ESTUDOS AMBIENTAIS NO ESPAÇO GEOGRÁFICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO VEADO, NO MUNICÍPIO DE CORNÉLIO PROCÓPIO - PR: APLICAÇÃO DA EUPS

Environmental studies in space geographic basin of the "Córrego do Veado", in Cornélio Procópio city - PR: application of EUPS

Estudios ambientales en la zona geográfica de la cuenca hidrográfica del "Córrego do Veado", en el município de Cornélio Procópio - PR: aplicación de la EUPS

Ricardo Aparecido Campos[1]

Nilza Aparecida Freres Stipp[2]

João Henrique Caviglione[3]

Resumo

Este trabalho abordou os estudos ambientais na área da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado no município de Cornélio Procópio no estado do Paraná. A metodologia utilizada evidenciou que a aplicação da EUPS como subsídio ao planejamento do uso do solo agrícola é de extremo valor. Vários mapas temáticos foram elaborados com a finalidade de descrição e reconhecimento da área de estudo. Apresentar-se-á uma síntese dos resultados a partir de reflexões após a análise ambiental da área, gerando-se vários mapeamentos referentes à erosão potencial do solo, simulação de erosão do uso atual, além de muitos outros mapas temáticos, importantes à análise ambiental da área de estudo. Foram realizados vários trabalhos de campo para obter fotos e dados que subsidiarão e reforçarão as análises, resultados e considerações sobre esses estudos.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, EUPS, Uso do Solo, hipsometria, declividade.

Abstract

This paper addresses the environmental studies in Hydrographic Basin of the "Córrego do Veado" in the city of Cornélio Procópio in the state of Parana. The methodology used showed that the application of the USLE as an aid to planning the use of agricultural land is extremely valuable. Several thematic maps were prepared for the purpose of description and recognition of the study area. It shall be to provide a summary of results from reflections after the environmental analysis of the area, leading to various mappings regarding potential soil erosion, erosion simulation of actual use, plus many other thematic maps, important environmental analysis the study area. They were conducted several field work to get photos and data that will subsidize and strengthen the analyzes, results and consideration of these studies.

Keywords: Hydrographic Basin, USLE, Land Use, hypsometry, slope.

Resumen

Este documento aborda los estudios ambientales en el área de la Cuenca hidrográfica del "Córrego do Veado" en la ciudad de Cornélio Procópio en el estado de Paraná. La metodología utilizada demostró que la aplicación de la USLE como una ayuda para la planificación del uso de la tierra agrícola es extremadamente valiosa. Varios mapas temáticos fueron preparados con el propósito de descripción y reconocimiento de la zona de estudio. Se tendrá por objeto proporcionar un resumen de los resultados de

[1] Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia: Território e Ambiente da Universidade Estadual de Londrina. Professor Assistente do Curso de Geografia do Campus de Cornélio Procópio da Universidade Estadual do Norte do Paraná. Mestre em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento pela Universidade Estadual de Londrina. E-mail: rcampos@uenp.edu.br.

[2] Professora Sênior do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia: Território e Ambiente da Universidade Estadual de Londrina. E-mail: nfreres@sercomtel.com.br

[3] Pesquisador do IAPAR. Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina. E-mail: caviglione@iapar.br

las reflexiones tras el análisis ambiental de la zona, dando lugar a diferentes asignaciones relacionadas con la posible erosión del suelo, la erosión de simulación de uso real, además de muchos otros mapas temáticos, análisis ambiental importante el área de estudio. Ellos se llevaron a cabo varios trabajos de campo para obtener fotografías y datos que subvencionar y fortalecer los resultados de los análisis, y la consideración de estos estúdios.
Palabras clave: Cuenca hidrográfica, USLE, Uso de la Tierra, hipsometría, declividade

1 INTRODUÇÃO

O meio ambiente desse espaço pode ser descrito no seu aspecto morfológico como uma região de relevo movimentado com variáveis altitudes, em sua maior parte coexistindo com cursos d'águas menores que na maioria das vezes são tributários de um curso d'água maior. A complexidade morfológica desse meio ambiente faz surgir paisagens diferentes ao longo de toda a bacia hidrográfica (CAMPOS, 2006).

Já existem no Brasil e no Paraná trabalhos que tiveram por base a bacia hidrográfica como unidade de pesquisa, assim vários trabalhos integrados cuja metodologia exigia equipe multi e interdisciplinar foram desenvolvidos com a participação de Instituições de Ensino Superior e outras ligadas ao meio ambiente, com ou sem a participação de governos (CAMPOS, 2006).

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esses estudos demandaram levantamentos de campo e serviços de gabinete, a partir dos quais foram gerados produtos cartográficos temáticos.

Utilizou-se, inicialmente, de uma carta topográfica básica da área da Bacia, construída por meio das cartas do IBGE, onde se procurou identificar as áreas de drenagem, envolvendo toda a rede de tributários da área da Bacia do Córrego do Veado.

A definição das classes de uso do solo foi elaborada através do ArcInfo/ArcGis 10.2 por interpretação automática supervisionada da Imagem Orbital do Landsat 8 (OLI/TIRS) de 11 de outubro de 2014, órbita 222, ponto 76.

Serviu-se também deste software como SIG seguindo-se os procedimentos de rotina para entrada de dados. Por meio dele pôde-se elaborar o restante dos mapas temáticos da referida bacia (Figuras 01 à 16).

Nessa perspectiva, para uma melhor compreensão da pesquisa, lançou-se mão de várias metodologias particulares às ciências humanas, sociais, geomorfológicas, pedológicas e da própria Geografia Física para complementar a análise do estado ambiental da Bacia do Córrego do Veado.

Sendo assim, a evolução da tecnologia da predição de erosão iniciou-se com as análises de Cook, em 1936 (*apud* WISCHMEIER & SMITH, 1965), que listou quatro parâmetros principais na perda de solo pela erosão da água:

- susceptibilidade do solo à erosão;
- potencial erosivo da precipitação;
- escoamento superficial; e
- proteção do solo pela cobertura vegetal.

De acordo com Foster (1982 *apud* RENARD *et al.*, 1997) o processo de erosão e sedimentação pela água envolve os processos de desagregação, transporte e deposição das partículas no solo.

Esses processos erosivos podem expor a superfície do solo paulatinamente, com a chuva erodindo uma grande quantidade de sedimentos, tornando-se mais impactante quando o fluxo d'água se concentra dando origem a um sistema de fendas e sulcos, que dependendo da força do runoff poderá provocar até deslizamentos de terra.

Foram realizados levantamentos de dados do meio físico e uso dos solos referentes aos parâmetros do modelo EUPS - Equação Universal de Perdas de Solo de (WISCHMEIER & SMITH, 1978), modificada por Bertoni & Lombardi Neto (1999). Por meio dessa equação pode-se avaliar a perda média anual de solo expressa em ton/ha:

$$\mathbf{A = R \,.\, K \,.\, LS \,.\, CP}$$

Essa metodologia foi aplicada com a finalidade de avaliar o potencial natural erosivo da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado, assim, para as estimativas e mapeamentos foram necessários cruzamentos de acordo com as regras dessa equação, dos fatores naturais da EUPS.

A seguir são explicados os diferentes fatores separadamente:

R = Fator de erosividade da chuva

Além da quantidade precipitada, neste fator, é considerada também a energia cinética das gotas de chuva que se embatem com o solo. Esta energia cinética, por sua vez, é influenciada principalmente pelo tamanho das gotas e pela intensidade da chuva (CAMPOS, 2006; CAMPOS, STIPP, STIPP, 2009).

Foi utilizado os dados do Mapa de Isoerodentes do Estado do Paraná, com estimativa atualizada com dados de 1986 a 2008 (WALTRICK, 2010, p. 40), adaptados para confecção do Mapa de Erosividade das Chuvas da área da área da bacia (Figura 09).

K = Fator de erodibilidade do solo

Neste fator estão refletidas as propriedades específicas do solo. Quanto mais facilmente divisíveis os agregados do solo, separáveis as partículas e menor a permeabilidade, tanto maior o fator de erodibilidade. Solos ricos em silte, assim como solos arenosos, pobres em matéria orgânica e compactados são especialmente susceptíveis à erosão (CAMPOS, 2006; CAMPOS, STIPP, STIPP, 2009).

Para a determinação do Fator K foi utilizado os valores obtidos por Tomazoni *et al.* (2005); Chagas (2011); Demarchi (2012), para alguns solos do Paraná, conforme a Tabela 1. Através destes valores e com os subsídios do Mapa de Solos (Figura 8), foi elaborado o Mapa de Fator K da área de estudo (Figura 10).

Tabela 1 - Determinação do Fator K para os solos da área de estudo.

CLASS.	SOLOS	FATOR K
NVef	Nitossolos Vermelhos eutroférricos*	0,030
LVef	Latossolos Vermelhos eutroférricos*	0,045
RRe	Neossolos Regolíticos Eutróficos**	0,11
GX	Gleissolo Háplico***	0,020

Fonte: Adaptado de *Tomazoni et al., 2005; **Chagas, 2011, ***Demarchi, 2012.

LS = Fator Topográfico

O comprimento das encostas (Figura 11) e grau de inclinação das vertente (Figura 12) determinam o fator da declividade ou fator topográfico. Quanto mais íngreme e mais longa a encosta, tanto maior a quantidade e a velocidade da água que escorre. O potencial de transporte cresce desproporcionalmente com a velocidade do escoamento (CAMPOS, 2006; CAMPOS, STIPP, STIPP, 2009).

Para calcular este parâmetro utilizou-se o método proposto por Renard *et al.* (1997, p. 103-107), onde as equações foram cruzadas às informações do Mapa de Declividades da área da bacia (Figura 05) por meio do software ArcInfo/ArcGis.

C = Fator de preparo e cobertura do solo

Quanto menor a proteção da superfície do solo por cobertura vegetal contra a chuva, tanto maior o fator C. A vegetação sobre a superfície amortece a energia de impacto das gotas de chuva e evita a destruição dos agregados, o entupimento dos poros e o selamento superficial do solo. Este fator leva em conta também o grau de preparo do solo. Uso intensivo e forte destruição dos agregados do solo conduzem a uma elevação de C e, portanto, ao aumento de A (perda de solo) (CAMPOS, 2006; CAMPOS, STIPP, STIPP, 2009).

A partir de algumas literaturas consultadas foram definidos os valores de C, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Valores do Fator C estabelecidos para a área.

COBERTURA	FATOR C
Água	0
Vegetação Densa (Florestas, etc.)	0,00004
Pastagens	0,01
Agriculura (cultura temporária)	0,2
Área Urbana e Solo Exposto	1

Fonte: Adaptado de Vitte, 1997.

P = Fator de práticas conservacionistas

Este fator se refere às práticas de controle de erosão, tais como o terraceamento, o preparo do solo em curvas de nível, o cultivo em faixas e o sistema de plantio direto.

Neste caso utilizou-se o valor de "P" constante, considerando que nessa área, como se pode observar em campo, existem terraços e o plantio direto é usado em praticamente toda sua extensão (CAMPOS, 2006; CAMPOS, STIPP, STIPP, 2009).

3 RESULTADOS

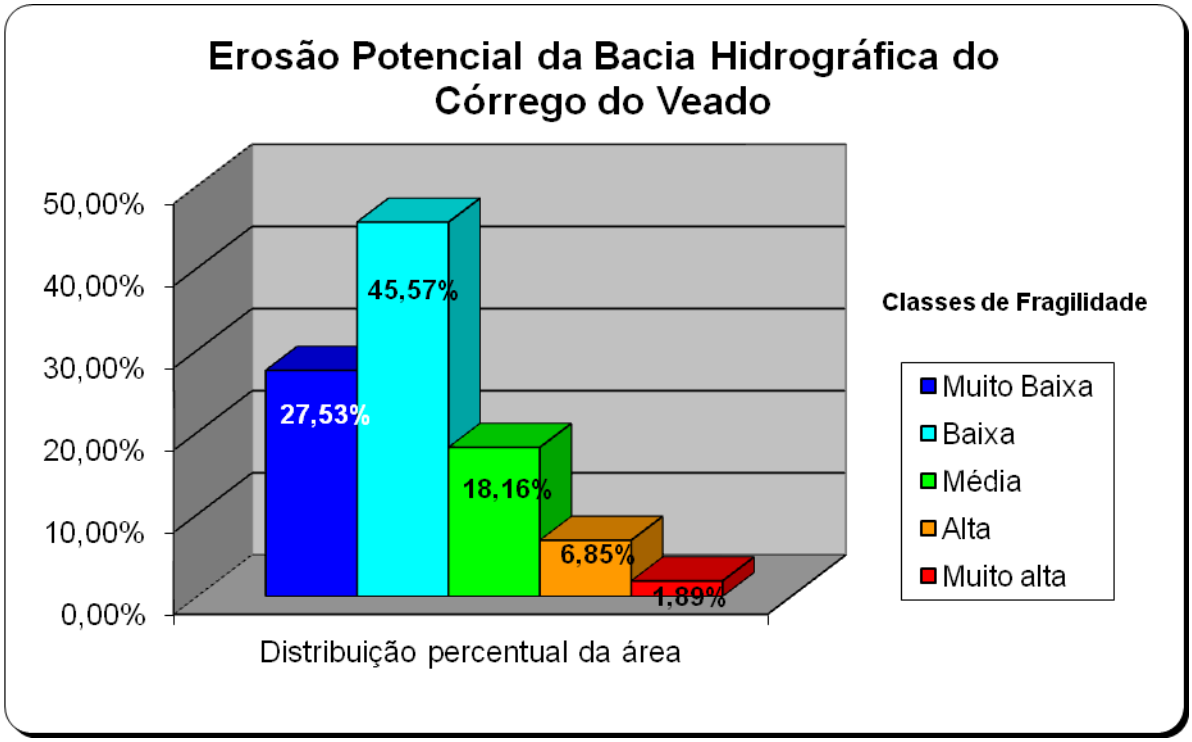
Os resultados obtidos através da aplicação do modelo EUPS conjugado ao software de geoprocessamento ArcInfo/ArcGis, permitiram algumas reflexões. Os mapas elaborados através desse paradigma são representações estáticas da paisagem, que revelam fragmentos da realidade (CAMPOS, 2006; CAMPOS, STIPP, STIPP, 2009).

A partir da identificação dos solos da bacia e definição de seu Fator K (Figura 10), constatou-se que esses solos possuem valores de erodibilidade bastante baixos, por apresentarem alto índice de argila, com exceção dos Neossolos Regolíticos eutróficos, que aparecem mais próximos à cabeceira de nascentes, localizado mais ao sul da bacia, e apresentam um valor de K elevado em relação aos outros. Numa visão geral, os solos da área de estudo são relativamente pouco erodíveis, não sendo, portanto, o fator determinante no processo erosivo, contudo, nas faixas onde predominam Neossolos Regolíticos, pode-se defini-los como uma das determinantes para valores maiores de potencial erosivo, pois geralmente estão associados também à altos índices no fator topográfico.

A sobreposição dos dados naturais do meio físico, expressos pelos parâmetros **A=R.K.L.S** da EUPS, permitiu a elaboração de um Mapa de Erosão Potencial da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado (Figura 13), que não leva em conta a cobertura vegetal, o uso do solo e os métodos conservacionistas, expressando, assim, valores extremamente altos de erosão em ton/ha/ano (Gráfico 1 e Tabela 3), pois evidenciam os valores de simulação de uma área de solo exposto, onde apenas os parâmetros físicos definem os níveis de erosão, porém é interessante para contrastar em nível qualitativo e percentual com os resultados do diagnóstico, levado em conta o uso do solo (CAMPOS, 2006; CAMPOS, STIPP, STIPP, 2009).

O Mapa de Erosão Potencial por si só, pode ser considerado um instrumento muito importante para o planejamento e gestão da bacia, pois, de forma simples, aponta as áreas com maior predisposição física à erosão laminar e, consequentemente, a outros tipos de erosão (sulcos, ravinas entre outros) (CAMPOS, 2006; CAMPOS, STIPP, STIPP, 2009).

Gráfico 1 - Distribuição percentual do Potencial Erosivo da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado.



Org.: CAMPOS; STIPP; CAVIGLIONE, 2015.

Tabela 3 - Classes de Fragilidade referentes à Erosão Potencial da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado.

ton/ha/ano	Classes de Fragilidade	Área em Km^2
Até 500	Muito Baixa	71,07
250 a 750	Baixa	117,66
750 a 2000	Média	46,89
2000 a 8000	Alta	17,68
Maior que 8000	Muito Alta	4,89

Org.: CAMPOS; STIPP; CAVIGLIONE, 2015.

Com os resultados da erosão potencial da bacia já definidos houve a necessidade de se inferir o parâmetro uso do solo, que nesta equação denomina-se Fator C. Para tanto, a partir do Mapa de Uso Atual do Solo (Figura 14), foi elaborado outro chamado de Mapa do Fator C (Figura 15), que se consistiu na forma de ocupação antrópica do espaço (OLIVEIRA, 2004), estipulando-se valores para cada tipo de uso. Este é um parâmetro muito importante em

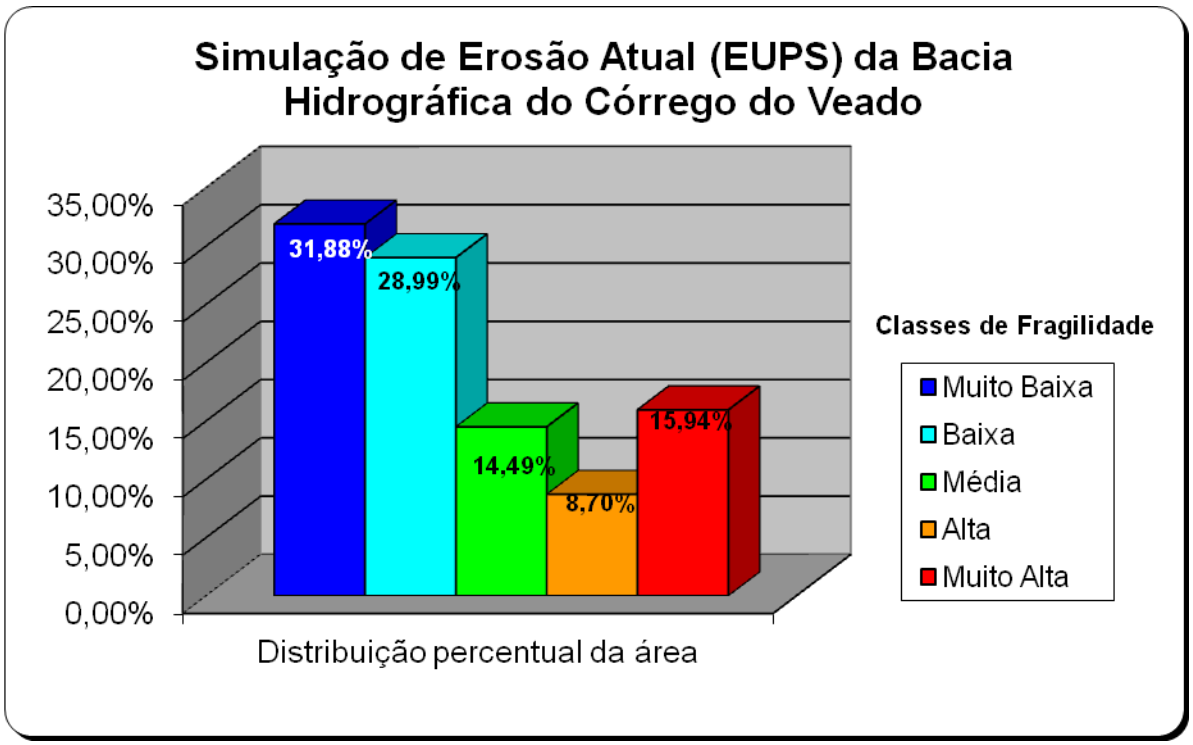
conjunto com as práticas conservacionistas, constituindo um fator decisivo nas perdas de solos (CAMPOS, 2006; CAMPOS, STIPP, STIPP, 2009).

Todas as variáveis da EUPS apresentadas neste trabalho estão estritamente relacionadas a aspectos naturais que agrupados descreveram o potencial natural à erosão laminar conforme Rosa (1995).

Apenas nos fatores C e P levou-se em conta a participação antrópica no processo. Solos desprotegidos pela ausência de vegetação ficam mais susceptíveis à erosão em face daqueles que se encontram recobertos por uma intensa cobertura vegetal. De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1999) a proteção dos solos vai sempre depender do estágio do crescimento da vegetação associada à sequencia de culturas e manejos.

O cruzamento de todas as informações físico-ambientais e socioeconômicas apuradas, possibilitou a construção de um Mapa de Simulação de Erosão (dentro dos parâmetros da EUPS – Figura 16), e a posterior obtenção de dados (Gráfico 2 e Tabela 4), que nortearam as discussões acerca do estado ambiental da bacia, servindo de base para comparação com outras simulações e propostas de uso (CAMPOS, 2006; CAMPOS, STIPP, STIPP, 2009).

Gráfico 2 - Distribuição percentual da Simulação de Erosão do Uso Atual – EUPS – da área da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado.



Org.: CAMPOS; STIPP; CAVIGLIONE, 2015.

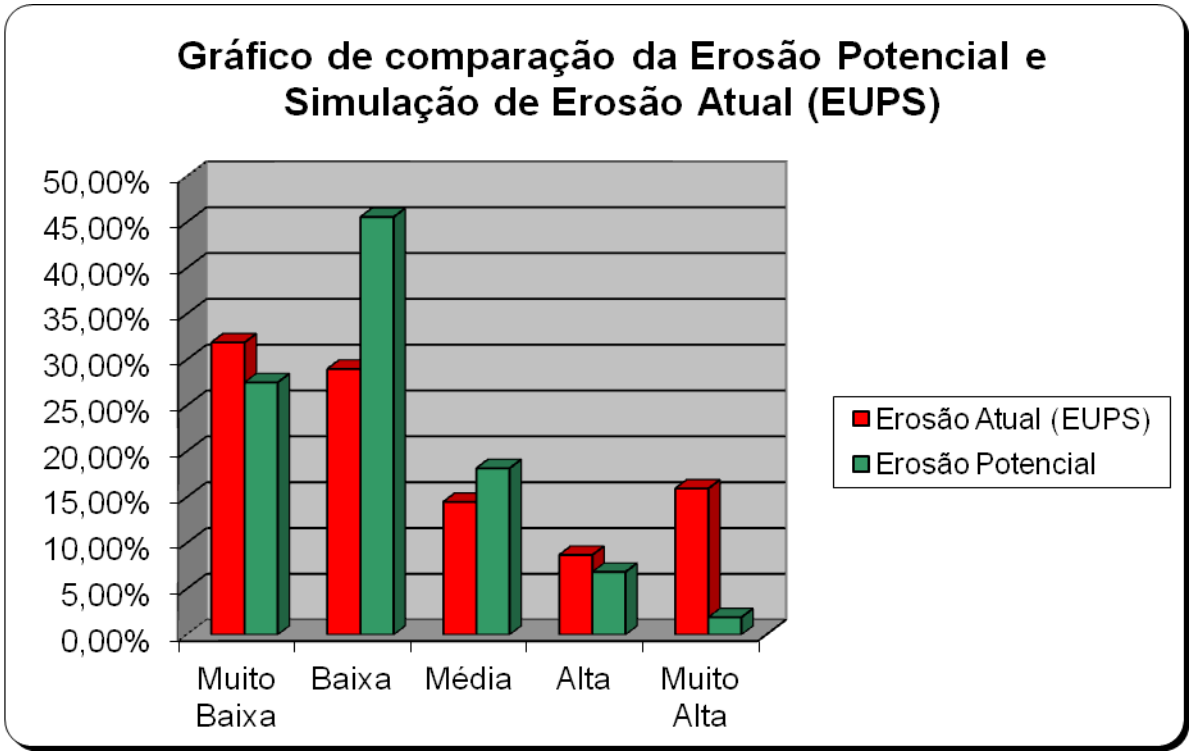
Tabela 4 - Classes de Fragilidade referente à Simulação de Erosão do Uso Atual da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado.

ton/ha/ano	Classes de Fragilidade	Área em Km²
Até 15	Muito Baixa	82,31
15 a 50	Baixa	74,86
50 a 100	Média	37,40
100 a 200	Alta	22,45
Maior que 200	Muito Alta	41,16

Org.: CAMPOS; STIPP; CAVIGLIONE, 2015.

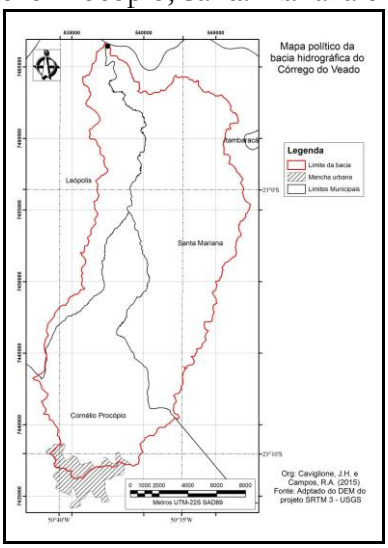
No Gráfico 3 apresenta-se um comparativo entre o Potencial Erosivo e a Simulação de Erosão no Uso Atual do solo, que foi elaborado a partir das divisões de classes de fragilidade ambiental, sendo a erosão laminar o indicador ambiental, onde se percebe a importância do fator CP (Uso do Solo e Práticas Conservacionistas).

Gráfico 3 - Comparativo da Erosão Potencial com a Simulação de Erosão Atual (EUPS) da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado.



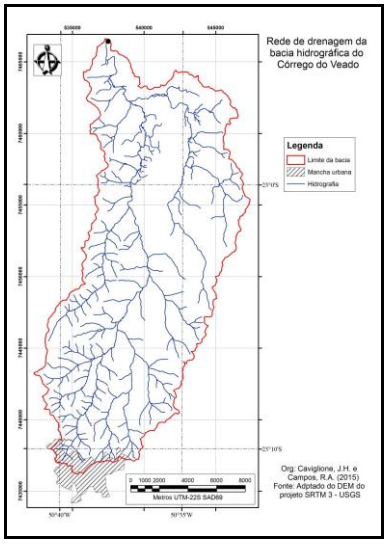
Org.: CAMPOS; STIPP; CAVIGLIONE, 2015.

Figura 1. Mapa Político da Área da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado, abrangendo os municípios de Cornélio Procópio, Santa Mariana e Leópolis no Paraná.



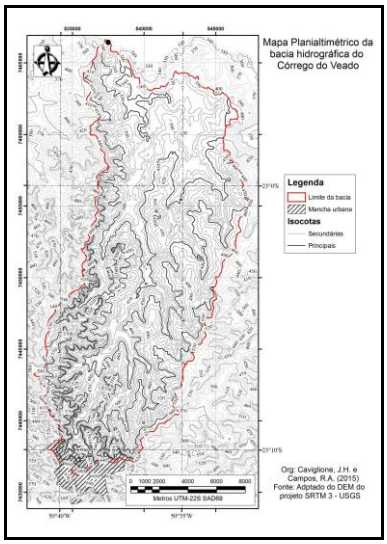
Org.: Caviglione & Campos, 2015.

Figura 2. Mapa da Rede de Drenagem da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado.



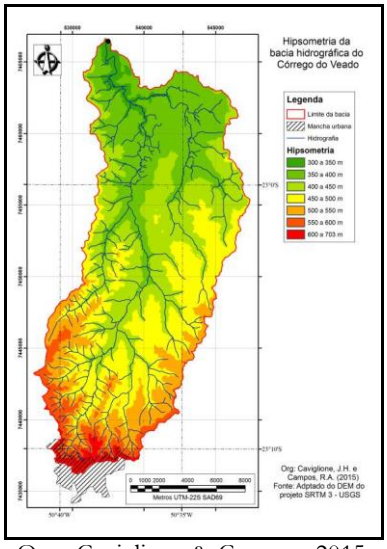
Org.: Caviglione & Campos, 2015.

Figura 3. Mapa Planialtimétrico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado.



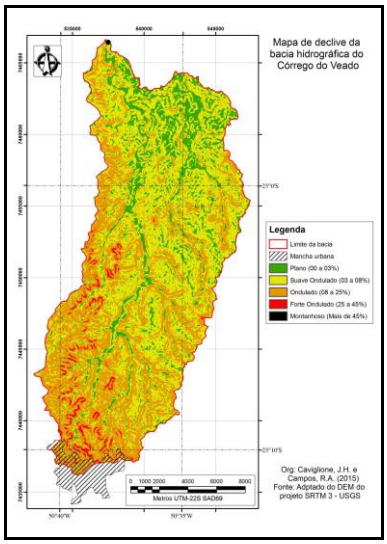
Org.: Caviglione & Campos, 2015.

Figura 4. Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado.



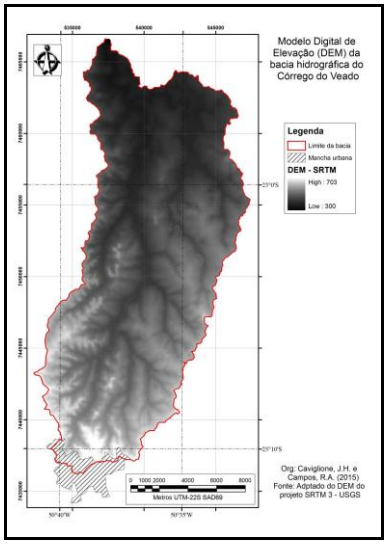
Org.: Caviglione & Campos, 2015.

Figura 5. Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado..



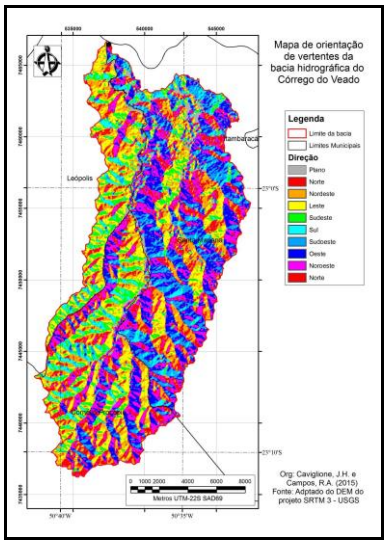
Org.: Caviglione & Campos, 2015

Figura 6. Mapa de Modelo Digital de Elevação da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado, Altitude mínima 300m e máxima 703m.



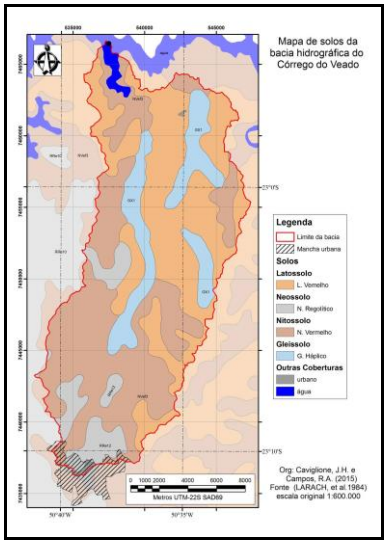
Org.: Caviglione & Campos, 2015.

Figura 7. Mapa de Orientação de Vertentes da área da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado.



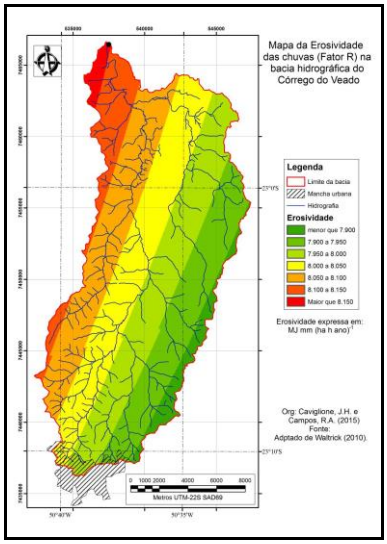
Org.: Caviglione & Campos, 2015.

Figura 8. Mapa de Solos presentes na Área da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado. Fonte: LARACH et al. 1984.



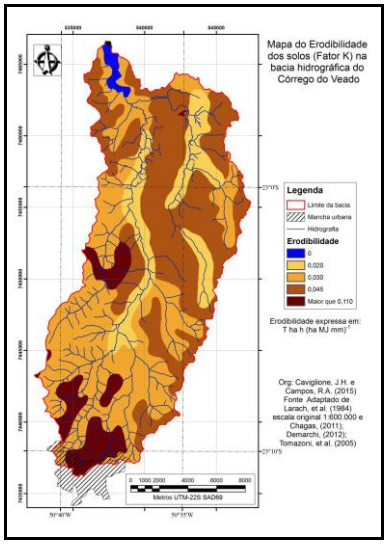
Org.: Caviglione & Campos, 2015.

Figura 9. Mapa de Erosividade das Chuvas (Fator R da EUPS) na Área da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado. Fonte: adaptado de WALTRICK, 2010.



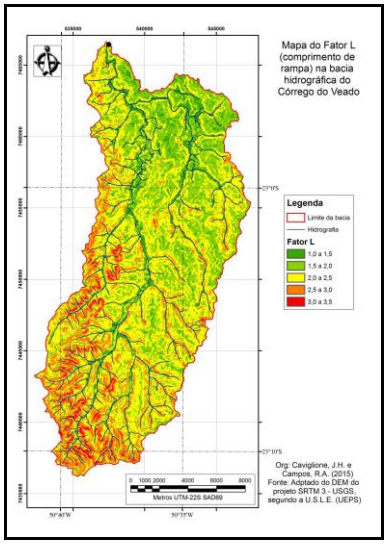
Org.: Caviglione & Campos, 2015.

Figura 10. Mapa de Erodibilidade dos Solos (Fator K da EUPS) na Área da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado.



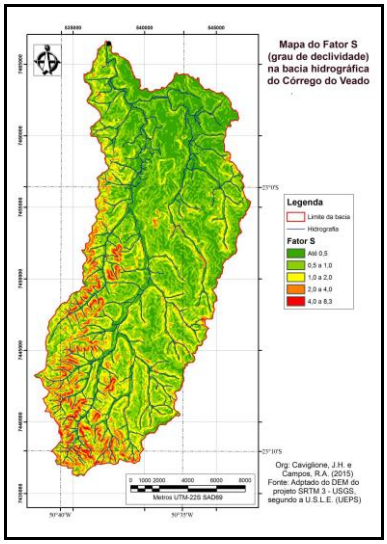
Org.: Caviglione & Campos, 2015.

Figura 11. Mapa de Comprimento de Rampas (Fator L da EUPS) na Área da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado.



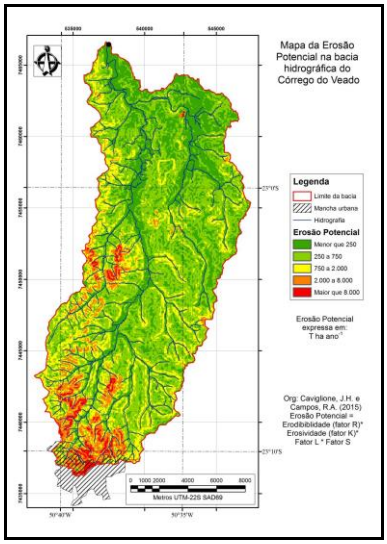
Org.: Caviglione & Campos, 2015.

Figura 12. Mapa de Grau de Declividade (Fator S da EUPS) na Área da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado.



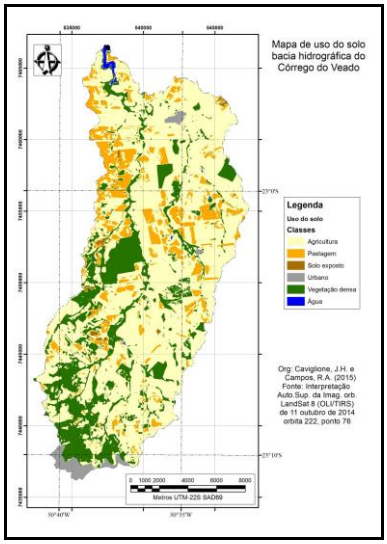
Org.: Caviglione & Campos, 2015.

Figura 13. Mapa de Erosão Potencial (EUPS – A = R.K.L.S) na Área da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado.



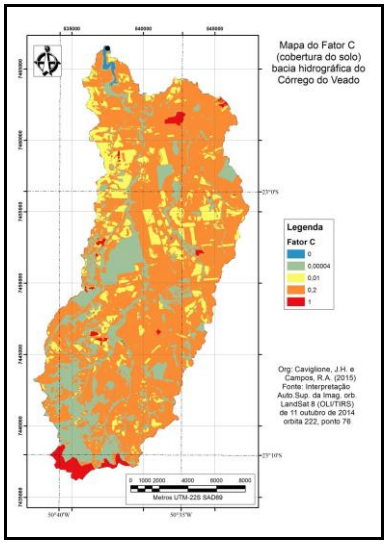
Org.: Caviglione & Campos, 2015.

Figura 14. Mapa de Uso do Solo na Área da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado.



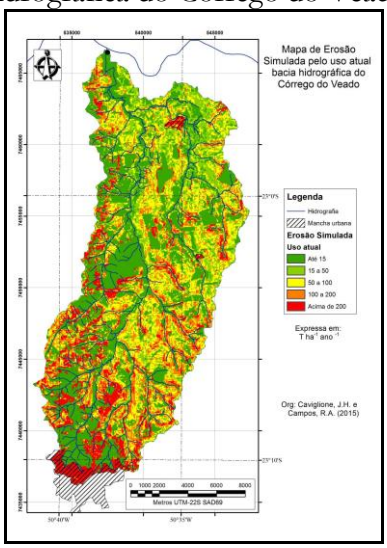
Org.: Caviglione & Campos, 2015.

Figura 15. Mapa da Cobertura do Solo (Fator C da EUPS) na Área da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado.



Org.: Caviglione & Campos, 2015.

Figura 16. Mapa de Erosão Simulada pelo Uso Atual (EUPS – A = R.K.L.S.CP) na Área da Bacia Hidrográfica do Córrego do Veado.



Org.: Caviglione & Campos, 2015.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para um adequado planejamento ambiental há que se levar em conta a dinâmica do relevo para que se possa sustentar a produtividade agrícola. A aplicação da metodologia deste trabalho pode contribuir para uma melhor compreensão dos processos hidrodinâmicos que ocorrem na região de uma bacia hidrográfica.

A agricultura moderna vem utilizando os solos de maneira intensa, inclusive nas áreas com restrições, isto é, espaços com solos frágeis de baixa aptidão agrícola que degradam mais facilmente e como consequência acabam diminuindo a sua produtividade.

REFERÊNCIAS

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

CAMPOS, R. A. **Estudos ambientais no espaço geográfico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Marrecas – Londrina – Pr.** Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Estadual de Londrina, 2006.

CAMPOS, R. A.; STIPP, N. A. F.; STIPP, M. E. F. Estudos sobre o potencial erosivo na área de uma bacia hidrográfica no município de Londrina – PR. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada:** A Geografia Física Aplicada e as dinâmicas de apropriação da natureza. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, (Digital), 2009.

CHAGAS, C. S. **Zoneamento Agroecológico do município de Dois Irmãos do Buriti – MS.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.

DEMARCHI, J. C. **Geotecnologias Aplicadas à Estimativa de Perdas de Solo por Erosão Hídrica na Sub-Bacia do Ribeirão das Perobas, Município de Santa Cruz do Rio Pardo – SP.** Dissertação (Mestre em Agronomia - Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, Botucatu – SP, 2012.

OLIVEIRA, A. M. M. de. **Aplicação de geotecnologias e do modelo EUPS como subsídio ao planejamento do uso da terra: estudo de caso no alto curso da microbacia hidrográfica do Ribeirão Cachoeirinha, Iracemápolis, SP.** 114p. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP, Universidade Estadual Paulista de Rio Claro. E. S. Paulo, 2004.

RENARD, K. G., et al. (coord.). **Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Soil Loss Equation (RUSLE).** U. S. Dept. of Agriculture: Agric. Handbook n. 703, 1997.

ROSA, R. **O uso de sistemas de informação geográfica para estimativa de perdas de solo por erosão laminar.** Anais do VI simpósio Nacional de Geografia Física e Aplicada, Vol. II, Goiânia, 1995. p. 266-271.

TOMAZONI, J. C. et al. A sistematização dos fatores da EUPS em SIG para quantificação da erosão laminar na Bacia do Rio Anta Gorda (PR). **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v. 3, n. 1, p. 1-21, jan./jun. 2005.

WALTRICK, P. C. **Erosividade de chuvas no Paraná: atualização, influência do "El niño" e "La niña" e estimativa para cenários climáticos futuros.** Dissertação (Mestre em Ciência do Solo - Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração em Pedologia e Manejo do Solo, Linha de Pesquisa Física, Manejo e Qualidade do Solo e da Água) Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, 2010.

WISCHIMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting Rainfall-Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains: Guide for selection of Practices for Soil and Water Conservation.** U. S. Dept. of Agriculture: Agric. Handbook n. 282, 1965.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses a guide to conservation planning.** Agriculture Handbook, n. 537, U.S. Departament of Agriculture, Washington, 1978.