e Ramalho Filho e Beek (1995), são aptas, respectivamente, para qualquer ocupação urbana e para rural. Porém, Ramalho Filho e Beek (1995), enfatizam em sua metodologia que, acima de 3% faz-se necessário o emprego do controle erosivo do uso da terra.

As dissecações verticais concentram-se 45,8%, na classe de 0 a 40 m e as horizontais, 61,1% posicionam-se na classe com mais de 1.000m. Notam-se feições erosivas nessas áreas, que também contribuem para dissecação e transporte de sedimentos que alcançam os canais do Bom Jardim e contribuem para o seu assoreamento, fato explicável, devido a pouca profundidade do lençol freático, regime tropical úmido, com erosividade no verão chuvoso que alcança cerca 1.370,24 mm/ha no mês de janeiro. A reduzida cobertura vegetal, em especial a ciliar, que recobria em 2009 apenas 48% da área exigida pelo código florestal e o reduzido emprego de práticas conservacionistas, também contribuem pela elevada perda de solos, produtividade e quantidade e qualidade das águas da bacia.

A classe com maior energia potencial erosiva, enquadra-se na classe de declividade de 6 a 12%, que desponta em apenas 0,13% da bacia, com dissecação vertical entre 120 a 160 m, recobrindo 2,7% e horizontal, de 0 a 100 m, abrangendo 4,0%, que localizam-se não apenas no alto curso do canal principal e de seus afluentes, o Sete de Setembro e o Aviação, que para Lepsch (1983) são favoráveis para ocupação sem o emprego de práticas conservacionistas de uso e manejo da terra. Porém nessas áreas é vital o seu emprego, bem como em área de grande fragilidade ambiental, como no alto curso, que possuem também, solos jovens e pouco estruturados, a recomendação de recomposição de sua vegetação natural, visando à redução de perda de solo e de qualidade das águas da bacia.

Conclui-se, portanto, que apenas utilizar-se a energia do relevo (declividade, dissecação horizontal e vertical) para indicação de formas de uso e manejo da terra é uma imprudência. Porém como 78% das feições erosivas encontram-se em área com mais de 3% de declividade e são áreas de ocupação agropecuária, apresentam-se segundo Ramalho Filho e Beek (1995),

necessidades especial de controle de erosões para seus usos.

A erosividade potencial, segundo a metodologia de Bertoni e Lombardi Neto (1999) mostra-se elevada para a bacia do Bom Jardim, com 10.359,00 mm/ha por ano ou 2.017.933,2 mm no total de sua área de 194,8 ha. Mostrando que na estação da primavera, registrou-se as maiores precipitações e consecutiva maior erosividade potencial 37,39% da total, a segunda estação com maior erosividade foi o verão, com 35,4% e o inverno a menor com apenas 12,86%.

Nos meses de janeiro, março, outubro, novembro e dezembro, registram-se erosividades potenciais acima de 1.200 mm/ha mês, necessitando de infraestrutura conservacionista de curvas de nível, terraceamentos, caixas de retenção e de práticas de manejo da terra, agrícola e animal, para se proteger o solo e as água da bacia..

Segundo Ferreira (2000. p. 41), entre as diversas medidas conhecidas para o controle da erosão, uma das mais importantes é a cobertura do solo, com vegetação viva ou seus resíduos, de forma a impedir o impacto direto das gotas de chuva sobre as partículas do solo. O controle da erosão significa a manutenção e a possibilidade de melhoria das condições de fertilidade do solo, com repercussão em melhores produções agrícolas. Por isso a importância do uso de sistemas de cultivo que priorizem a cobertura do solo e o seu mínimo revolvimento, como é o caso do sistema plantio direto.

Ademais o escoamento superficial que lava a superfície da terra e transporta para a rede de drenagem enorme quantidade de sedimentos e diversos elementos biológicos e químicos, que alteram a composição da água e compromete sua qualidade para o consumo humano e animal.

As indicações de áreas com maior fragilidade potencial erosiva e os meses potencialmente mais erosivos constituem grande contribuição para o ordenamento do uso, ocupação e manejo da terra da bacia do Bom Jardim, a ser considerada pelos produtores rurais e gestores públicos da cidade de Brasilândia. Porém esta deva permear o Plano Diretor Municipal, visto que o córrego Aviação que corta a cidade possui elevado potencial erosivo e que no passado era o responsável pelo abastecimento de água da cidade, que agora é subterrâneo, utilizando-se das águas do grupo Bauru, formação Santo Anastácio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ferramenta carta de potencial erosivo mostrou-se não muito satisfatória para a realidade do Bom Jardim, porém se considerarem-se as classes de limitações de uso propostas por Ramalho Filho e Beek (1995), segundo a declividade, nota-se que a partir de 3% necessita-se de obras de curvas de nível e manejo do solo e das culturais e/ou animais.

A indicação dos quantitativos mensais de erosividade de Bertoni e Lombardi Neto (1999) potencializa ainda mais, a necessidade de manutenção das curvas, terraços e outras técnicas edificadas para conter a ação da água corrente, bem como o manejo do uso da área.

Portanto, são informações de baixo custo e muito importantes para o ordenamento do uso sustentável das terras de bacia hidrográficas, visando à proteção contra a perda de solo e de quantidade e qualidade de suas águas. Devendo ser difundidas em nível de planejamento.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. C. de, O Uso do solo como subsidio as cartas geotécnicas e de risco. In: III Workshop do Projeto Piracena, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: CENA. 1997.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** 4ª edição. São Paulo: Ícone, 1999.

CARPI JR, S. **Técnicas cartográficas aplicadas à dinâmica da bacia do Ribeirão Araquá.** Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. IGCE. Universidade Estadual Paulista – UNESP, 1996.

CESP Companhia Energética de São Paulo. **Plano de Manejo da Reserva do Patrimônio Particular Natural Cisalpina**. São Paulo, 2009: 146 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia**. Ed. Hucitec, São Paulo, 1979.

CHORLEY, R.J.; KENNEDY, B.A. **Physical geography - A systems approach**. London: Prentice Hall International, 1971.

CUNHA, C. M. L. **Quantificação e mapeamento das perdas de solo por erosão com base na malha fundiária.** Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, 1997.

CUNHA, Cenira Maria Lupinacci. **A Cartografia do Relevo no Contexto da Gestão Ambiental.** Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista; Instituto de Geociências e Ciências e Exatas. Rio Claro, 2001.

DE BIASI, Mário. A Carta Clinográfica: Métodos de Representação e sua Confecção. **Revista do Departamento de Geografia.** USP. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. P. 47 - 53. 1992.

DUARTE, P. A. **Cartografia temática**. Ed. UFSC. Florianópolis, 1991.

FAO. **Desarrollo sostenible de tierras aridas y lucha contra la desertificacion:** Posición de la FAO. Rome, 1993. 30 p.

FERREIRA, T.N.; SCHWARZ, R.A. Coord.; STRECK, E.V. **Solos: manejo integrado e ecológico - elementos básicos.** Porto Alegre: EMATER/RS, 2000.

IBGE, Instituto Nacional de Geografia Estatística; **Manuais Técnicos em Geociências: Manual Técnico de Uso da Terra.** *2ª ed; Editora IBGE: Rio de Janeiro, 2006.*

LAL, R. Erodibility and erosivity. In: LAL, R. et al. Soil erosion research methods. **Soil and Water Conservation Society.** Washington, 1988. p. 141-160.

LEPSCH, I. F. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, 1983. 175p.

LOMBARDI NETO, F. e MOLDENHAUER, W,C. Erosividade da chuva - sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP. Encontro Nacional de Pesquisas sobre conservação do Solo. 51, n.2, Campinas, 1992. **Anais...**, Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 189-196..

MAURO, C. A. et al. Contribuição ao planejamento ambiental de Cosmópolis – SP – BR. In: Encuentro de geógrofos de América Latina, 3, 1991. Toluca. **Memórias**. Toluca: UAEM, v, 4, 1991, p 391 – 419.

MATO GROSSO DO SUL **Atlas multireferencial.** Secretaria Estadual de Planejamento e Coordenação Geral. Geologia. Campo Grande, 1990, p.10.

MENDES, I. A. **A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na Bacia do Córrego Lafon – Araçatuba – SP.** 1993. Tese (Doutorado em Geografia Física) – FFCHL, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PEZZOTTI, A. A. et. alii. **Proposta metodológica para elaboração de uma base cartográfica digital para utilização em SIG.** Presidente Prudente. (Trabalho de Graduação). UNESP. 1994. 109 p.

PINTO, A. L.; LORENZ S., J. L.; FERREIRA, A. G.: BASSO, P. M.; GRECHIA, L.: OLIVEIRA, G. H.; PEREIRA, G. A. Subsidio Geológico/Geomorfológico ao ordenamento do uso, ocupação e manejo do solo, visando a redução da perda de solo e a recuperação da qualidade das águas superficiais da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. **Relatório Final FUNDECT/MS.** UFMS. Três Lagoas, 2010, 242p.

SANCHEZ, M. C. Conteúdo e eficácia da imagem gráfica. **Boletim de Geografia Teorética**. V .11. Nº. 21-22. AGETEO. Rio Claro, 1981.

SANTOS, L. C. A. dos. **Estudo da Bacia do Rio Paciência – MA por meio da análise cartográfica.** Qualificação (Mestrado em Geografia) Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de presidente Prudente, 2001.

SILVA, M.L.N. **Erosividade da chuva e proposição de modelos para estimar a erodibilidade de latossolos brasileiros.** Lavras: UFLA, 1997. 154p. (Tese de Doutorado).

SPIRIDONOV, A.I. Princípios de la metodologia de las investigaciones de campo y el mapeo geomorfológico. Havana. Universidad de la Havana, Facultad de Geografia, 1981. 3V.

VILELA FILHO, L. R. **Estimativa da perda de solos em uma bacia hidrográfica sob o cultivo de frutíferas, no município de Valinhos (SP).** Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2002, 153 p. (Trabalho de Conclusão de Curso de Geografia).