

DOI: 10.33947/1981-741X-v21n1-4702
**MUDANÇAS NA COBERTURA DA TERRA E PERDAS DE SOLO ENTRE 2009 E 2018
NA BACIA DO RIBEIRÃO DA CONFUSÃO EM RANCHARIA-SP**

**CHANGES IN EARTH COVER AND SOIL LOSSES BETWEEN 2009 AND 2018 IN
CONFUSÃO'S BASIN IN RANCHARIA-SÃO PAULO**

Alyson Bueno Francisco¹

RESUMO

As perdas de solo por erosão hídrica apresentam impactos no Planalto Ocidental Paulista, cujas mudanças na cobertura da terra das bacias hidrográficas podem intensificar essas condições de degradação do solo. Este artigo visa analisar as mudanças de cobertura da terra na bacia do Ribeirão da Confusão e relacionar com os parâmetros dos fatores da Equação Universal de Perdas de Solo. Foram geradas as cartas de cobertura da terra com dados das imagens do satélite CBERS, datadas de 2009 e 2018, pela classificação supervisionada em Sistema de Informação Geográfica. As áreas das classes de cobertura da terra foram relacionadas com o fator C da EUPS e estimativas de dados de fontes secundárias de erosividade (R), erodibilidade (K) e fator topográfico com os dados de declividades da bacia hidrográfica (LS). A partir desses parâmetros foi apresentada uma estimativa de perdas de solo para a bacia do Ribeirão da Confusão. As perdas de solo na bacia do Ribeirão da Confusão foi estimada, pelos dados de 2018, em 2.484 t/ha/ano.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia hidrográfica. Erosão. Cartografia. SIG.

ABSTRACT

Soil losses due to water erosion have impacts in the Western Plateau of São Paulo, whose changes in the land cover of the hydrographic basins can intensify these conditions of soil degradation. This article aims to analyze the land cover changes in the basin of Confusão's stream and relate to the parameters of the factors of the Universal Soil Loss Equation. The land cover charts were generated with data from satellite CBERS images dated 2009 and 2018, by supervised classification, in GIS. The areas of the land cover classes were related to factor C of the USLE and data estimates of secondary sources of erosivity (R), erodibility (K) and topographic factor with the data of slope (LS). From these parameters, an estimate of soil loss was presented for the basin of Confusão's stream. The soil loss in the basin of Confusão's stream was estimated by 2018 data at 2,484 t/ha/y.

KEYWORDS: Hydrographic basin. Erosion. Cartography. GIS.

INTRODUÇÃO

As primeiras estimativas de perdas de solo no Brasil foram analisadas na década de 1940, com o uso de parcelas experimentais no Instituto Agrônomo de Campinas (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

A Equação Universal de Perdas de Solo foi desenvolvida a partir dos estudos de Wischmeier e Smith (1961 *apud* LAFLEN; MOLDENHAUER, 2003) a partir de 10 mil dados sobre taxas de perdas de solo em parcelas experimentais no território dos Estados Unidos da América.

As perdas de solo no Brasil são estimadas em aproximadamente 848 milhões de toneladas ao ano (MERTEN; MINELLA, 2013). As perdas de solo em ritmo acelerado nas áreas degradadas do Planalto Ocidental Paulista representam danos ambientais, como: assoreamento de cursos d'água e perdas da fertilidade de solos com prejuízos para as práticas agrícolas.

As perdas de solo no Planalto Ocidental Paulista ocorrem em decorrência da erosão hídrica proveniente dos escoamentos de chuvas concentradas, principalmente pela falta das práticas

¹ Doutor em Geografia, Universidade Estadual Paulista (UNESP). ORCID 0000-0001-7632-9249. Email: alysonbueno@gmail.com

conservacionistas e mudanças na cobertura da terra das bacias hidrográficas. A escala das microbacias hidrográficas possui repercussão nos últimos anos, devido detalhamento da garantido pelos avanços nas geotecnologias. Na escala local são encontradas as particularidades de cada produtor rural e são aplicadas as medidas mitigadoras diante das condições de degradação das terras (OLIVEIRA, 2004).

As técnicas de Geoprocessamento utilizadas atenderam as necessidades da pesquisa, confirmando que seu uso aprimora os processos e as fases da análise espacial. Além disso, o banco de dados criado pode ser replicado, corrigido e atualizado a qualquer momento, o que o torna dinâmico e aplicável às mais diversas demandas de representação espacial das informações nele contidas. No entender de Piroli (2013, p. 05):

“[...] o Geoprocessamento tem como uma de suas principais características: integrar uma série de conhecimentos específicos, que quando unidos possibilitam ao profissional desenvolver atividades em diversas áreas do conhecimento, tornando-se um campo promissor e bastante atraente profissionalmente. Esta característica, no entanto, o torna relativamente complexo, exigindo que o profissional entenda e posteriormente domine conceitos e técnicas de várias ciências” (PIROLI, 2013).

A bacia hidrográfica é uma unidade territorial e física presente na natureza delimitada pela drenagem. A natureza apresenta sua diversidade e os pesquisadores precisam evitar as generalizações das pequenas escalas e buscar compreender os fenômenos naturais nas pesquisas de campo.

Neste sentido, são necessários os trabalhos de campo, para investigar a natureza de cada bacia hidrográfica e apresentar os diagnósticos (inventários), para a realização dos planejamentos ambientais na ótica da gestão dos recursos hídricos com prognósticos adequados à garantia da disponibilidade futura de água potável.

A respeito das escalas geográficas nos estudos sobre a bacia hidrográfica, para Guimarães (1999, p. 126):

“Essa especificidade de cada bacia hidrográfica é importante porque, ao apresentar diferentes características, as bacias hidrográficas vão exigir dos pesquisadores e educadores diferentes abordagens sobre sua complexidade, envolvendo aspectos naturais, socioeconômicos, políticos e culturais. Ou seja, pesquisas e atividades educativas podem e devem ser amplamente realizadas em todas as bacias hidrográficas e apresentarão resultados diferenciados” (GUIMARÃES, 1999).

A partir do desenvolvimento dos Sistemas de Informação Geográfica, os dados espaciais das bacias hidrográficas serviram de parâmetros para a aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo, principalmente pela formação de modelos numéricos de elevação. O desenvolvimento de processos erosivos nas grandes bacias hidrográficas dos ambientes tropicais tornou propícia a necessidade de aplicação desse modelo empírico nas bacias hidrográficas com a geração de bases de dados em Sistemas de Informação Geográfica (PARVEEN; KUMAR, 2012).

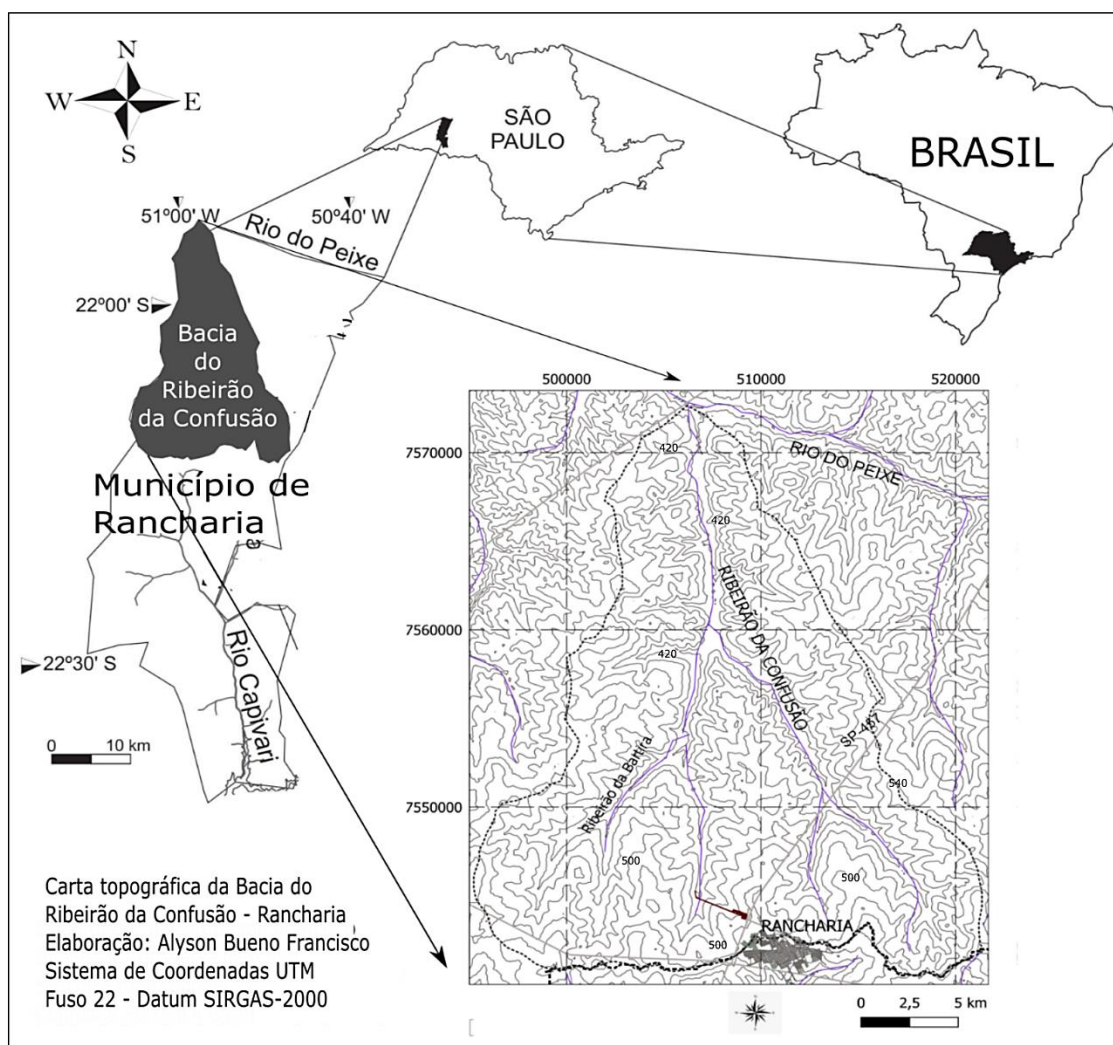
Nos últimos anos as investigações sobre as bacias hidrográficas e as técnicas de Geoprocessamento tornaram-se mais presentes nos estudos geográficos. A espacialidade dos processos erosivos envolve a compreensão dos aspectos das bacias hidrográficas e as transformações ocorridas nas paisagens rurais de mudanças das atividades agropecuárias. O uso das práticas conservacionistas para a

recuperação das áreas com solos degradados pode contribuir nos mapeamentos realizados pelos geógrafos com apoio nos Sistemas de Informação Geográfica.

ÁREA DE ESTUDO

A bacia do Ribeirão da Confusão possui uma área de 46.760 ha, localizada entre as coordenadas 50°50'W 51°10'W e 21°40'S 22°15'S, como apresenta o mapa da figura 1.

Figura 1: Mapa da Bacia do Ribeirão da Confusão, Rancharia-SP.
Figure 1: Map of the Confusion's Stream Basin, Rancharia-SP.

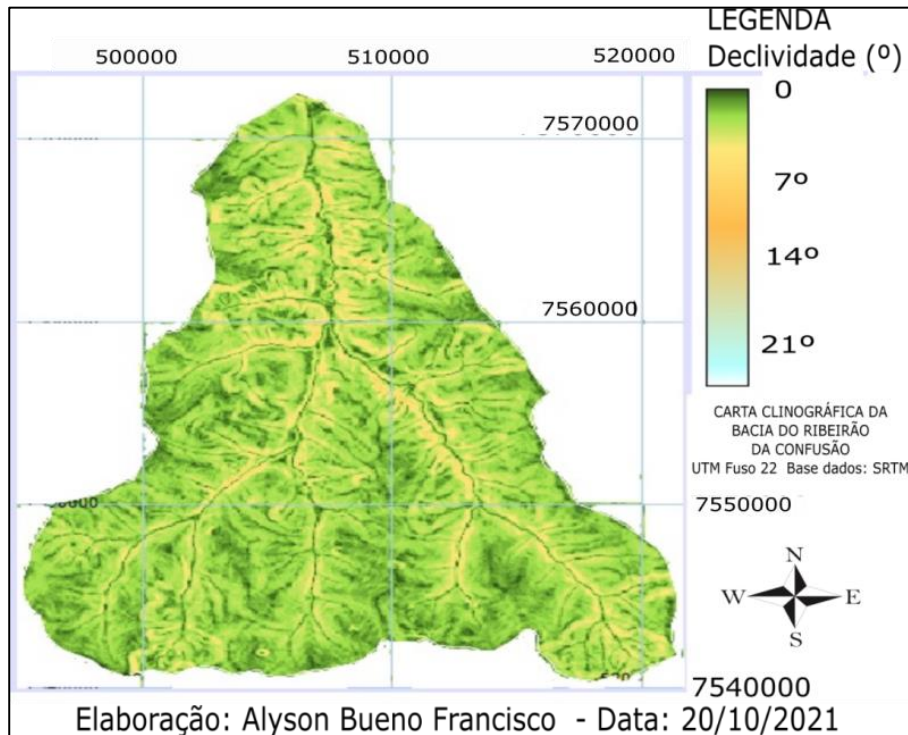


A bacia do Ribeirão da Confusão, em relação à hierarquia hidrográfica, é pertencente à bacia do Rio do Peixe. O talvegue do curso principal possui 35 km de extensão, sendo o afluente Ribeirão do Saltinho com uma extensão de 16 km. A bacia do Ribeirão da Confusão possui uma largura média de 22 km e uma extensão máxima de 34 km.

As altitudes da bacia do Ribeirão da Confusão variam entre 380 e 540 m. O relevo é constituído por colinas amplas e topos ondulados pertencentes ao Planalto Ocidental Paulista. As declividades são de forma generalizada baixas entre 5° e 15° em mais de 80% da área, como apresenta a carta da figura 2.

Figura 2: Carta clinográfica da Bacia do Ribeirão da Confusão.

Figure 2: Clinographic map of the Confusion's Stream Basin.



De acordo com o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1999), os solos predominantes na bacia do Ribeirão da Confusão são os Latossolos Vermelhos e os Argissolos Vermelho-Amarelos. Os valores de erodibilidade do horizonte superficial dos Argissolos Vermelhos da região de Presidente Prudente são estimados em 0,051 Mg/ha/ano. Para os Latossolos Vermelho da fase arenosa, os valores estimados foram de 0,016 Mg/ha/ano (FREIRE; GODOY; CARVALHO, 1992).

Sobre as condições climáticas na região afetada pela erosão hídrica, Francisco (2017) apresenta a erosividade da chuva para o município de Rancharia, considerando dados de precipitação entre 1945 e 2003, sendo em anos chuvosos o fator R de em 9.088 MJ.mm/ha.h.ano; 7.129 MJ.mm/ha.h.ano para os anos-regulares e 5.665 MJ.mm/ha.h.ano para os anos secos.

Apesar do desmatamento para o plantio do algodão até a década de 1970 e posteriormente o domínio do plantio de pastagens para a criação de rebanho bovino, a bacia do Ribeirão da Confusão possui alguns fragmentos de mata nativa preservados (aproximadamente 8% da área), incluindo um fragmento de aproximadamente 3.000 ha.

METODOLOGIA

A carta clinográfica de declividades foi elaborada com base nos dados do modelo digital de elevação provenientes da missão SRTM, na rotina Slope do Sistema de Informação Geográfica TerrSet. Os dados de declividades serviram de base para a elaboração da estimativa do fator LS, comprimento de rampa (vertentes) e desníveis (declividades).

A elaboração das cartas de cobertura da terra foram realizadas no Sistema de Informação Geográfica TerrSet com imagens orbitais do satélite CBERS datadas de 10/05/2009 e 02/05/2018, através da rotina de classificação supervisionada. O georreferenciamento das imagens foi realizado no SIG Idrisi. Após realizado o georreferenciamento, foi aplicada a composição falsa-cor com as bandas 2, 3 e 4.

Com o uso da rotina Digitize foram selecionadas as amostras confiáveis com a vetorização de polígonos, cuja cada classe a ser representada possuía um valor. Com o uso da rotina Makesig, são criadas as assinaturas e em seguida define-se o classificador com máxima verossimilhança com o uso da rotina Maxlike. Em seguida, aplicou-se a filtragem do tipo Mode com uso de tamanho 7x7. Para realizar o recorte da área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Confusão, os limites da foram delimitados através de dados Suttle Radar TopographyMission (SRTM) no aplicativo GlobalMapper. O vetor que delimita a microbacia hidrográfica foi exportado em formato Shapefile, tendo como sistema de referência o datum horizontal SIRGAS-2000.

Em relação aos fatores atribuídos da Equação Universal de Perdas de Solo, foram adotados os índices de erodibilidade apresentados por Freire et al., (1992). A erosividade das chuvas (R) foi estimada com base na referência de Francisco (2017) ao apresentar os valores para uma bacia adjacente de distância de 15 km da bacia do Ribeirão da Confusão. Os tipos de solos identificados na bacia hidrográfica foram adotados pelo mapa apresentado por Oliveira et al., (1999). O fator C de formas de manejo do solo, pelas classes de cobertura da terra, seguiu a referência adotada por Pinto (1991). O fator P das práticas conservacionistas foi estimado com base nos índices de cálculos expressos por Bertoni e Lombardi Neto (1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

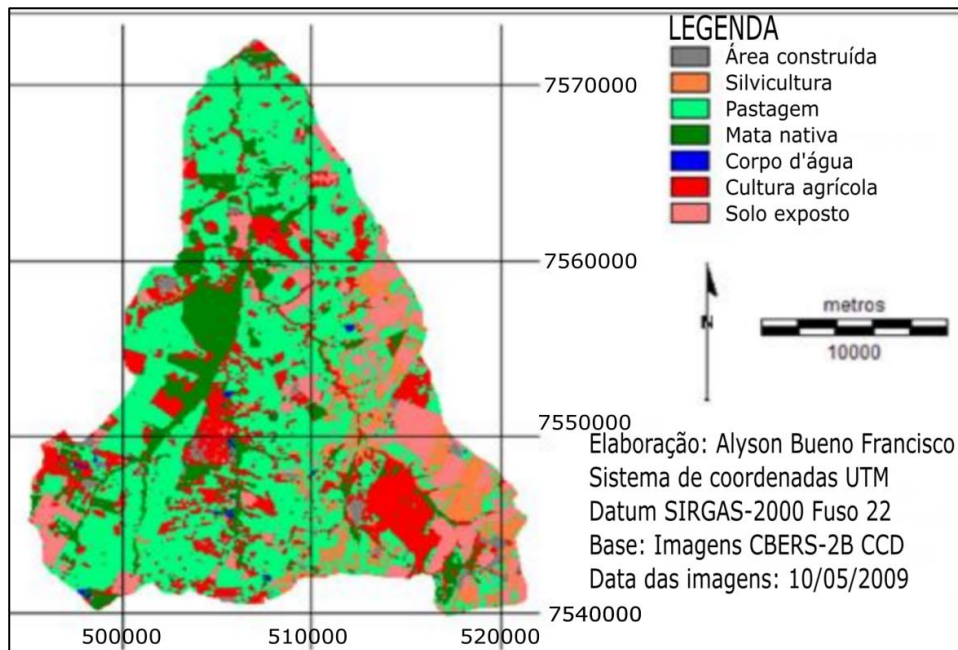
A tabela 1 apresenta as classes de cobertura da terra em 2009 e 2018 na bacia do Ribeirão da Confusão.

Tabela 1: Áreas e parcelas das classes de cobertura da terra na
Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Confusão.
Table 1: Area and plots of land cover classes in Confusion's Stream Basin.

Classe de cobertura da terra	Área em 2009(ha)	%	Área em 2018(ha)	%
Área urbanizada e vias	0,58	0,01	1,55	0,003
Cerrado e/ou mata ciliar	3.610,00	7,72	3.913,28	8,37
Corpo d'água	1,42	0,01	1,58	0,003
Cultura agrícola	10.679,00	22,84	15.768,36	33,72
Pastagem	23.085,00	49,75	22.571,32	48,27
Silvicultura	326,00	0,70	-	-
Solo exposto	8.698,00	18,75	3.504,06	9,61

A figura 3 apresenta a carta de coberturas da terra da bacia do Ribeirão da Confusão em 2009.

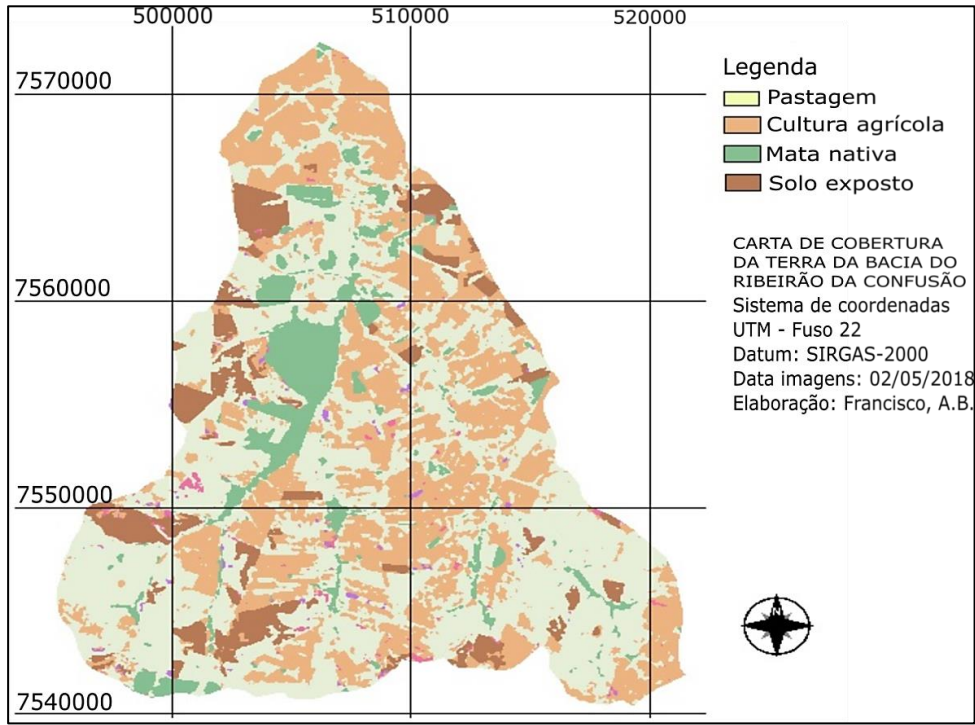
Figura 3: Carta de cobertura da terra da bacia do Ribeirão da Confusão (2009).
Figure 3: Land cover map of the Confusion's Stream Basin (2009).



A figura 4 apresenta a carta de coberturas da terra da bacia do Ribeirão da Confusão em 2018.

Figura 4: Carta de cobertura da terra da bacia do Ribeirão da Confusão (2018).

Figure 4: Map of Land Cover of the Confusion's Stream Basin (2018).



A tabela 2 apresenta a relação entre as áreas das classes de cobertura da terra e o fator C de uso da terra aplicado na Equação Universal de Perdas de Solos.

Tabela 2: Relação das classes de cobertura da terra com o fator C da USLE.

Table 2: Relationship of land cover classes with the USLE factor.

Classe de cobertura da terra	Fator C	Área em 2009(ha)	C (2009)	Área em 2018(ha)	C (2018)
Mata nativa	0,0004	3.610,00	0,00003	3.913,28	0,00003
Cultura agrícola	0,0500	10.679,00	0,11420	15.768,36	0,16860
Pastagem	0,0075	23.085,00	0,37000	22.571,32	0,36200
Silvicultura	0,0450	326,00	0,00700	-	-
Solo exposto	0,1000	8.698,00	0,18601	3.504,06	0,00370

Os dados apresentam um aumento do fator C de 810,17 para 994,31, acréscimo de 18,5% no potencial erosivo de acordo com as mudanças de cobertura da terra em 9 anos.

A tabela 3 apresenta as relações das áreas das classes de cobertura da terra com os tipos predominantes de solos pelo fator K de erodibilidade.

Tabela 3: Fator de erodibilidade do solo (K) em relação às áreas de cobertura da terra.

Table 3: Soil erodibility factor (K) in relation to land cover areas.

Classe de cobertura da terra	Tipo de solo	Fator K	Área em 2009 (ha)	K (2009)	Área em 2018 (ha)	K (2018)
Mata nativa	Hidromófico	0,003	3.610,00	0,00023	3.913,28	0,00025
Cultura agrícola	Argissolo	0,051	10.679,00	0,01165	15.768,36	0,01719
Pastagem	Latossolo	0,016	23.085,00	0,00799	22.571,32	0,00772
Silvicultura	Latossolo	0,016	326,00	0,00011	-	-
Solo exposto	Argissolo	0,051	8.698,00	0,00949	3.504,06	0,00382

O fator de erodibilidade se manteve praticamente estável em 9 anos, sendo presente o acréscimo das áreas de mata nativa presentes em solos hidromórficos de matas ciliares e uma diminuição das áreas de solo exposto, muito propícias ao desenvolvimento da erosão laminar.

A partir dos dados dos fatores de aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo pela erosividade apresentada para o município de Rancharia (PERUSI et al., 2004) em 7.300 MJ.mm/ha.h.ano, temos os índices estimados para as classes de cobertura da terra na tabela 4.

Tabela 4: Fator de erosividade da chuva (R) em relação às áreas de cobertura da terra.

Table 4: Rainfall erosivity factor (R) in relation to land cover areas.

Classe de cobertura da terra	Área em 2009 (ha)	R (2009)	Área em 2018 (ha)	R (2018)
Mata nativa	3.610,00	564,66	3.913,28	610,92
Cultura agrícola	10.679,00	1.667,16	15.768,36	2.461,64
Pastagem	23.085,00	3.603,94	22.571,32	3.523,70
Silvicultura	326,00	50,89	-	-
Solo exposto	8.698,00	1.357,90	3.504,06	547,03
Σ		7.244,55		7.143,29

Ao considerar o comprimento médio de 100 m de rampa na bacia e a declividade média de 5,67% ou 10°, foi estimado o fator topográfico em 0,006.

O fator das práticas conservacionistas foi calculado com base na declividade média de 10°, sendo obtido em 0,19342.

Ao considerar os fatores estimados da EUPS para a bacia, foram estimados os índices de perdas de solo, em 2009, pelas classes de cobertura da terra na tabela 5.

Tabela 5: Estimativa de perdas de solo na bacia em 2009 pelas classes de cobertura da terra.

Table 5: Estimated soil losses in the basin in 2009 by land cover classes.

Classe de cobertura da terra	Fator R	Fator K	Fator LS	Fator C	Fator P	Ei	A (t/ha/ano)
Mata nativa	564,66	0,00023	0,006	0,00003	0,19342	2.10 ⁻⁹	0,0002
Cultura agrícola	1.667,16	0,01165	0,006	0,11420	0,19342	0,0257	1.201,73
Pastagem	3.603,94	0,00799	0,006	0,37000	0,19342	0,0123	577,51
Solo exposto	1.357,90	0,00949	0,006	0,18601	0,19342	0,0027	130,00

A bacia do Ribeirão da Confusão, ao possuir 46.760 ha, apresenta uma estimativa de perdas de solo em 1.909,24 t/ha/ano em 2009.

Ao considerar os fatores estimados da EUPS para a bacia, foram estimados os índices de perdas de solo, em 2018, pelas classes de cobertura da terra na tabela 6.

Tabela 6: Estimativa de perdas de solo na bacia em 2018 pelas classes de cobertura da terra.
Table 6: Estimated soil losses in the basin in 2018 by land cover classes.

Classe de cobertura da terra	Fator R	Fator K	Fator LS	Fator C	Fator P	Ei	A (t/ha/ano)
Mata nativa	610,92	0,00023	0,006	0,00003	0,19342	2.10 ⁻⁹	0,0002
Cultura agrícola	2.461,64	0,01165	0,006	0,11420	0,19342	0,038	1.777,23
Pastagem	3.523,70	0,00799	0,006	0,37000	0,19342	0,012	566,00
Solo exposto	547,03	0,00949	0,006	0,18601	0,19342	0,003	140,85

A bacia do Ribeirão da Confusão, ao possuir 46.760 ha, apresenta uma estimativa de perdas de solo em 2.484,08 t/ha/ano em 2018.

CONCLUSÕES

As estimativas de perdas de solo são importantes para o gerenciamento das bacias hidrográficas com a aplicação do mapeamento na identificação das áreas mais degradadas e suscetíveis à erosão. A cartografia das condições atuais da bacia hidrográfica (inventário) favorece o diagnóstico das condições de degradação e as propostas para a recuperação ambiental.

O Brasil é um país com grandes extensões territoriais e bacias hidrográficas que se distribuem por vários municípios e estados, sendo importante a implantação de políticas para o gerenciamento dos recursos hídricos através de parcerias com as diversas unidades territoriais. Os municípios brasileiros precisam elaborar um inventário com mapas e bases de dados das bacias hidrográficas para favorecer a gestão das águas.

A conservação do solo é um tema interdisciplinar e pode integrar vários profissionais do ramo técnico e da pesquisa para apoiar os órgãos públicos nas propostas de recuperação das áreas degradadas pelos processos erosivos rigorosos.

As condições de degradação do solo exigem o aprimoramento de técnicas científicas mais empíricas e com apoio dos sistemas de informações geográficas para contribuir no monitoramento dos processos erosivos.

REFERÊNCIAS

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

FRANCISCO, A. B. **A erosão periurbana em Rancharia- SP: a análise espaço-temporal e as propostas de recuperação da boçoroca do córrego do grito**. 2017. 202f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2017.

FREIRE, O.; GODOY, M. C. T. F.; CARVALHO, W. A. Erodibilidade de alguns solos do oeste do estado de São Paulo. **Revista de Geografia**, São Paulo, n. 11, p. 77-87, 1992.

GUIMARÃES, E. M. A. **Trabalhos de campo em bacias hidrográficas**: os caminhos de uma experiência em Educação Ambiental. 1999. 184f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

LAFLEN, J. M.; MOLDENHAUER, W. C. **The Story USLE**: pioneering soil erosion prediction. Beijing, China: World Association of Soil and Water Conservation, 2003.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. G. The expansion of Brazilian agriculture: soil erosion scenarios. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 01, n. 03, p. 37-48, 2013.

OLIVEIRA, A. M. M. **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. 2004. 119f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro, Rio Claro, 2004.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Escala: 1: 500.000, Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1999.

PARVEEN, R.; KUMAR, U. Integrated Approach of Universal Soil Loss Equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for Soil Loss Risk Assessment in Upper South Koel Basin, Jharkhand. **Journal of Geographic Information System**, v. 4, n. 6, 2012.

PERUSI, M. C.; ZERO, V.; TOMMASELLI, J.T.G.; BRIGATTI, N. Erosividade das chuvas no extremo oeste do Estado de São Paulo nos anos de 1998 e 1999. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 26, p. 25-36, 2004.

PINTO, S. A. F. **Sensoriamento Remoto e integração de dados aplicados no estudo da erosão dos solos**: contribuição metodológica. 1991. 185f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

PIROLI, E. L. **Geoprocessamento aplicado ao estudo do uso da terra das áreas de preservação permanente dos corpos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo**. 2013. 150f. Tese (Livre Docência em Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2013.