

IV-300 – GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO RIBEIRÃO DO CIPÓ – POÇOS DE CALDAS - MG

Mauricio Dias Purcino⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG). Mestrando em Ciência e Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG).

Paulo Henrique Bretanha Junker Menezes⁽²⁾

Engenheiro Ambiental pelo Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal (UNIPINHAL). Mestre (2010) e Doutor (2013) em Geociências Aplicadas (Geoprocessamento e Análise Ambiental) pela Universidade de Brasília (UnB). Atualmente é Professor Adjunto do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG).

Diego de Souza Sardinha⁽³⁾

Engenheiro Ambiental pelo Instituto de Ensino Superior COC de Ribeirão Preto (SP). Mestre (2008) e Doutor (2011) em Geologia Regional pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho de Rio Claro (SP). Atualmente é Professor Adjunto do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG).

Luciana Botezelli⁽⁴⁾

Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Mestra (1998) em Ciências Florestais (Manejo Ambiental) e Doutora (2007) em Engenharia Florestal (Manejo Ambiental) pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Atualmente é Professora Adjunta do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG).

Endereço⁽¹⁾: Rua Manoel Correa, 249 – Santa Rosália – Poços de Caldas - MG - CEP: 37704-080 - Brasil - Tel: (35) 9160-5547 - e-mail: md.purcino@gmail.com

RESUMO

Os sedimentos nas calhas fluviais têm origem em diferentes fontes, sendo um processo da dinâmica superficial que leva ao assoreamento dos corpos hídricos. Assim, torna-se importante a análise dos principais aspectos de geração destes sedimentos: uso e ocupação da terra e escoamento superficial. Para isso, imagens de Satélite (Quick-Bird e Landsat 5 de 2008), foram utilizadas para gerar o mapa de uso e ocupação que integradas ao mapa de solos geraram o modelo hidrológico Solo-Cobertura da terra da bacia do Ribeirão do Cipó, Poços de Caldas (MG). O modelo de escoamento superficial Método Curva-Número (SCS) foi empregado para determinar a precipitação excedente em dois cenários diferentes para solos classe C classe D. As classes de cobertura da terra mais presentes na bacia do Ribeirão do Cipó foram os reflorestamentos de eucalipto, campos de altitude e matas ripárias, representando 34,63%; 20,70% e 15,08% da área respectivamente. Quanto a simulação em solos classe C (50,83%) da área permitem o escoamento superficial de somente de 1 a 25% da precipitação. Para a classe D a porcentagem de precipitação excedente, 1 a 25%, é representada por somente (15,08%) da área total da bacia Ribeirão do Cipó. Sendo assim percebe-se que o geoprocessamento é uma ótima ferramenta para gerar informações e como ferramenta de simulação de cenários os quais subsidiam a tomada de decisão da Gestão de Recursos Hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Uso e Ocupação do Solo, Escoamento Superficial, Método Curva-Número, Simulação.

INTRODUÇÃO

Em uma bacia hidrográfica determinados padrões e processos de uso e ocupação do solo podem acarretar uma série de consequências, como o assoreamento dos corpos hídricos. Segundo Fontes & Barbassa (2003), uma das principais consequências desses processos são as marcas permanentes deixadas sobre o ciclo hidrológico, principalmente, no aumento do escoamento superficial e na diminuição da infiltração de água no solo, que por sua vez, promovem alterações nas vazões máximas e mínimas dos mananciais e na produção de sedimentos.

Neste sentido, as técnicas de geoprocessamento têm sido utilizadas no contexto do planejamento dos recursos hídricos. Sua importância está relacionada à necessidade de se manipular propriedades ambientais que apresentem uma grande variabilidade espacial. A análise do uso e ocupação do solo e a simulação de cenários de escoamento superficial podem ser utilizadas para subsidiar propostas de controle e monitoramento de processos erosivos em bacias hidrográficas.

A bacia do Ribeirão do Cipó está localizada na região Sudeste do município de Poços de Caldas (MG) e possui uso do solo diversificado com reflorestamentos, pastos, culturas agrícolas, matas nativas e mineração. A bacia é utilizada para regularizar as vazões do Ribeirão das Antas, para a geração de energia hidrelétrica, além de ser um manancial para abastecimento de água protegido pela Lei Ordinária Municipal 3.954/1.987 (POÇOS DE CALDAS, 1987). O Reservatório do Cipó foi inaugurado em 1999 e estava, primeiramente, destinado a regularizar a vazão do Ribeirão das Antas, mas, com o passar dos anos, surgiram demandas que provocaram o uso de 420 l/s para abastecimento público, além dos outros usos (BALLERINI et al., 2012).

Com isso, o presente trabalho tem como objetivo utilizar o geoprocessamento como ferramenta de produção de informações para a Gestão de Recursos Hídricos, quanto aos aspectos de uso e ocupação do solo e escoamento superficial desta importante bacia hidrográfica do município de Poços de Caldas (MG).

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada neste estudo consiste na elaboração de um mapeamento de uso e ocupação do solo e posterior análise integrada de dados (solos e precipitação) a fim de se elaborar cenários de escoamento superficial a partir do modelo Curva Número (CN). Segundo Sartori et al (2005) o modelo CN é um dos mais utilizados na prática da engenharia, com um número razoável de informações disponíveis, e que permitem considerar o tipo de solo e sua cobertura. Segundo Zhan & Huang (2004), esse método é comumente usado para determinar a quantidade de água de chuva que infiltra no solo e a quantidade de água que escoam superficialmente em uma determinada região.

A primeira etapa de trabalho consistiu na aquisição e padronização da base de dados a fim de preparar um banco de dados para ser utilizado no processamento do mapa de uso e ocupação do solo e do modelo de escoamento superficial. Os dados cartográficos foram obtidos através do levantamento aerofotogramétrico do município de Poços de Caldas do ano de 1997. Além da base de dados vetorial foram utilizadas imagens de satélite do ano de 2008: Quick-Bird (resolução espacial de 60 cm) e Landsat 5 (resolução espacial de 30 m), para a produção do mapa de uso e ocupação da terra. A imagem de alta resolução foi utilizada como base para conferir precisão das classes de cobertura do solo e também para servir de referência de classificação para a imagem Landsat. O levantamento de campo para o reconhecimento das classes de uso e ocupação do solo, foi realizado com a tomada de coordenadas geográficas utilizando equipamento GPS (Global Positioning System) modelo Garmin (Map 62S).

Para a simulação do escoamento superficial foi utilizado o mapa de solos de Moraes (2007). O mapa foi reclassificado na proposta de classificação de grupos hidrológicos de solos do modelo CN. Segundo Moraes (2007) os solos, que afloram na área da bacia são constituídos por Cambissolos Háplicos e Neossolos Regolíticos associados a sienitos com textura argilosa ou argilo-siltosa. Estes solos foram enquadrados no método CN SCS, de acordo com a metodologia descrita em Sartori et al. (2005) e Menezes (2010). Com isso, foi simulado o escoamento superficial em dois possíveis cenários, considerando os grupos de solos hidrológicos C e D uniformemente em toda a bacia.

Para efetuar os cálculos do modelo de escoamento superficial Curva-Número SCS foi necessário determinar os valores de CN em função do seu complexo hidrológico solo/cobertura da terra. Os valores definidos estão representados na Tabela 1.

Tabela 1: Complexo Hidrológico Solo – Cobertura da terra (condição II de umidade antecedente) adaptado para Bacia do Ribeirão do Cipó. Modificado: Zhan e Huang, 2004 e Menezes, 2010.

Classes de Uso e Cobertura do Solo	Grupo de Solos Hidrológicos			
	A	B	C	D
Barragem	0	0	0	0
Campo associado à umidade	30	55	70	77
Campo de Altitude	39	61	74	80
Corpos d'água	0	0	0	0
Cultura	63	74	81	85
Fragmento de Mata Nativa	25	36	52	64
Mata Ripária	20	40	49	52
Pastagem	36	60	73	79
Reflorestamento	25	36	52	64
Solo Exposto	77	86	91	94

Para simulação do cenário de escoamento superficial, considerou-se a condição II de umidade antecedente e um valor de chuva intensa de 116,8 mm/h, maior valor encontrado na estação climatológica da Universidade Federal de Alfenas, Campus Poços de Caldas (UNIFAL-MG, 2012).

As Equações 1 e 2 foram utilizadas para calcular os valores de potencial máximo de retenção S [mm] e precipitação excedente Q [mm] (PRUSKI et al., 2003).

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{equação (1)}$$

$$Q = \frac{(P - 0,2.S)^2}{P + 0,8.S} \quad \text{para } P > 0,2.S \quad \text{equação (2)}$$

onde, P é o valor da precipitação obtido através da estação climatológica.

RESULTADOS

De acordo com a Figura 1 e a Tabela 2 nota-se claramente a predominância da classe de reflorestamento na bacia, provavelmente, devido à expansão da atividade de silvicultura e também pelas atividades de recuperação de áreas mineradas com plantio de eucaliptos. Os campos de altitude representam um dos tipos de cobertura vegetal que mais ocorrem no Planalto de Poços de Caldas, com 20,7% da área relacionados a solos rasos e áreas com grandes declividades, dificultando o uso agrícola. A terceira classe de maior importância em área são as matas ripárias, ocupando 15,08%. As classes de cultura (cultivo de milho, feijão e batata observados em campo - 9,53%) e pastagem (6,29%) podem variar bastante pelas práticas de rodízio de cultura empregadas para a conservação dos solos.

Os corpos d'água (6,5%) são representados pelo Reservatório do Cipó e por vários açudes presentes na bacia, utilizados para o abastecimento das fazendas, dessedentação animal e irrigação. Campos associados à umidade são vegetações correlacionadas com a rede de drenagem e em regiões de solos que apresentam hidromorfismo e grande presença de material orgânico. Solo exposto, 1,81%, é representado pela atividade de mineração, que além de impactos relacionados à degradação dos recursos hídricos, também geram outros impactos relevantes ao ecossistema, como observado em campo. Os fragmentos de mata nativa demonstraram a supressão desse bioma na região, devido a grande intervenção antrópica para as atividades agrícolas e minerárias. A Figura 2 e a Tabela 3 apresentam as respostas de cada classe de uso e ocupação devido ao evento de chuva simulado, no que se refere a escoamento superficial.

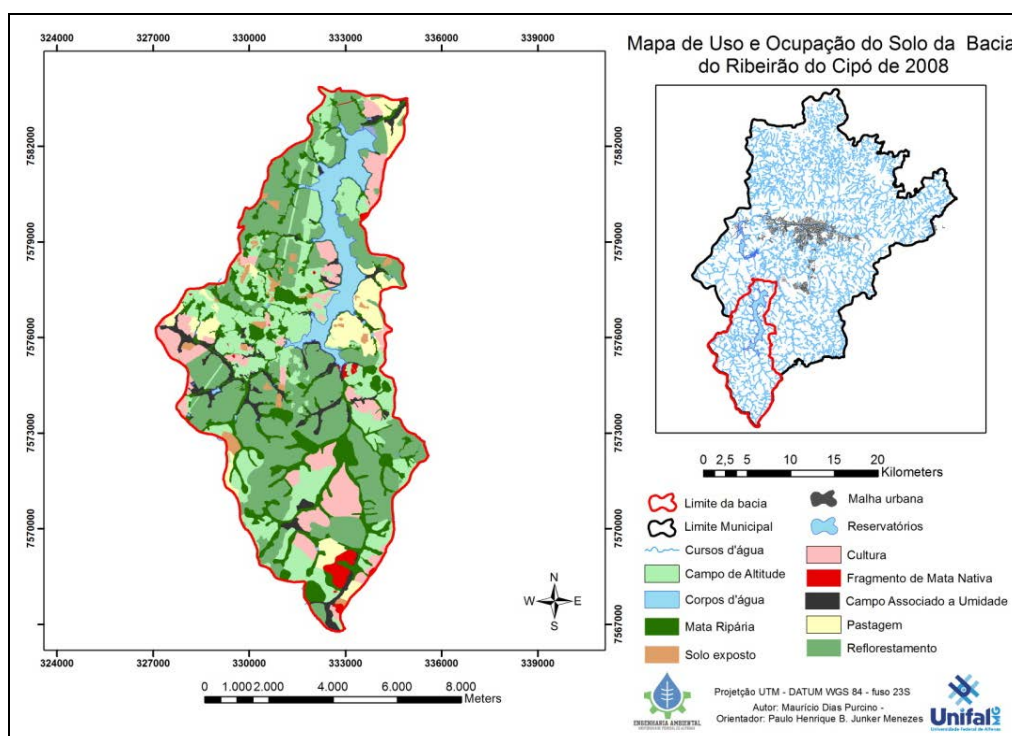


Figura 1: Localização e mapa de Uso e Ocupação da bacia do Ribeirão do Cipó.

Tabela 2: Área em km² e em porcentagem das classes de uso do ano de 2008.

Uso e ocupação	Área (km ²)	Área (%)
Campo associado à umidade	3,405	4,33
Campo de altitude	16,273	20,70
Corpos d'água	5,027	6,51
Cultura	7,491	9,53
Fragmento de Mata Nativa	0,883	1,12
Mata ripária	11,854	15,08
Pastagem	4,943	6,29
Reflorestamento	27,222	34,63
Solo exposto	1,426	1,81
TOTAL	78,524	100,00

Foram simulados cenários com solos do grupo C, com 50,83% da área escoando somente 1 a 25% do total da água de precipitação, e, somente 11,34% da área com escoamento de 50 a 85% do total da água precipitada. As classes de alta infiltração (1 a 25% de escoamento) foram os reflorestamentos, fragmentos de mata nativa e matas ripárias. As classes de média infiltração (25 a 50% de escoamento) são representadas por: pastagens, campos de altitude e campos associados à umidade. Por fim, as classes de baixa infiltração (50 a 85% de escoamento) são representadas por culturas e solos expostos.

Para os cenários com simulação do escoamento superficial em solos classe D, os resultados demonstram um decréscimo de 35,75% das áreas que escoavam superficialmente de 1 a 25% da precipitação. Esse decréscimo se deve a transição das classes fragmentos de mata nativa e reflorestamentos para 25 a 50% de escoamento superficial, e, a transição das classes pastagem e campos de altitude para 50 a 85% de escoamento superficial. As matas ripárias continuam com escoamento de 1 a 25%, salientando a sua importância quanto aos aspectos de controle ao escoamento superficial e consequentemente ao transporte de sedimentos para os corpos d'água bacia do Ribeirão do Cipó.

Outro fator que pode importante que pode aumentar o transporte de sedimentos na bacia é o fator declividade, não considerada no método curva-número SCS. A declividade é diretamente proporcional à velocidade de escoamento, que se for alta, tem grande potencial erosivo. Então, percebe-se a oportunidade de futuros estudos

para a avaliação da relação da declividade com a perda de solos na bacia do Ribeirão Cipó, além de estudos necessários para a calibração do modelo, a fim de se obter resultados mais fiéis às características da bacia de estudo.

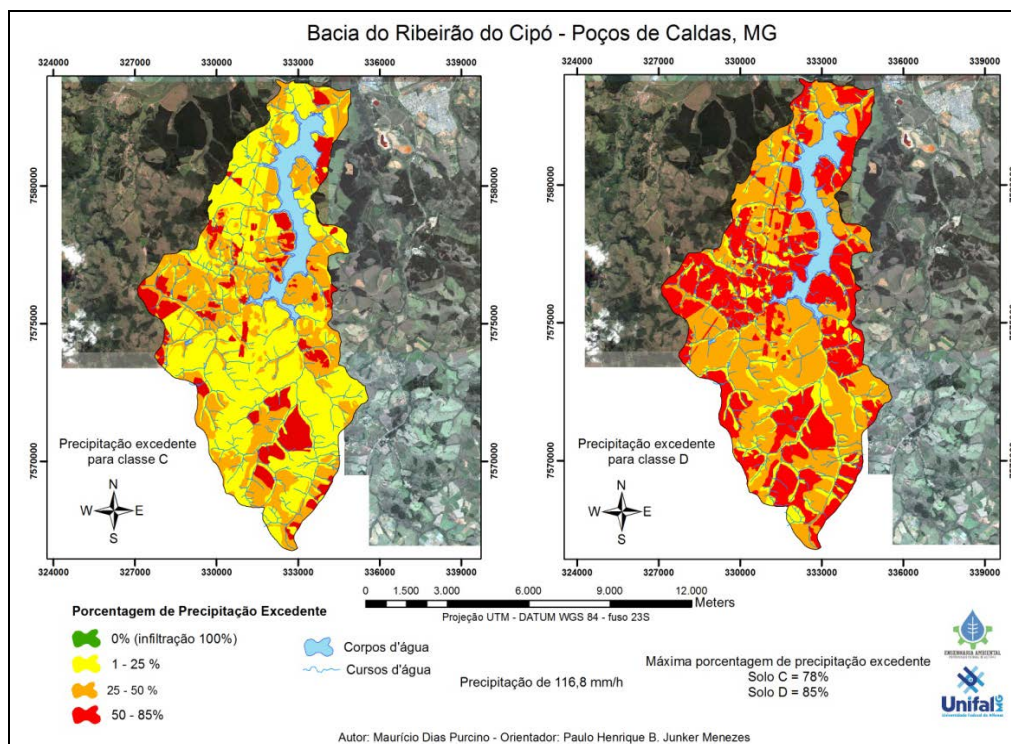


Figura 2: Mapa de precipitação excedente.

Tabela 3: Área em km² e porcentagem das classes de precipitação excedente.

% de precipitação excedente	Área C (km ²)	Área C (%)	Área D (km ²)	Área D (%)
0	0	0	0	0
1 – 25	39,96	50,83	11,85	15,08
25 – 50	24,62	31,32	31,51	40,08
50 – 85	8,92	11,34	30,13	38,33
Total	78,609	93,49	78,609	93,49

CONCLUSÕES

Os cenários gerados indicaram a importância das matas ripárias, que indiretamente e diretamente diminuem a erosão e o transporte de sedimentos, evitando o assoreamento dos cursos e corpos d'água. Além disso, reflorestamentos e fragmentos de mata nativa também são grandes mitigadores da erosão, pois mantêm o escoamento superficial em taxas baixas (para solo classe C) e médias (para solos classe D). Por outro lado, ressalta-se a importância do controle e monitoramento da perda de solo em áreas naturalmente susceptíveis, como campos de altitude (culturas, pastagem e solos expostos).

Assim, pode-se concluir que o Geoprocessamento é uma importante ferramenta para a produção de informações na gestão e no planejamento dos recursos hídricos. Nas análises de uso e ocupação dos solos e no escoamento superficial, podem ser utilizados para a implementação de práticas de monitoramento e controle de perdas de solos. Além da possibilidade da simulação de cenários que podem subsidiar importantes decisões relacionadas gestão e planejamento dos recursos hídricos. No entanto, ressalta-se a importância do levantamento de dados e estudos do meio físico para complementar as informações pré-existentes a fim de que os estudos representem a realidade de forma mais fiel.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BALLERINI, B. F. et al. Caracterização ambiental e qualidade da água na bacia do Córrego do Cipó – Manancial de Poços de Caldas (MG). 2012, 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Alfenas, 2012.
2. FONTES, A. R. M.; Barbassa, A. P.; Diagnóstico e Prognóstico da Ocupação e da Impermeabilização Urbanas. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p.137-147, jun. 2003.
3. MENEZES, P. H. B. J. Avaliação do efeito das ações antrópicas no processo de escoamento superficial e assoreamento na bacia do Lago Paranoá. 2010. p. 123. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas na área de Geoprocessamento e Análise Ambiental) - Instituto de Geociência, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
4. MORAES, F. T. Zoneamento geoambiental do planalto de Poços de Caldas MG/SP a partir da análise fisiográfica e pedoestratigráfica. 2007. p. 173. Dissertação (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente na área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.
5. POÇOS DE CALDAS. Lei nº 3.954/1987. Poços de Caldas: Prefeitura Municipal de Poços de Caldas, 1987. Disponível em: <http://pocosdecaldas.mg.gov.br/leis/leisordinarias/leisordinarias_3954.pdf>.
6. PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. dos S.; SILVA, D. D. da. Escoamento Superficial. Viçosa, Editora UFV, 2003. p. 88.
7. SARTORI, A.; LOMBARDI NETO, F.; GENOVEZ, A. B. Classificação hidrológica de solos brasileiros para estimativa da chuva excedente com o método do Serviço de Conservação dos Solos dos Estados Unidos parte 1: classificação. Rev. Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, n. 4, v. 10, p. 5-18, out/dez 2005.
8. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS. Estação climatológica. Disponível em: <<http://www.unifal-mg.edu.br/estacaoclimatologica/>>.
9. ZHAN, X.; HAUNG, M. L. ArcCN-Runoff: an ArcGis tool for generating curve number and runoff maps. Environmental Modelling and Software 19 (10) 875 879, 2004.