

USO DO SOLO NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO SAMAMBAIA E SUA RELAÇÃO COM A SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO LAMINAR

LAND USE IN MICRO WATERSHED OF SAMAMBAIA STREAM AND ITS RELATIONSHIP WITH LAMINAR EROSION SUSCEPTIBILITY

USO DE LO SUELO EN LA MICRO CUENCA DEL RÍO RIBEIRÃO SAMAMBAIA Y SU RELACIÓN CON LA SUSTENTABILIDAD A LA EROSIÓN LAMINAR

Silas Pereira Trindade

Professor da Universidade Estadual de Goiás – Campus Formosa
Av. Universitária, esq. R. Nagib Simão, s/n,
Setor Nordeste, Formosa - GO, 73.807-250.
silaspereiratrinidade@gmail.com

Rafael de Ávila Rodrigues

Professor da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão
Av. Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120,
Setor Universitário, Catalão - GO, 75704-020.
rafael.avila.rodrigues@gmail.com

RESUMO

A microbacia do ribeirão Samambaia é uma importante fonte hídrica que abastece a área urbana de Catalão (GO). Localizada em uma área de Cerrado, nos municípios de Catalão e Goiandira, Goiás, é uma área que passa por um intenso processo de ocupação principalmente o uso agropecuário. A hipótese defendida neste trabalho é que o uso do solo na área pesquisada gerou sérios impactos ambientais sobre os sistemas pedológicos, pois ocorre um avanço antrópico sobre as áreas suscetíveis à erosão laminar. O objetivo desta pesquisa foi estabelecer a relação entre a dinâmica de uso do solo e a suscetibilidade erosiva, classificando a evolução do potencial à erosão laminar na microbacia do ribeirão Samambaia. Para isso gerou-se os mapas de uso do solo e de suscetibilidade erosiva para os anos de 2001, 2006, 2011, 2013 e 2015, que foram analisados de forma integrada, gerando o mapa de potencial à erosão laminar com uso de técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. Os resultados mostraram que houve aumento das classes de pastagens, agricultura e área urbana, com preponderância das duas primeiras, contrapondo-se com diminuição das áreas de vegetação nativa. O potencial à erosão laminar mostrou o predomínio inicial das áreas de baixo potencial à erosão, que foi ultrapassado pelas áreas de médio potencial, junto ao intenso aumento das áreas de alto potencial à erosão, vindo de encontro com a hipótese levantada neste estudo. Concluiu-se que o avanço antrópico, na área estudada, desempenha o risco da degradação ambiental dos solos, podendo interferir na qualidade dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Uso do solo; suscetibilidade; potencial erosão laminar; microbacia Samambaia.

ABSTRACT

The Watershed of the Ribeirão Samambaia is an important water source supplying the Catalão urban area (GO). Located in an area of Cerrado in the Catalan and Goiandira (GO) is an area that goes through an intense process of occupation mainly agricultural use. The hypothesis defended in this work is that use of the land in the area searched has generated serious environmental impacts on soil systems, because there is a man-made advance on the areas susceptible to laminar erosion. The objective of this research were to establish the relationship between land use dynamics and erosive susceptibility, classifying the laminar erosion potential developments in the Ribeirão Samambaia. For that generated the soil and use maps of erosive susceptibility for the years 2001, 2006, 2011, 2013 and 2015, which were analyzed in an integrated manner, generating the map of potential laminar erosion. The results showed that there was an increase of pastures, agriculture and urban area, with a preponderance of the first and second opposed with reduction of areas of native vegetation. The laminar erosion potential showed the initial predominance of low potential areas to erosion, which was exceeded by the average potential areas, along with the intense growth of high-potential areas to erosion from meeting with the hypothesis raised in this study. It is concluded that the advance in the area studied, man-made plays the risk of environmental degradation of soils, and may interfere with the quality of water resources.

Keywords: Land use; susceptibility; laminar erosion potential; Micro Watershed of Samambaia stream.

RESUMEN

La Microcuenca del Ribeirão Samambaia es una fuente hídrica muy importante que abastece al área urbana de Catalão (GO). Está localizada en un área de sabana, en los municipios de Catalão y Goiandira, Goiás. Es un área que está sufriendo un gran proceso de ocupación, fundado principalmente en el desarrollo de actividades agropecuarias. La hipótesis defendida en este trabajo consiste en cómo la utilización de estas tierras, genera un serio impacto ambiental sobre los sistemas pedológicos, ya que provoca un avance antrópico sobre las áreas susceptibles de erosión laminar. El objetivo de esta investigación, fue establecer la relación entre la dinámica del uso de las tierras y la susceptibilidad erosiva, clasificando la evolución del potencial a la erosión laminar en la Microcuenca del Ribeirão Samambaia. Para ello, se generaron los mapas del uso de lo suelo y de la susceptibilidad erosiva para los años 2001, 2006, 2011, 2013 y 2015, que fueron analizados de manera integrada, para luego generar el mapa de potencial erosión laminar. Los resultados demostraron que hubo un aumento de las clases de pastizales, agricultura y áreas urbanas con preponderancia de las dos primeras, en contraposición a la disminución de las áreas de vegetación nativa. El mapa de potencial de erosión laminar mostró el predominio inicial de las áreas de bajo potencial a la erosión, que fue ultrapasado por las áreas de potencial medio, junto al intenso aumento de las áreas de alto potencial a la erosión, en concordancia con la hipótesis planteada en este estudio. Se concluye que el avance antrópico en el área estudiada provoca el riesgo de la degradación ambiental de los suelos, pudiendo esto, interferir en la calidad de los recursos hídricos.

Palabras-clave: Uso de lo suelo; susceptibilidad; potencial de erosión laminar; Microcuenca Samambaia.

1. INTRODUÇÃO

A importância do desenvolvimento de pesquisas com base nas bacias hidrográficas ocorre por serem unidades territoriais de planejamento das quais são concentradoras das ações antrópicas, sobretudo as atividades econômicas nela exercida (PNRH, 1997). Tomando como base que os recursos hídricos são recursos naturais exauríveis, as bacias hidrográficas são identificadas como um complexo sistema biofísico que contempla a conexão entre as atividades humanas e os recursos ambientais que demandam de práticas sustentáveis de uso do solo.

A microbacia do ribeirão Samambaia é um importante manancial hídrico para a cidade de Catalão (GO), pois é a principal fonte fornecedora de água para a área urbana do município, composta por dois importantes ribeirões, o Samambaia, principal curso d'água da bacia em epígrafe, e o Pari, um de seus afluentes. Os usos de suas águas atende às múltiplas necessidades da região, constituindo desde ao abastecimento urbano, ao uso agrícola e a dessedentação de animais (PAULA, et al., 2012).

O uso intensivo das terras, principalmente para o desenvolvimento das atividades antrópicas, exerce pressão sobre os recursos ambientais que podem ser traduzidos por meio da sua degradação. Desta forma, a antropização da microbacia do ribeirão Samambaia pode gerar impactos ambientais por meio da perda das camadas superficiais de solos através da erosão laminar, que segundo Hernani, et al., (2002), é a principal forma de degradação ambiental dos solos no Brasil.

As perdas de solos por erosão são caracterizadas por meio de duas abordagens, a laminar, determinadas em função da relação da ocupação do solo e às condições naturais dos terrenos que são influenciadas pelas águas difusas da chuva, pela presença de cobertura vegetal, a intensidade topográfica e pelos tipos de solos que oferecem maior ou menor resistência à erosão; e também pela linear, caracterizada pela presença de escoamento superficial mais intenso do qual a sua concentração resulta no surgimento de sulcos, ravinas e em voçorocas determinadas pelos tipos de cobertura pedológica (SALOMÃO, 2005, SANTOS; BAYER; CARVALHO, 2008).

A erosão laminar, também conhecida com erosão em lençol, é um processo erosivo associado ao escoamento superficial em que não há a formação de canais definidos. É formada a partir de precipitações prolongadas que excedem a capacidade de infiltração dos solos dando lugar ao escoamento superficial, que é influenciado pelas condições geológicas, topográficas e pela cobertura vegetal (GUERRA, 2008).

A perda da qualidade dos solos está relacionada com fatores edáficos, climáticos e antrópicos, sendo que o processo de erosão acelerada consiste na rápida perda da cobertura pedológica e é induzido pelo indevido uso e ocupação das terras. Desta forma, os processos erosivos geram grandes prejuízos ambientais e econômicos, pois atingem outras atividades que dependem deste recurso natural base (HERNANI, et al., 2002).

O avanço das atividades econômicas, sobretudo a agropecuária e o uso urbano, são fatores degradadores dos solos, principalmente por meio da ocupação desordenada que avança para áreas com maior suscetibilidade erosiva. A dinâmica do uso e cobertura do soloregula a relação entre as esferas econômicas, sociais e ambientais, que acompanham a dinâmica física da paisagem, sobretudo os elementos naturais como os solos, o relevo, a drenagem e a vegetação. Estas alterações identificam as possíveis alterações nos padrões produtivos diante da possibilidade de identificar as áreas de maior pressão ambiental associadas aos usos intensivos dos solos.

As mudanças nos padrões de ocupação dos solos permite compreender os efeitos e as interações que estas ações exercem no espaço geográfico, por meio das correlações sobre o Planejamento e Ordenamento Territorial (TURETTA, 2010). O conhecimento da dinâmica da distribuição temporal do uso do solo se torna importante para a compreensão da estrutura funcional das atividades econômicas por meio do uso do solo, permitindo avaliar as ações antrópicas sobre o meio físico.

A hipótese defendida neste artigo é que a evolução do uso do solo na bacia hidrográfica do ribeirão Samambaia gera sérios impactos ambientais sobre os sistemas pedológicos, pois ocorre um avanço antrópico sobre as áreas com maior fragilidade à erosão laminar, que afetam indiretamente a qualidade dos recursos hídricos por meio dos efeitos diretos nos solos.

Este estudo teve o objetivo de estabelecer uma relação entre a dinâmica de uso do solo e a suscetibilidade erosiva classificando a evolução do potencial à erosão laminar na microbacia do ribeirão Samambaia, localizada na região sudeste do estado em Catalão/Goianira, Goiás. A pesquisa foi desenvolvida com base nos anos de 2001, 2006, 2011, 2013 e 2014 levando em consideração as classes de usos: área urbana, agricultura, pastagens e vegetação nativa.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa desenvolveu-se em duas etapas que contemplaram: (1) o mapeamento do meio físico, constituído pelo refinamento do mapa de solos, elaboração do mapa das classes de erodibilidade e mapeamento das classes de declividade, mapeamento das drenagens e mapa preliminar da avaliação da suscetibilidade erosiva; (2) a identificação do uso dos solos para os anos de 2001, 2006, 2011, 2013 e 2015 e (3) elaboração do mapa de potencial à erosão laminar por meio da avaliação integrada da evolução de uso dos solos e da suscetibilidade erosiva na microbacia do ribeirão Samambaia.

2.1. Mapeamento do meio físico

2.1.1. Elaboração do mapa de solos

O refinamento do mapa de solos teve como base o mapa pedológico desenvolvido pelo Sistema de Informações Estatísticas e Geográficas do Estado de Goiás (SIEG), na escala de 1:250.000, onde os sistemas pedológicos foram readequados aos elementos físicos da paisagem, procedimento trabalhado por Trindade (2015). Este processo tornou-se importante, pois minimizou as disparidades encontradas nas variações escalares dos dados disponíveis sobre a região estudada.

Foram utilizadas imagens do projeto Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) disponíveis no INPE/TOPODATA para obter o relevo sombreado, a hipsometria e a declividade da área. Estes produtos possibilitaram a correlação espacial dos dados morfométricos do relevo, que foram analisados de forma integrada, com as classes de solos compatível com 1:100.000. Os critérios para realizar o refinamento do mapa de solos foram à relação do relevo com as classes de solos acompanhado das unidades taxonômicas específicas que os compõem (IBGE, 2007).

2.1.2. Classes de erodibilidade

Para gerar o mapa de erodibilidade, teve como base o modelo criado por Salomão (2005) do qual as classes de erodibilidade são definidas pelas classes pedológicas por meio de um índice relativo de erodibilidade que, atribui índices de 0 a 10, respectivamente para solos de menor risco a erosão e para maiores riscos a erosão, tomando como base as suas condições naturais. Seguindo este modelo, realizou-se o cruzamento matricial do mapa de solos e dos índices relativos de erodibilidade classificando-os em classes, de acordo com as referências do quadro 1.

Quadro 1-Quadro guia para a geração das classes de erodibilidade. Fonte: Salomão (2005).

Classes de Erodibilidade	Índices Relativos de Erodibilidade	Unidades Pedológicas
I	8,1-10	Cambissolos, Nitossolos e Neossolos Quartzarênicos.
II	6,1-8,0	Argissolos não abruptos, textura média/argilosa, e textura média.
III	4,1-6,0	Argissolos de textura argilosa
IV	2,1-4,0	Latossolos
V	0 a 2,0	Gleissolos

2.1.3. Classes de declividade

O mapa de declividade, extraído das imagens INPE/TOPODATA, foi classificado segundo as orientações de Bertoni e Lombardi Neto (1985) e de Ramalho Filho e Beek (1995) que consideraram as seguintes classes de declives: 0-6% (relevo plano), 6-12% (relevo suavemente ondulado), 12-20% (relevo ondulado), 20-45% (relevo fortemente ondulado), acima de 45% (relevo escarpado).

2.2.4. Mapeamento da rede de drenagem

O mapa da rede de drenagem da área de estudo foi gerado a partir das imagens INPE/TOPODATA das quais foram processadas no ARCGIS por meio da ferramenta *Hydrology*. Com base destas informações a drenagem, as feições morfológicas do relevo e os elementos antrópicos da paisagem (estradas, lavouras, limites das propriedades rurais, etc), observados por meio de imagens Landsat 8, delimitaram-se a área da microbacia do ribeirão Samambaia.

2.1.5. Classes preliminares de suscetibilidade à erosão laminar

Segundo Salomão (2005) a suscetibilidade à erosão laminar é determinada pela relação entre a declividade e as classes de erodibilidade. Por meio do quadro 2 é possível verificar esta interação que foi aplicada por meio do cruzamento matricial destes dois mapas utilizando o programa ARCGIS que resultou na suscetibilidade à erosão laminar.

Quadro 2-Classificação da suscetibilidade à erosão laminar. Legenda: Extremamente suscetível: I; Muito suscetível: II; Moderadamente suscetível: III; Pouco suscetível: IV; Pouco a não suscetível: V. Fonte: adaptado de Salomão (2005).

Erodibilidade		Declividade (%)			
		I (>20)	II (12-20)	III (6-12)	IV (0-6)
	1	I	I	II	II
	2	I	II	II	III
	3	II	III	III	IV
	4	III	IV	IV	V
	5	-	-	-	V

2.2. Mapas de uso do solo

A elaboração do uso do solo, da microbacia do ribeirão Samambaia, seguiu o caráter multitemporal tomando como base os anos de 2001, 2006, 2011, 2013 e 2015. A escolha desta sucessão temporal ocorreu por ser o principal período de crescimento industrial, agrícola e urbano observado na área drenada da bacia.

Utilizaram-se imagens dos satélites Landsat 7, de 2001 a 2011, e Landsat 8, anos de 2013 e 2015, com referência nas cenas dos meses de inverno (junho a agosto), para minimizar os efeitos atmosféricos. As imagens do satélite Landsat 7 foram ortoretificadas, tomando como base imagens geocover; as do Landsat 8 dispensam este processo por serem disponibilizadas pela United States Geological Survey (USGS) já são ortoretificadas.

Estas imagens foram segmentadas e classificadas. Este processo foi realizado pela classificação não-supervisionada e do classificador de Bhattacharya, na escala de 1:100.000, que contemplou toda a microbacia. No processo de classificação adotaram-se as classes de Agricultura, Pastagem, Vegetação Nativa e Área Urbana, por serem as mais representativas na área de estudo.

Após realizar a classificação do uso do solo, identificando às principais classes na área de estudo, utilizaram-se técnicas de geoprocessamento anteriormente trabalhadas por Spínolla e Turetta (2010) para determinar as variações de cada classe levantada por meio das perdas e dos ganhos de área das respectivas classes de usos, utilizou-se neste trabalho o ARCGIS por meio da ferramenta *Xtools* para calcular as variações das classes de usos na microbacia do ribeirão Samambaia.

2.3. Mapa de potencial à suscetibilidade a erosão laminar

O mapa de potencial à suscetibilidade erosiva foi gerado a partir da integração da análise das sucessões de uso do solo e da suscetibilidade de erosão laminar, conforme classificação do quadro 3. Desenvolveu-se o cruzamento matricial da sucessão temporal de usos das terras e da suscetibilidade erosiva por meio do ARCGIS, da qual se classificou o seu potencial de suscetibilidade à erosão como sendo de Alto Potencial, Médio Potencial ou Baixo Potencial, em relação à análise multitemporal do uso dos solos da área da pesquisa.

Quadro 3-Chave de classificação do potencial à erosão laminar. **Classes de ocupação adaptadas:** I-Áreas agrícolas e urbanizadas; II-Culturas perenes e semi-perenes e pastagens; III-pastagens degradadas e campo cerrado; IV-Reflorestamento e vegetação nativa; V- áreas de úmidas de várzea. Fonte: Salomão (2005).

		Classes de ocupação atual das terras				
		1	2	3	4	5
Classes de suscetibilidade à erosão laminar.	1	I	I	I	II	-
	2	I	II	II	III	-
	3	II	II	II	III	-
	4	II	III	III	III	-
	5	III	III	III	III	III

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é a microbacia do ribeirão Samambaia, delimitada pelas coordenadas UTM 80500 a 82600 e 7980000 a 8020000. Situa-se nos municípios de Catalão e Goiandira, no estado de Goiás, com uma área aproximada de 368,90 Km² (Figura 1).

Pela sua proximidade com a área urbana de Catalão, a microbacia tornou-se a principal fonte de captação hídrica da cidade (ANA, 2015). É composta pelo bioma Cerrado e é caracterizada pelo clima tropical do Brasil Central com quatro a cinco meses secos, com baixa precipitação no inverno e chuvas no verão (MENDONÇA, 2010). Catalão possui uma precipitação média de 1484,8 mm. Os meses mais chuvosos são dezembro e janeiro com valores mensais respectivamente de 280,1 e 274,5 mm. Os meses mais secos são junho e julho com alturas pluviométricas de 10,0 e 10,3mm. Mais detalhes sobre a caracterização climática na região Sudeste de Goiás podem ser encontrados em Rodrigues et al. (2009 e 2012).

A partir da década de 1990 houve a implantação de grandes indústrias no município de Catalão (GO), cujo possui o quinto maior PIB do estado (IMB, 2013). Este processo influenciou o aumento da população urbana que saltou de 64.347 habitantes, em 2000, para uma população estimada em 98.737 habitantes em 2015, da qual provocou um intenso processo de pressão ambiental com base no uso dos solos e no aumento da demanda hídrica. Em menor proporção, porém não menos importante, a população de Goiandira (GO) saltou de 5.265 habitantes para 5.549 no mesmo período, somando uma população estimada de 104.286 habitantes (IBGE, 2015).

Além do fornecimento de água, a microbacia do ribeirão Samambaia abriga duas importantes atividades econômicas, a agricultura e a pecuária. O padrão de uso do solo acompanha os aspectos físicos da paisagem, sendo que as áreas com topografia mais planas apresentam usos agrícolas, sobretudo pequenas propriedades rurais, enquanto que as áreas de maior dissecação são ocupadas por pastagens.

A intensificação do uso do solo pode comprometer a qualidade hídrica da região, principalmente nos períodos de inverno, correspondentes ao período de seca. O conhecimento do padrão das sucessões de uso e a relação com o ambiente físico é uma importante chave para o planejamento ambiental que proporciona ações de ordenamento, possibilitando a minimização dos efeitos negativos das pressões antrópicas nos ambientes naturais.

Os sistemas pedológicos da microbacia do ribeirão Samambaia, acompanha uma sucessão que varia de Latossolos Vermelhos de topo das superfícies de aplainamentos (relevos de topografia plana a suave ondulada), Argissolos Vermelho-Amarelos encontrados nas porções inferiores das encostas, em áreas de relevo ondulado a forte-ondulado, Gleissolos de planícies aluviais, e, nas áreas de relevo mais movimentado, tem-se os Cambissolos Distróficos nas regiões mais onduladas a forte-onduladas e os Neossolos Litólicos nas regiões de morros e de colinas (REATTO, et al., 2008; LATRUBESSE; CARVALHO, 2005).

A região de estudo distribui-se por áreas de menor dissecação, nas partes mais ao sul da microbacia, com a presença dos Latossolos Vermelhos, Argissolos Vermelhos-Amarelos e os Gleissolos. As zonas mais rebaixadas e de feições elevadas residuais, sentido norte da região, apresenta a permanência dos Cambissolos Distróficos e dos Neossolos Litólicos (LATRUBESSE; CARVALHO, 2005).

Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Samambaia-2015

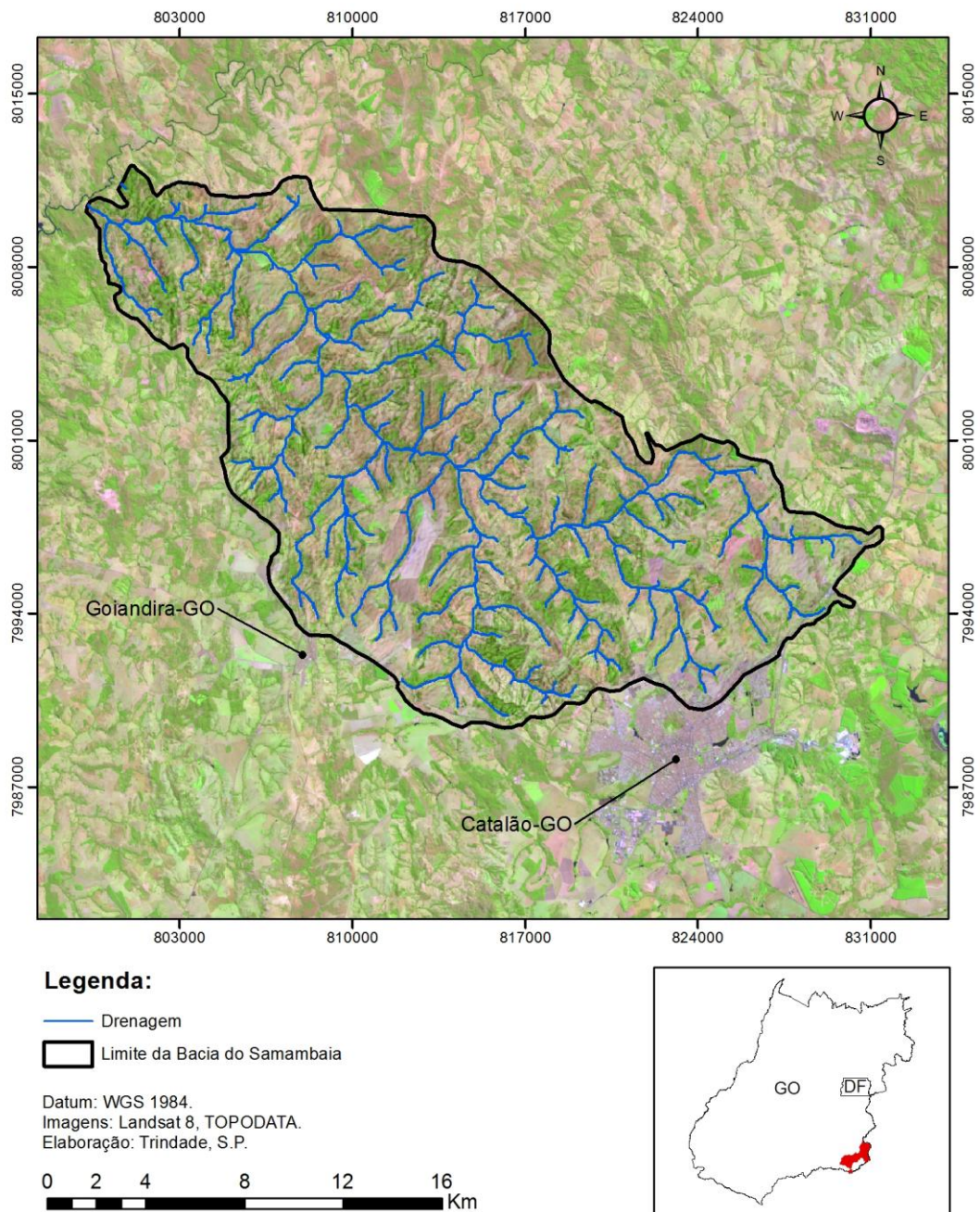


Figura 1-Localização da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Samambaia. |Elaboração: TRINDADE 2016.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Uso do solo na microbacia do ribeirão Samambaia.

A evolução do uso e cobertura do solo, na microbacia do ribeirão Samambaia, foi realizada a partir da análise multitemporal, nos anos de 2001, 2006, 2011, 2013 e 2015, levando em consideração as principais classes de usos identificadas: a agricultura, a pastagem, a vegetação nativa e a área urbana (Figura 2).

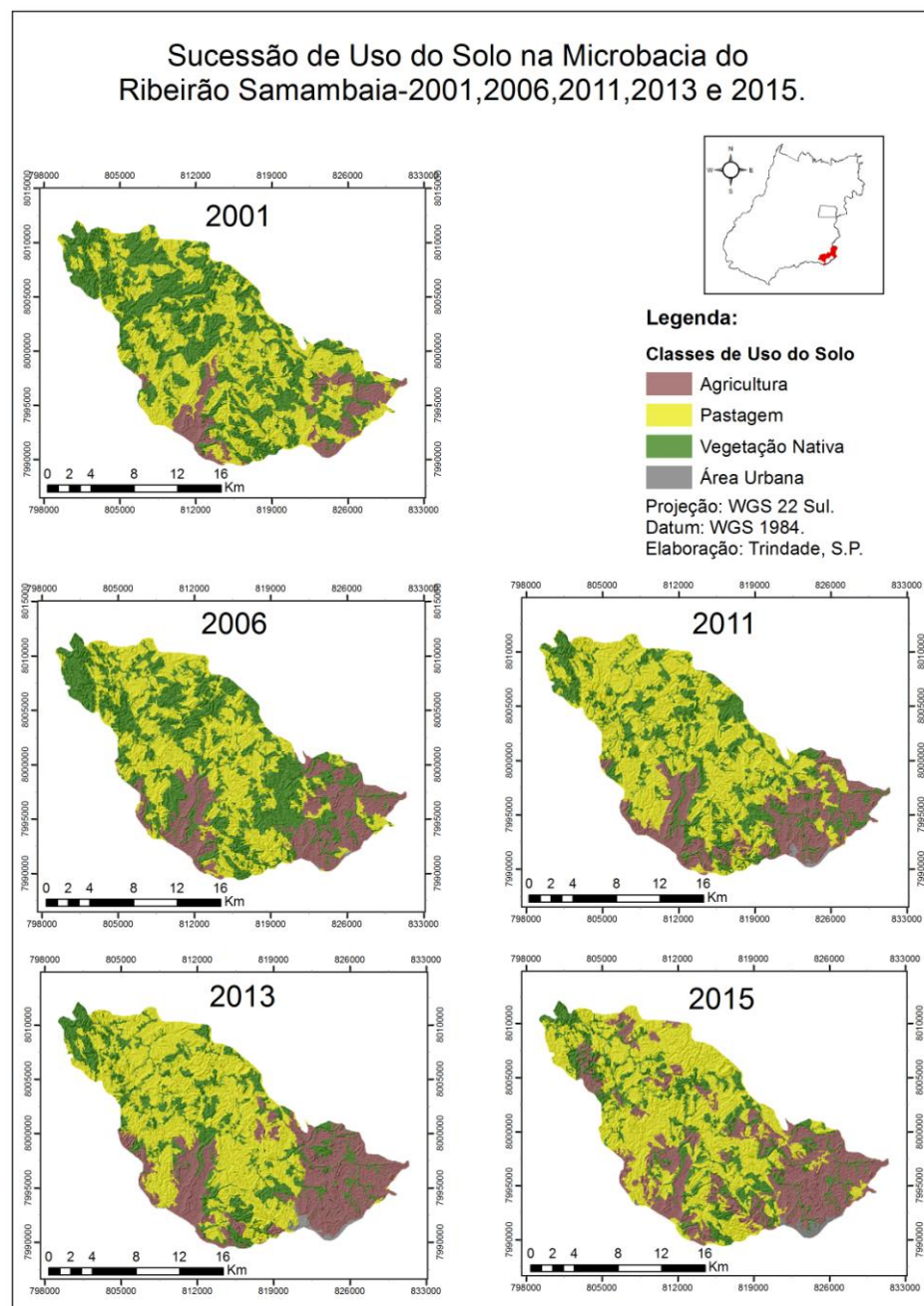


Figura 2-Avanço do uso do solo na microbacia do ribeirão Samambaia-2001 a 2015. Fonte: Interpretação de imagens Landsat 5 e Landsat 8. Elaboração: TRINDADE, 2016.

Por meio da figura 2 observa-se a distribuição das classes de uso seguindo um predomínio das áreas de agricultura na parte mais centro/sudeste da microbacia; das pastagens agrupadas na porção centro/norte da região estudada; das áreas de vegetação natural distribuídas por meio de remanescentes ao longo de toda a área; das áreas urbanas se estendem na parte mais a sudeste margeadas por áreas de agricultura. Diante da análise multitemporal do avanço do uso do solo foi possível constatar o comportamento das atividades econômicas desenvolvidas nesta área a partir da interpretação dos mapas elaborados com as suas mudanças territoriais observadas na tabela 1. Contudo, chamou a atenção o fato das classes de usos manterem o mesmo padrão de distribuição, condição que pode ser explicada pelas restrições impostas pelo ambiente natural, sobretudo pelos fatores edáficos que limitam os investimentos de determinadas práticas econômicas.

Tabela 1-Uso do solo na microbacia do ribeirão Samambaia 2001-2015.

Uso do Solo	2001	%	2006	%	2011	%	2013	%	2015	%
Agricultura	37,76	10,23	67,83	18,39	73,47	19,92	93,87	25,45	105,03	28,47
Pastagem	163,59	44,34	143,84	38,99	184,34	49,97	180,41	48,90	178,96	48,51
Vegetação Nativa	167,47	45,40	156,63	42,46	109,14	29,59	90,51	24,53	78,53	21,29
Área Urbana	0,09	0,02	0,60	0,16	1,95	0,53	4,11	1,11	6,39	1,73
Total	368,90	100,00	368,90	100,00	368,90	100,00	368,90	100,00	368,90	100,00

A tabela anterior mostra a dinâmica do uso do solo na área drenada pelo ribeirão Samambaia.

O ano de 2001 mostrou o predomínio da vegetação nativa, compreendida por áreas de remanescentes de Cerrado que ocupavam 167,47 Km² da área total da bacia. As pastagens ganham grande atenção neste período, pois ocupam uma área muito semelhante a da vegetação, ou seja, 163,59 Km² da área total. As áreas agrícolas distribuem-se em 37,76 Km², da área estudada. Em menor proporção, identificou-se uma área de 0,09 Km² referente a uma porção da área urbana de Catalão que ocupa, neste período, porção de pouca expressividade, apresentando 0,02% da área da bacia.

O período analisado correspondente a 2006 repetiu o padrão hierárquico do ano anterior, prevalecendo às áreas de vegetação nativa com 156,63 Km², seguida pelas pastagens, com 143,84 Km². Observou-se que estas duas classes passaram por redução das suas extensões, em comparação com o ano anterior. No entanto, a agricultura, terceira maior classe de uso no ano analisado, obteve ganhos de área chegando a 67,83 Km², assim como a área urbana que acompanhou o mesmo processo de crescimento, chegando a quase 0,60 Km² da região.

A análise do uso do solo no ano de 2011 evidenciou o aumento das pastagens que ocuparam uma área de 184,34 Km² da região, tornando-a a maior classe de uso dos solos área pesquisada ultrapassando a vegetação nativa que diminuiu suas áreas, chegando a 109,14 Km². Além do aumento das pastagens e da redução das áreas naturais, destacou-se o aumento das áreas agrícolas, chegando a 73,47 Km², quase 20% da área da microbacia. Seguindo esta sequência de aumento, outra classe que também identificou ligeiro crescimento foi à área urbana com ganhos de 1,95 Km², 0,53% da área estudada.

No ano de 2013 as pastagens mantiveram como a classe de uso predominante, abrangendo 180,41 Km² da microbacia do ribeirão Samambaia. Como no ano de 2011, a vegetação nativa também perdeu espaço e foi ultrapassada pela agricultura que ocupou uma área total de 93,87 Km² da área da estudada, contra uma área de vegetação de 90,51 Km², da microbacia. Acompanhando uma tendência de crescimento dos anos anteriores, a área urbana, sobretudo do município de Catalão, chegou a ocupar mais de 1% da região do ribeirão Samambaia, atingindo 4,11 Km².

O último período analisado mostrou o predomínio das pastagens e da agricultura. As áreas de ocupadas pelos pastos atingiram a um total de 178,96 Km² enquanto que as áreas agrícolas alcançaram uma área de 105,03 Km². Esta transição representou o predomínio destas práticas como as de maior importância territorial, pois as áreas de produção de gado chegaram quase a metade da microbacia

hidrográfica, ou seja, 48,51% contra 28,47% da agricultura. A vegetação natural manteve em queda, chegando há 78,53 Km², ficando atrás dos usos econômicos da região. Contudo, a área urbana, neste período, chegando a 6,39 Km².

A dinâmica de uso do solo chamou a atenção por apresentar, na última década, uma redução das áreas de vegetação nativa. Em 2001 elas cobriam 45,40% da área total da microbacia tendo este valor reduzido para 21,29% em 2015. Isso mostrou que os remanescentes de Cerrado tiveram uma constante degradação da qual perderam espaços para outras práticas econômicas. Relacionado a este processo, as pastagens passaram por um constante aumento, assim como a agricultura. Essa ação pode ser explicada por meio do avanço da fronteira agrícola, representada em um modelo à expansão da agricultura em áreas deste bioma. Segundo Miziara (2000) a fronteira agrícola abre caminhos sobre as áreas naturais, utilizando as pastagens como ferramenta de exploração para formar as áreas aptas para a agricultura. Além da predominância da agropecuária, observou-se o crescente aumento da expansão urbana de Catalão (GO) para a área correspondente do ribeirão Samambaia, dentro da dinâmica observada na figura 3.

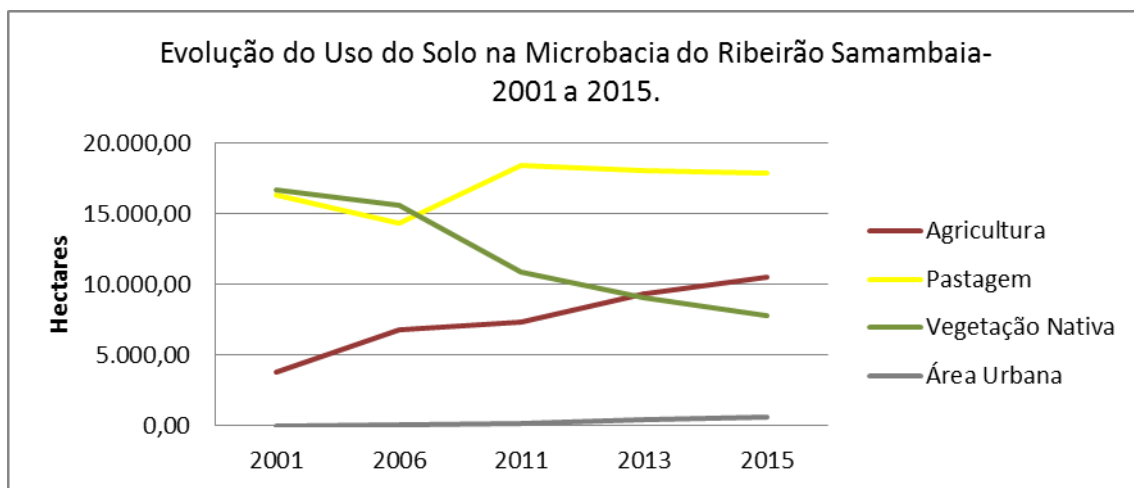


Figura 3-Dinâmica da evolução do uso do solo na microbacia do ribeirão Samambaia. Fonte: Mapas de uso do solo.

4.2. Suscetibilidade a erosão laminar na bacia do Ribeirão Samambaia.

A distribuição das classes de erosão laminar no ribeirão Samambaia apresentou um padrão constituído em classes representadas pelos grupos: extremamente suscetível (Classe I), moderadamente suscetível (classe II), muito suscetível (classe III), pouco suscetível (classe IV) e pouco a não suscetível (classe V), conforme observado na figura 4.

Mapa de Suscetibilidade a Erosão Laminar da Microbacia do Ribeirão Samambaia-2015

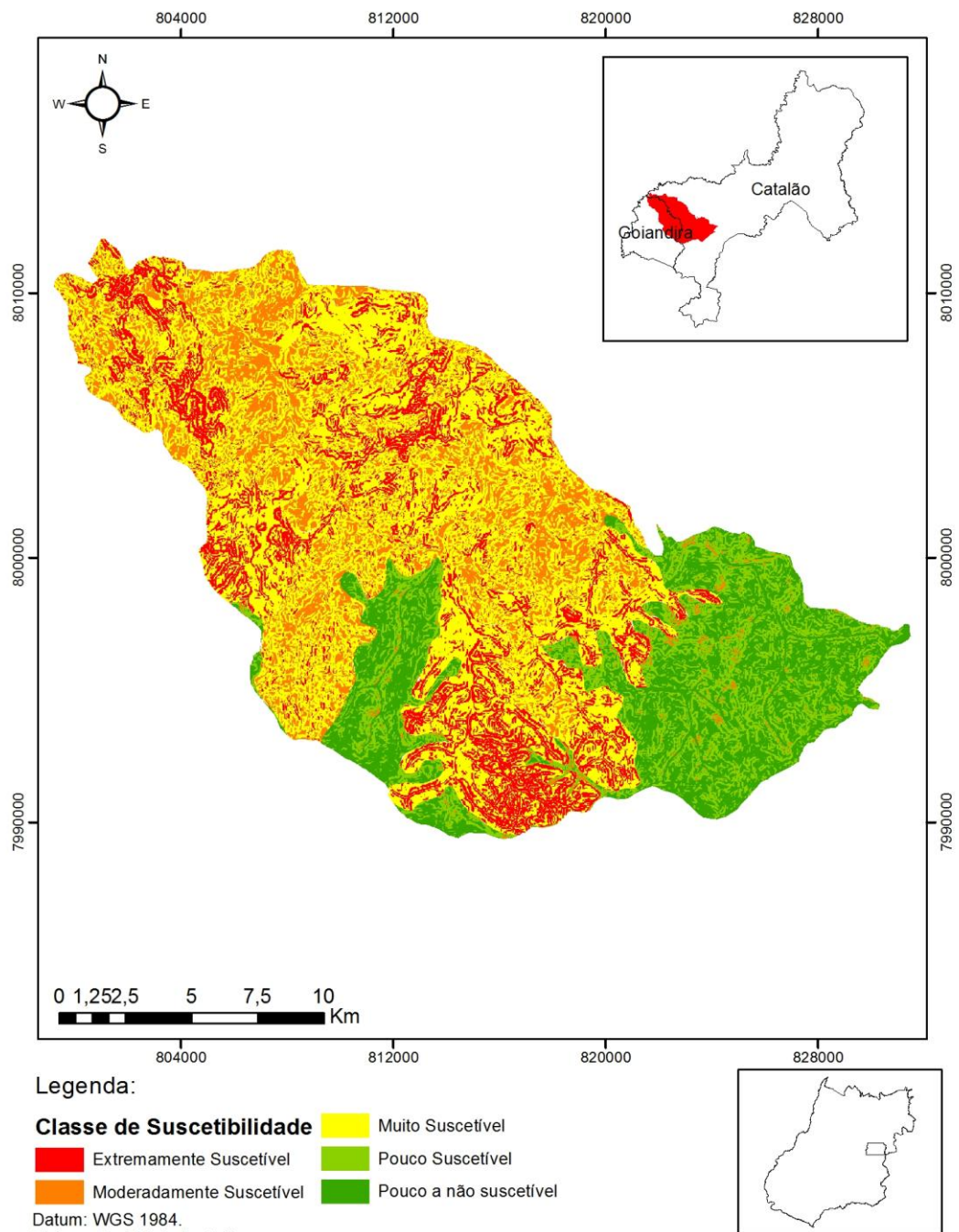


Figura 4-Distribuição das classes de suscetibilidade a erosão laminar na microbacia do ribeirão Samambaia. Fonte: Refinamento do mapa de solos e imagens TOPODATA.

O mapa acima mostra a distribuição espacial da suscetibilidade a erosão laminar da microbacia de estudo. Por meio dele, foi possível gerar a distribuição espacial dos diferentes níveis de fragilidade pedológica da qual pode ser mais bem interpretada por meio da tabela 2.

Tabela 2- Distribuição territorial das classes identificadas.

Classes de Suscetibilidade	Classe	Área	%
Pouco a não suscetível	V	41,26	11,19
Pouco suscetível	IV	58,20	15,78
Muito suscetível	III	154,88	41,98
Moderadamente suscetível	II	53,14	14,40
Extremamente suscetível	I	61,42	16,65
Total		368,90	100,00

Fonte: Mapa de suscetibilidade a erosão laminar da microbacia do Ribeirão Samambaia-2015.

A maior classe de suscetibilidade é a classe III, muito suscetível à erosão, da qual ocupa 154,88 Km² da área drenada pelo ribeirão, distribuídos na parte central e próxima ao seu nível base, difundidos principalmente em áreas de Argissolos. As demais classes de suscetibilidade apresentam áreas análogas, onde se segue a classe I, extremamente suscetíveis, com 61,42 Km², localizados principalmente nas áreas de maior declividade e com a presença de Cambissolos. Na sequência, destaca-se a classe IV, pouco suscetível, com área de 58,20 Km² que estão nas áreas de menor declividade e com a topografia mais planas, sendo que maior parte são cobertas pelos Latossolos. Em seguida, segue-se a classe moderadamente susceptível, com 53,14 Km², distribuídos principalmente nas áreas que margem as de maior propensão à erosão laminar. Por último, a classe V, pouco a não suscetível à erosão laminar, com 41,26 Km², localizados principalmente nas áreas de topografia plana próximo das áreas de Gleissolos, juntamente aos leitos de drenagem.

De acordo com Salomão (1999), o mapa de suscetibilidade à erosão laminar reflete as características naturais dos terrenos, em face do desenvolvimento dos processos erosivos. No entanto, a erosão laminar é fortemente condicionada pela ação do homem, por meio das formas de uso e ocupação do solo. Áreas com um mesmo nível de suscetibilidade ocupado de maneira diferente apresentam variados potenciais ao desenvolvimento da erosão laminar. O potencial à erosão laminar pode assim ser definido como o resultado da integração entre a suscetibilidade dos terrenos em desenvolver erosão e a ocupação atual das terras.

A integração matricial das classes de uso do solo e as classes de suscetibilidade a erosão laminar resultou na compreensão do potencial a erosão laminar na microbacia do Ribeirão Samambaia, conforme o modelo metodológico proposto para esta pesquisa. A classificação em áreas de Baixo, Médio e Alto potencial a erosão laminar representado na figura 5 para os anos de 2001, 2006, 2011, 2013 e 2015.

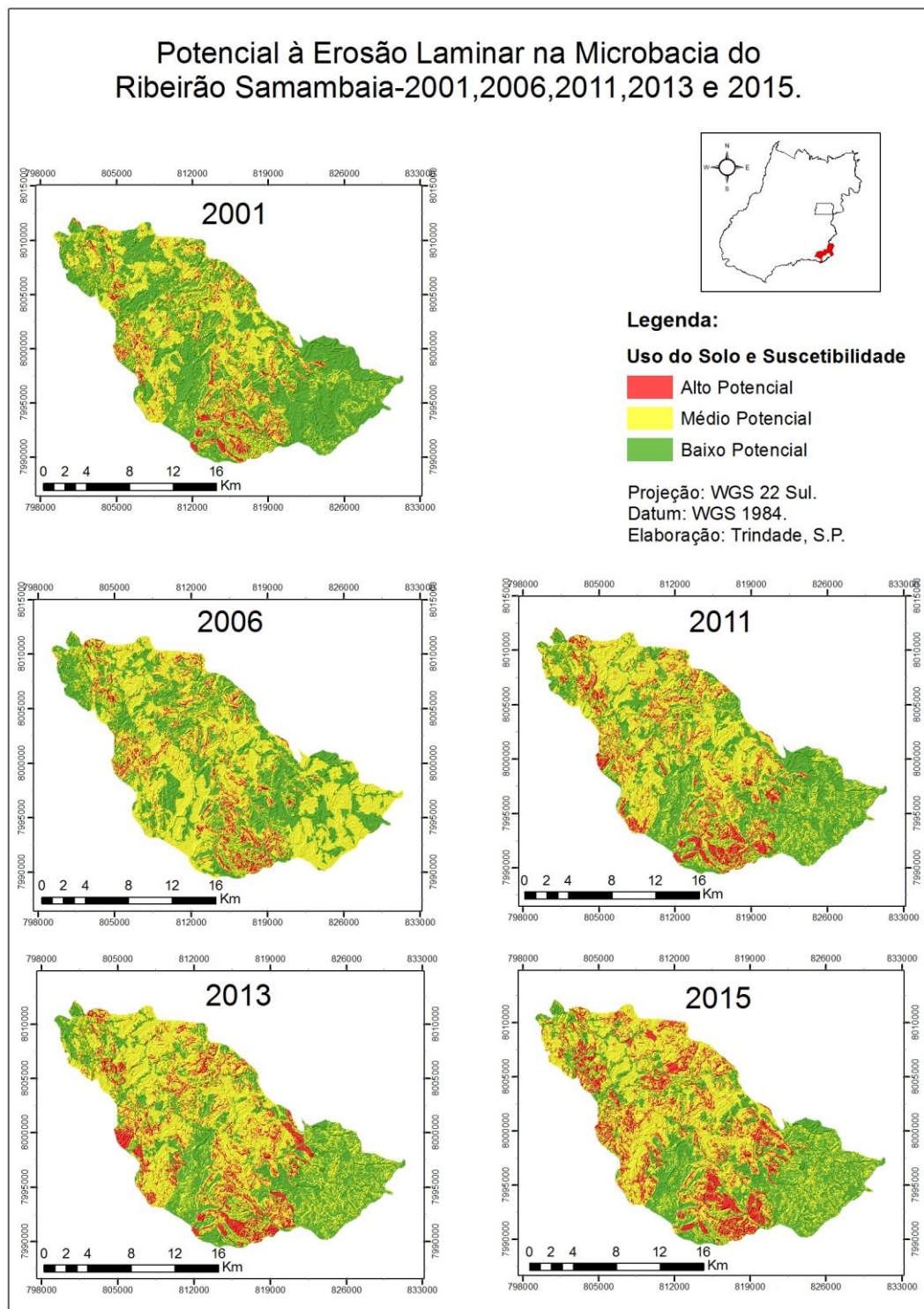


Figura 5-Potencial a erosão laminar na microbacia hidrográfica do ribeirão Samambaia para os anos de 2001, 2006, 2011, 2013 e 2015. Fonte: Mapa de uso dos solos e mapa de suscetibilidade a erosão laminar. Elaboração: Trindade, S.P.

A seguir são apresentados, por meio da tabela 3, o potencial a erosão laminar em cada período analisado com base no uso do solo e as classes de suscetibilidade.

Tabela 3- Distribuição multitemporal do potencial a erosão laminar da microbacia hidrográfica do Ribeirão Samambaia.

	2001	2001	2006	2006	2011	2011	2013	2013	2015	2015
Alto Potencial	25,71	6,97	25,24	6,84	43,73	11,85	49,96	13,54	65,23	17,68
Médio Potencial	149,31	40,47	208,25	56,45	184,83	50,10	196,27	53,20	185,80	50,37
Baixo Potencial	193,89	52,56	135,42	36,71	140,35	38,04	122,67	33,25	117,87	31,95
Total	368,90	100,00	368,90	100,00	368,90	100,00	368,90	100,00	368,90	100,00

Fonte: Mapas de potencial à erosão laminar na bacia do Ribeirão Samambaia-2001, 2006, 2011, 2013 e 2015.

O potencial de erosão laminar na microbacia do ribeirão Samambaia, no ano de 2001, apresentou um predomínio de áreas com baixo potencial a erosão, com 193,89 Km². Estas áreas apresentaram compatibilidade entre o uso do solo e as condições pedológicas da área pesquisada. Porém, com uma área de 149,31 Km², encontram-se as áreas de médio potencial a erosão, que são áreas com condições intermediárias de risco à erosão. Em menor proporção apresentam-se as áreas de alto potencial erosivo, com áreas de 25,71 Km². Estas áreas estão em desacordo com as condições naturais dos solos e os seus usos e, portanto, merecem atenção quanto a sua preservação da qual permanecem como áreas de uso restrito.

A análise do período de 2006 mostrou uma mudança no padrão do potencial de riscos à erosão laminar. A classe de médio potencial passou a ocupar área maior da bacia de estudo, chegando a 208,25 Km². Esta constatação sugere que os mecanismos de uso do solo, como as pastagens, agricultura, áreas urbanas e o desmatamento, vêm aumentando de forma paulatina na área. As classes de baixo potencial erosivo, que apresentam conformidades de usos, encontram-se distribuídos em uma área de 135,42 Km², havendo o uso de áreas restritas, porém, em menor proporção quanto à área total da microbacia.

A análise do período de 2011 mostrou que houve a repetição do padrão do ano anterior, predomínio das áreas de médio potencial a erosão laminar, seguidas pelas áreas de baixo e alto potencial, respectivamente. Contudo, foi possível constatar que houve uma diminuição da classe de médio potencial da qual apresentou uma área de 184,83 Km². Esta redução pode ser explicada por meio da migração das atividades nela exercida, pois houve aumento da classe de baixo potencial que seguiu para 140,35 Km² bem como o alto potencial que apresentou área de 43,73 Km². A diminuição do uso das classes de médio potencial erosivo são, a princípio, animadoras devido às circunstâncias de agravo em longo prazo destas regiões. No entanto, também foram registrados aumento das áreas restritas ao uso, oferecendo maiores riscos de degradação dos solos e também da água por meio do transporte e acumulação de sedimentos.

O potencial à erosão laminar no ano de 2013 ficou evidenciado um novo aumento da classe de médio potencial à erosão que apresentou uma área de 196,27 Km². Tomando sequencia, destaca-se a classe de baixo potencial, ocupando 122,67 Km². É importante observar que a classe de baixo potencial à erosão, mesmo sendo a segunda maior classe no período analisado, ela passou por redução ao contrário da classe de alto potencial erosivo que registrou 49,96 Km², um aumento de 6,23 Km². Esta situação sugere que a ocupação de áreas restrita e com média risco a erosão tornou-se unanimidade submetendo grande atenção quanto aos riscos de danos ambientais, que de forma sistêmica, interagem com todo o sistema ambiental da bacia hidrográfica.

A ocupação de áreas com médio/grande potencial aos riscos pedológicos ficou mais evidente no ano de 2015. Neste período houve aumento do uso de áreas nas regiões menos aptas a erosão, contrapondo-se com a diminuição das classes de baixo potencial erosivo. Nesta perspectiva, as áreas de médio potencial erosivo apresentaram o valor de 185,80 Km², menor do que 2013, porém, as áreas de maior risco erosivo chegaram ao seu ponto máximo no período analisado, com área de 65,23 Km².

Conforme salientado anteriormente, as áreas de baixo potencial a erosão laminar alcançaram o seu menor índice, ou seja, 117,87 Km².

A figura 6 mostra em síntese a dinâmica das classes de potencial à erosão laminar na microbacia do ribeirão Samambaia.

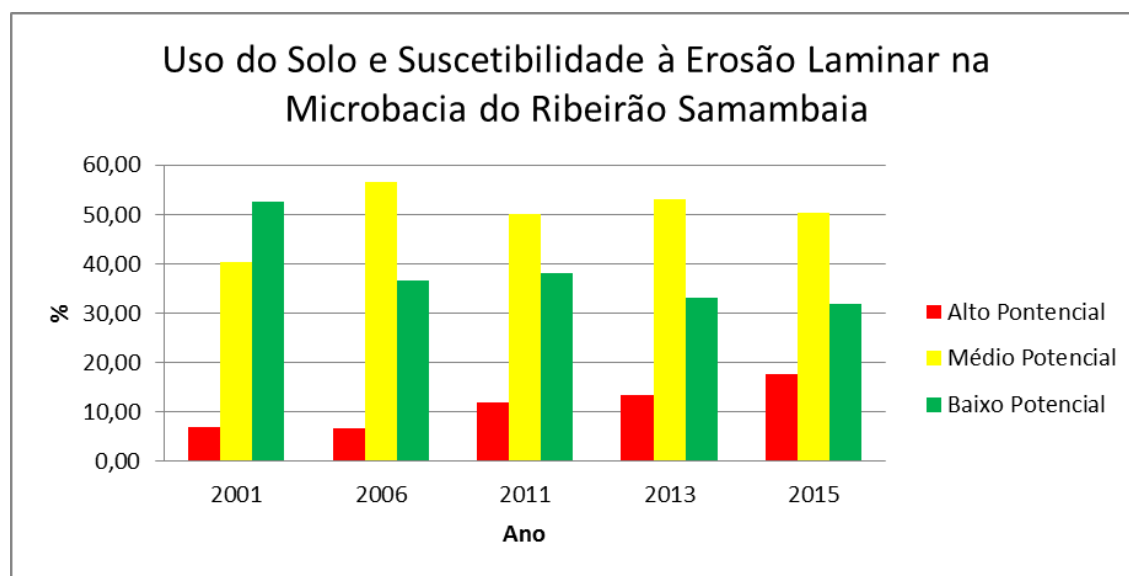


Figura 6-Dinâmica da evolução do potencial à erosão laminar no Ribeirão Samambaia. Fonte: Mapa de potencial à erosão laminar na bacia do Ribeirão Samambaia-2001 a 2015.

A diminuição do uso das áreas com baixo potencial a erosão laminar pode ser considerado negativo devido a uma possível migração dos processos produtivos agrícolas para regiões menos aptas, visto que não houve registro de diminuição da produção agropecuária e nem do crescimento urbano. Dessa forma, observou-se o aumento da utilização das áreas de médio potencial erosivo, sobretudo entre 2006 e 2013, gerando grande potencial de impactos ambientais dos quais demandam de práticas conservacionistas para o uso destes solos. A atenção é despertada para o crescimento constante das classes de alto potencial erosivo, pois se constitui no aumento dos seus usos, promovendo o caráter de grande risco que dificilmente poderá ser mitigado por meio do uso de técnicas de manejo ambiental diante da sua viabilidade econômica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A microbacia do ribeirão Samambaia é destaque por fazer parte do sistema ambiental do Cerrado além de ser uma área de abastecimento hídrico de um dos mais importantes municípios goianos, Catalão. A identificação de mecanismos que possam afetar a qualidade e a quantidade de água deste manancial é de suma importância para a sustentação da fauna, da flora e do meio antrópico.

A análise multitemporal do uso do solo com relação à suscetibilidade à erosão laminar mostrou que a área pesquisada está sujeita a alterações em relação à sua dinâmica pedológica. Isto comprova a hipótese apresentada mostrando que a expansão antrópica compromete os recursos edáficos, pois o avanço das atividades econômicas se expandiu prioritariamente sobre as áreas com maior suscetibilidade à erosão laminar, gerando assim um elevado potencial ao risco de erosão.

Os dois primeiros períodos analisados, 2001 e 2006, mostraram que na área da microbacia predominava a vegetação nativa, sendo que a partir de 2011 as pastagens prevaleceram como a maior classe de uso até o último período analisado, 2015. Também foi destaque o desenvolvimento da agricultura, que também ultrapassou a classe da vegetação nativa a partir de 2013, mantendo nesta condição também até o último período analisado.

Nesta dinâmica a vegetação nativa passou por grande redução no período analisado. No entanto, apesar da eventual queda registraram-se valores acima de 20% indicando uma área de preservação mínima que contempla as áreas de reservas legais, valor este estipulado pelo Código Florestal Brasileiro.

As áreas urbanas, com destaque à cidade de Catalão, localizam-se nas partes superiores da área de estudo com pouca expressividade territorial. Elas chegam a ocupar uma área máxima de 1,73%, apresentando um baixo potencial degradador. No entanto, elas são merecedoras de atenção tendo em vista que foi possível observar o seu crescimento diante de uma conexão direta com a malha urbana já existente. Constatou-se que o avanço urbano apresenta condições físicas favoráveis para o seu crescimento, sendo uma área de topografia pouco dissecada. É importante que este crescimento ocorra com base nos princípios do Planejamento e Ordenamento Ambiental, pois a expansão urbana pode acarretar em riscos ambientais para as bacias de drenagem quanto às mudanças nas condições físicas e químicas dos sistemas ambientais, como a impermeabilização dos solos, geração de efluentes, geração de resíduos sólidos, etc.

As condições naturais da microbacia do ribeirão Samambaia quanto à suscetibilidade à erosão laminar são bastante preocupantes. Maior parte da área estudada é classificada como muito suscetível (41,98%), destacando-se também as classes moderadamente suscetível (14,40%) e extremamente suscetíveis (16,65%), apresentando em geral grande risco quanto ao uso dos solos. Em menor proporção, identificaram-se as áreas pouco suscetíveis (15,78%) e pouco a não suscetíveis (11,19%).

O potencial à erosão laminar, resultado da integração entre uso dos solos e a sua suscetibilidade, mostrou que em 2001 houve o predomínio das áreas de baixo potencial à erosão (52,56%). A partir dos outros períodos analisados, esta classe foi ultrapassada pelo médio potencial erosivo do qual dominou até o último ano analisado, atingindo mais da metade da área da microbacia. Este processo merece atenção, pois o aumento de áreas de maior risco a erosão submetendo a necessidade de uso de técnicas de manejo nas classes de usos identificadas, principalmente nas pastagens e na agricultura.

Apesar de representar menor proporção, as áreas de alto potencial a erosão laminar devem ser dotadas de prudência, pois elas representavam 6,97% em 2001 passando para 17,68% em 2015. O uso destas áreas apresenta grandes riscos aos sistemas pedológicos por meio do potencial de perda de solos que, por consequência, atinge a qualidade dos recursos hídricos. Estas áreas apresentaram grande potencial erosivo dos quais demandam de práticas restritivas e disciplinarização de seus usos, devido a sua fragilidade que acarreta em riscos ambientais quando o seu uso é intenso.

Devido à importância regional que a microbacia do ribeirão Samambaia recebe o seu uso do solo deve ser mais bem integrado aos cuidados do Planejamento Ambiental e Territorial. O avanço das práticas agrícolas e pecuárias sobre áreas suscetíveis à erosão agregadas ao desmatamento da vegetação nativa, contribui para a sua degradação ambiental. Este cenário submete a importância dos planos de manejo de bacia hidrográfica, dos quais devem também contemplar a realidade destes usos garantindo intervenções que possam mitigar os efeitos negativos do ponto de vista das restrições de ocupação para garantir a sustentabilidade.

6. REFERÊNCIAS

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1985. 355p.

BRASIL. Agência Nacional das Águas. **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Resultados.aspx>>. Acesso em 27 de fev. de 2016.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 de jan. de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 29 de jan. de 2016.

CÔRTEZ, J.C.; D'ANTONA, A.O. Dinâmica no Uso e Cobertura da Terra: perspectivas e desafios para a demografia. **Revista Brasileira de Estudos da População**, v.31, n.1, p. 191-210, 2014. Disponível em <<http://www.rebep.org.br/index.php/revista>>. Acesso em: 05 de abr. de 2016.

GUERRA, A.J.T. **Processos Erosivos nas Encostas**. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008, p. 149-210.

HERNANI, L.C. et al. A Erosão e seu Impacto. In: MANZATTO, C.V. JUNIOR, E.F; PERES, J.R.R. (Orgs.). **Uso Agrícola dos Solos Brasileiros**. ed 1, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002, p. 47-60.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso das Terras**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. (Manuais Técnicos em Geociências). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/manual_usodaterra.shtm>. Acesso em: 01 de fev. de 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 27 de fev. de 2016.

IMB. Instituto Mauro Borges. Produto Interno Bruto dos Municípios Goianos – 2013. Goiânia, GO, 2013. Disponível em: <http://www.imb.go.gov.br/viewcad.asp?id_cad=1300>. Acesso em 27 de jan. de 2016.

MENDONÇA, F; OLIVEIRA-DANNI, I.M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo, Oficina de Textos, ed. 1 2009, 2006 p.

MIZIARA, F. **Condições estruturais e opções individuais na formulação do conceito de Fronteira Agrícola**. In: SILVA, L.S.D. (Org.). **Relações Cidade-Campo: Fronteiras**. Goiânia: UFG, 2000, p. 273-28.

PAULA, H. M. et al. Disponibilidade Hídrica e o Uso da Água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pari/Samambaia. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v.1, n.3, p. 28-35, 2012. Disponível em: <<http://revistas.ufg.emnuvens.com.br/reec/article/view/18186>>. Acesso 15 de jan. de 2016.

RAMALHO F, A.; BEEK, K. J. **Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras**. 3ª ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1995. 65p.

RODRIGUES, R. A. et al. **Determinação de Regiões climaticamente homogêneas no Estado de Goiás**. In: ASSIS, A. A. F.; FARIA, A. L. L. (Orgs.). **O onde e o quando: espaço e memória na construção da história e da geografia**, 2012. p. 274-289.

RODRIGUES, R. A. et al. **Caracterização Climática no entorno da Usina Hidroelétrica Serra do Facão (GO)**. In: TORRES, F. T. P.; DAGNINO, R. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. (Orgs.). *Contribuições Geográficas*, 2009. p. 521-542,

SALOMÃO, F.X.T. Controle e prevenção dos Processos Erosivos. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. (Orgs) 1999. **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 340p.

SANTOS, F.P.; BAYER, M.; CARVALHO, T.M. Compartimentação Pedológica da Bacia do Rio dos Bois, Municípios de Cezarina, Varjão, Guapó e Palmeiras de Goiás (GO), e Sua Relação Com a Suscetibilidade e Risco à Erosão Laminar. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 28, n.2, p.103-124, 2008. Disponível em: <<http://revistas.ufg.emnuvens.com.br/bgg/article/view/5727>>. Acesso em: 13 de jan. de 2016.

SIEG-Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás. Governo do Estado de Goiás. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>>. Acesso em 10 de fev. de 2013.

SPÍNDOLA, G; TURETTA, A.P.D. **Mudanças de Uso da Terra em Duas Bacias de Drenagem no Município de Nova Friburgo-RJ**. Embrapa Solos, 1. ed. Rio de Janeiro, 2010, 27 p.

TOPODATA. Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. INPE-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>>. Acesso em 30 de jul. de 2016.

TRINDADE, S.P. **Aptidão Agrícola, Mudanças de Usos dos Solos, Conflitos e Impactos Diretos e Indiretos da Expansão da Cana-de-Açúcar na Região Sudoeste Goiano**. 2015, 187 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais)-Doutorado Interdisciplinar, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

TURETTA, A.P.D. **Mudanças de Uso da Terra em Bacias Hidrográficas**. 1. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos 2011, 18 p.

USGS. **United State Geological Survey. Landsat 8**. Disponível em <<http://landsat.usgs.gov/landsat8.php>>. Acesso em 18 de nov. de 2015.