

## **Potencial de Uso Conservacionista (PUC) e Uso e Cobertura do Solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Guavirá, PR**

Potencial de Uso Conservacionista (PUC) y de Uso y Cobertura de la Tierra en la Cuenca del Arroyo Guavirá, PR

Potential of Conservational Use (PUC) and soil Use and Coverage of the Guavirá Stream Watersheds

### **Adriana Monteiro da Costa**

Professora do Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).  
E-mail: [drimonteiroc@yahoo.com.br](mailto:drimonteiroc@yahoo.com.br)

### **Luiz Henrique da Silva**

Graduando em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). E-mail:  
[luizpk25@gmail.com](mailto:luizpk25@gmail.com)

### **Victor Cordeiro da Silva**

Graduando em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). E-mail:  
[victorcordeiro818@gmail.com](mailto:victorcordeiro818@gmail.com)

### **Máise Soares de Moura**

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). E-mail: [maisedemoura@hotmail.com](mailto:maisedemoura@hotmail.com)

### **Paula Karen Mota**

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). E-mail: [paulakarenmota@gmail.com](mailto:paulakarenmota@gmail.com)

### **Bárbara Janine Reis Silva Araújo**

Graduada em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). E-mail:  
[barbarajarsa@gmail.com](mailto:barbarajarsa@gmail.com)

Recebido: setembro de 2019 Aceito: dezembro de 2019  
Disponível on-line em <http://e-revista.unioeste.br/index.php/pgeografica>

**Resumo** – A Bacia Hidrográfica é uma importante unidade voltada ao planejamento territorial. Assim, o uso de ferramentas que permitam uma análise integrada deste território, como suporte ao conhecimento dos elementos que o compõem, da sua fragilidade e potencialidade é de fundamental importância para a sua gestão. O Potencial de Uso Conservacionista (PUC), busca a compreensão das relações ambientais para o planejamento do uso do solo, subsidiando a tomada de decisões. Objetivou-se mapear o PUC e uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Córrego Guavirá, PR para avaliar as suas potencialidades e limitações e verificar se a gestão da bacia se faz de forma eficiente. Para tal, foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. A bacia do Guavirá apresenta, na sua maior parte, Alto e Muito Potencial de Uso Conservacionista, contudo, o uso e ocupação inadequados, com práticas de revolvimento do solo, não manutenção de cobertura vegetal, grandes áreas de pouso, dentre outros, são fatores determinantes para a perda de solo e água por processos erosivos. Assim, torna-se necessária a adoção de práticas de manejo e conservação do solo, conforme as limitações e potencialidades da área de forma a garantir a boa gestão territorial e a sustentabilidade ambiental.

**Palavras-chave:** Gestão de bacias hidrográficas; Planejamento territorial; Conservação do solo e água.

**Resumen:** La Cuenca Hidrográfica es una importante unidad centrada en la planificación territorial. Por lo tanto, el uso de herramientas que permitan un análisis integrado de este territorio, como apoyo al conocimiento de sus elementos, su fragilidad y potencialidad es de fundamental importancia para su gestión. El Potencial de Uso Conservacionista (PUC), busca la comprensión de las relaciones ambientales para la planificación del uso de la tierra, subsidiando la toma de decisiones. El objetivo del trabajo fue mapear el PUC y el uso y ocupación del suelo de la cuenca del Arroyo Guavirá, PR para evaluar su potencial y limitaciones y así, verificar si el manejo de la cuenca se hace de manera eficiente. Se utilizaron herramientas de geoprocésamiento y teledetección. La mayor parte de la cuenca del Guavirá tiene un alto y muy alto potencial de uso conservacionista, sin embargo, el uso y la ocupación inadecuados, con prácticas de removimiento del suelo, la falta de mantenimiento de la cobertura (cubierta) vegetal, las grandes áreas de barbecho, entre otros, son factores determinantes para la pérdida de suelo y agua debido a los procesos erosivos. Así, se hace necesario adoptar prácticas de manejo y conservación del suelo, de acuerdo con las limitaciones y potencialidades del área para garantizar un buen manejo territorial y la sostenibilidad ambiental.

**Palabras-clave:** Ordenación de cuencas hidrográficas; Planificación territorial; Conservación del suelo y el agua.

**Abstract –** The watershed is an important unit focused on territorial planning. Thus, the use of tools that allow an integrated analysis of this territory, as a support to the knowledge of the elements that compose it, its fragility and potentiality is of fundamental importance for its management. The Conservation Use Potential (CUP) seeks to understand the environmental relationships for land use planning, supporting decision making. The objective was to map the CUP and land use and occupation of the Guavirá Stream watershed, PR to evaluate its potentialities and limitations and to verify if the management of the basin is done efficiently. For this, geoprocessing and remote sensing tools were used. The Guavirá Basin presents, for the most part, High and Very Potential Conservation Use, however, improper use and occupation, with soil revolving practices, non-maintenance of vegetation cover, large fallow areas, among others, are factors. determinants of soil and water loss through erosion. Thus, it is necessary to adopt soil management and conservation practices, according to the limitations and potentialities of the area in order to guarantee good territorial management and environmental sustainability.

**Keywords:** Watersheds management; Territorial planning; Soil and water conservation.

## Introdução

Bacias hidrográficas são definidas como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formadas nas regiões mais altas do relevo pelos divisores de água, escoando para os riachos/rios ou infiltrando no solo dando origem às nascentes (BARRELLA, 2001). Essa organização espacial pode vir a ultrapassar limites territoriais, alterando o seu domínio político de planejamento. Dessa forma, a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), propôs que o planejamento territorial viesse a ser efetuado no âmbito das bacias hidrográficas, com o intuito de exercer um processo de gestão conjunta, que rompesse com os limites políticos dos territórios e tornasse as áreas das bacias condizentes com seus respectivos usos, protegendo-a contra a intensificação da degradação. Nessa perspectiva, a bacia hidrográfica representa uma importante unidade territorial voltada ao planejamento da ocupação humana.

O estado de Minas Gerais, baseando-se na referida lei, tem desenvolvido diversos instrumentos de gestão para auxiliar o planejamento rural. Dentre esses, o Zoneamento Ambiental Produtivo (ZAP) se destaca como importante ferramenta para a interpretação de sub-bacias por ser uma metodologia de análise integrada. Tal metodologia surge do encaminhamento do “Plano Estadual de Agricultura Irrigada do Estado de Minas Gerais” tendo como objetivo se tornar um instrumento de elaboração e acompanhamento de planos de adequação socioeconômica e ambiental na escala de sub bacia hidrográfica (MINAS GERAIS, 2014; COSTA et al., 2017a). A aplicação dessa ferramenta, como preconizada inicialmente, engloba três grandes etapas: Diagnóstico da Disponibilidade Hídrica, o Levantamento do Uso e Ocupação do solo e, por fim a Definição de Unidades de Paisagem (SEMAD/SEAPA, 2016).

A etapa do ZAP denominada Unidades de Paisagem é avaliada conforme proposto por Fernandes et al. (2013), onde estas são delimitadas manualmente através da análise de curvas de nível, podendo gerar margens para interpretações subjetivas e conferindo pouca replicabilidade ao método. No intuito de sanar tais questões, Costa et al. (2017b) propuseram

um método alternativo denominado Potencial de Uso Conservacionista (PUC), que busca por meio de critérios técnicos e objetivos, em análise multicritério, levantar as potencialidades e limitações do meio físico como subsídio ao ordenamento e planejamento do uso do solo em bacias hidrográficas. A análise do PUC considera que diferentes variáveis físicas (solo, litologia e declividade) influenciam no potencial de uso de uma determinada área e, o conhecimento destas é de fundamental importância para o planejamento de uso e ocupação adequados nestes territórios.

Dentre as diferentes formas de interpretações utilizando o PUC, destaca-se a possibilidade de realizar uma análise integrada ao diagnóstico do uso e ocupação atual do solo, a fim de mensurar qual a amplitude do uso do solo em áreas com maior ou menor potencial de recarga hídrica, resistência à erosão e atividades agropecuárias (COSTA et al., 2017a). Isto permite identificar, por exemplo, se o uso atual está em conformidade com o potencial de uso da área de forma a garantir maior sustentabilidade da mesma.

Ao mapear as fragilidades potenciais e emergentes do terço superior do córrego Guavirá, no Paraná, Rocha et al. (2013) observaram o predomínio de fragilidade potencial muito fraca a fraca associadas a relevo plano e solos profundos como Latossolos e Nitossolos. O aumento da fragilidade associa-se à presença de solos mais rasos (Cambissolos e Neossolos), em fundos de vale e em áreas de ruptura de declividade, proporcionando maior instabilidade. Contudo, os autores destacam que a análise da fragilidade emergencial, associando o meio natural ao uso e ocupação, apresenta preocupações devido à identificação de uso inadequado dos solos, em áreas tanto de baixa como média fragilidade emergencial, com a presença de processos erosivos, em função do uso intensivo e mecanização do solo, cultivo agrícola em áreas de APP's, degradação de nascentes, etc, causando vários impactos socioambientais à bacia.

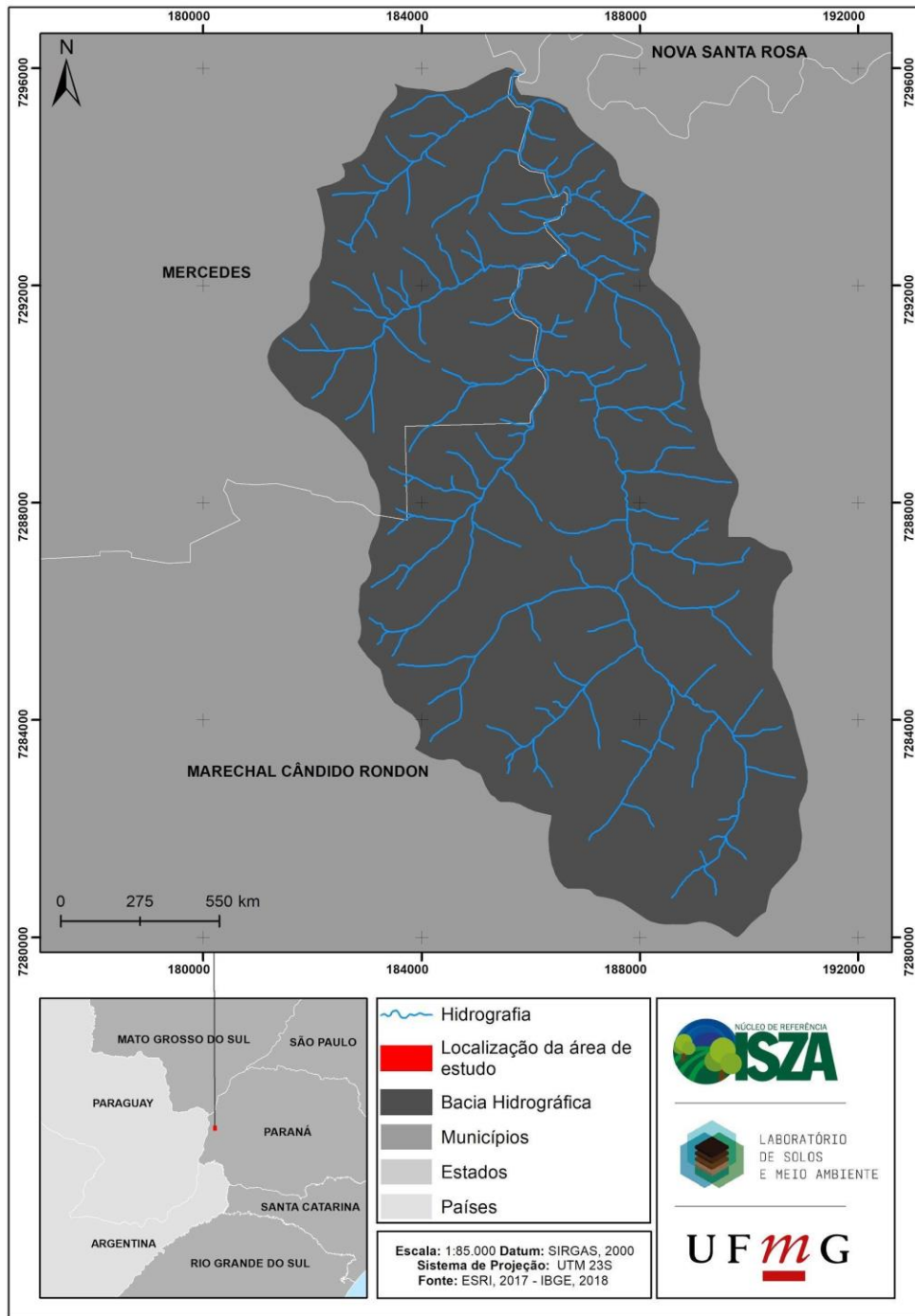
O uso inadequado dos solos, sem adoção de práticas de manejo de conservação de solos e água, tem trazido sérios problemas à gestão de bacias hidrográficas, implicando em aumento de processos erosivos, redução da produtividade agrícola, impactos na biologia do solo, assoreamento e contaminação de curso d'água e, conseqüentemente redução da quantidade e qualidade de água disponíveis à população. Assim, este trabalho objetivou mapear o PUC e uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Córrego Guavirá, no estado do Paraná, de forma a subsidiar tomada de decisões para a gestão eficiente deste território.

## Material e Métodos

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do Córrego Guavirá (Figura 1), com uma extensão de 9.446 hectares, inserida nos municípios de Marechal Cândido Rondon e Mercedes, no Paraná, que juntos apresentam uma população estimada de 31.647 habitantes (IBGE, 2019). Os municípios estão inseridos na microrregião de Toledo-PR, que possui a agropecuária como a atividade econômica de maior representatividade, com destaque para o cultivo agrícola (IBGE, 2010).

O clima da região, de acordo com o atlas climático do IAPAR (1994), é do tipo Cfa, que segundo Ayoade (1996) é caracterizado como clima temperado chuvoso e moderadamente quente, sem nenhuma estação seca e com a temperatura média, do mês mais quente, maior que 22°C. A bacia está localizada na província magmática do Paraná (Marques e Ernesto, 2004) sendo a sua litologia constituída por basaltos e basalto-andesitos (ITGC, 2005). As formas de relevo da área variam de plano a forte ondulado (EMBRAPA, 1979) e, os solos predominantes são os Latossolos e Nitossolos, além dos Neossolos, em algumas áreas limítrofes (ITGC, 2008).

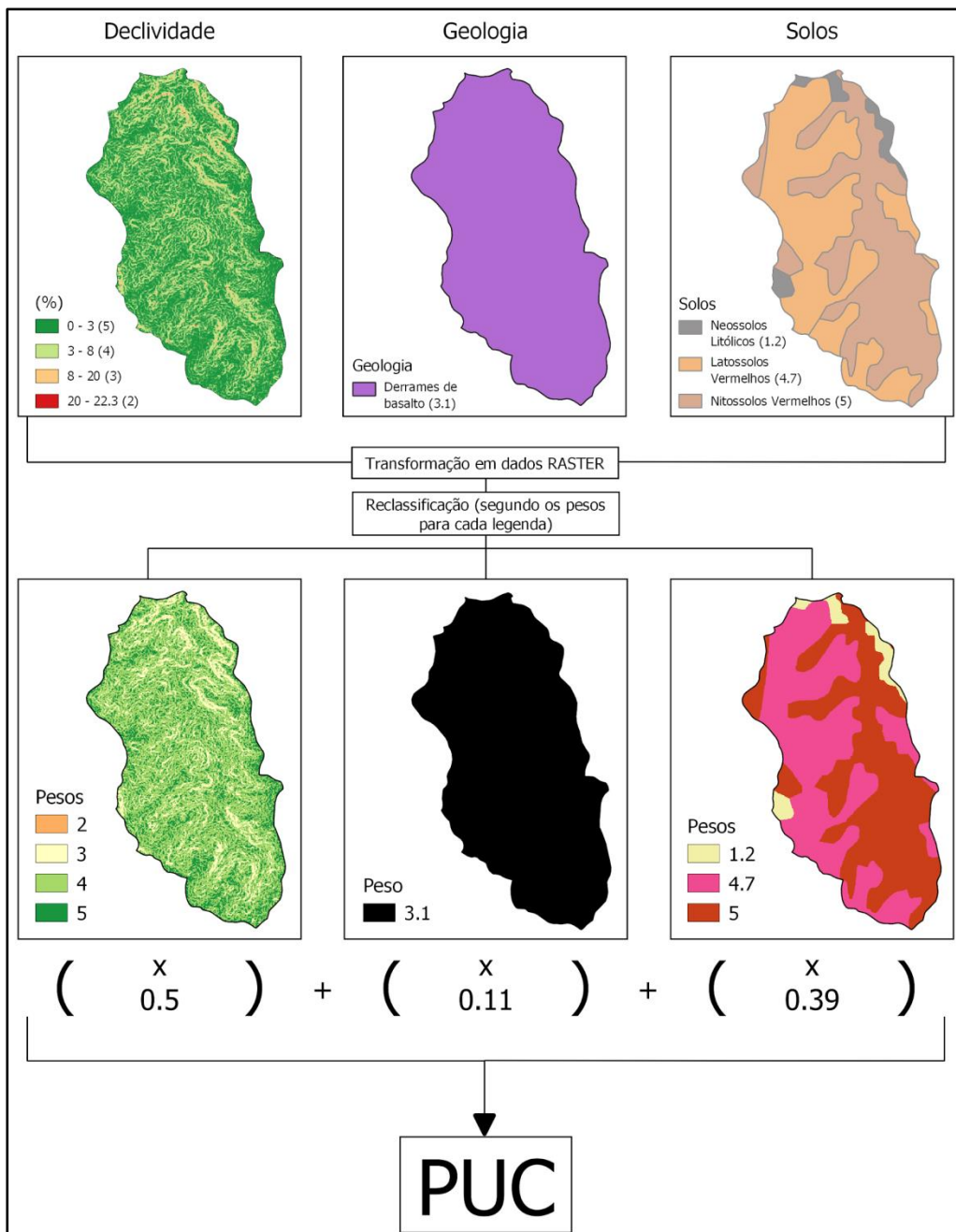
O Potencial de Uso Conservacionista (PUC) foi obtido conforme proposto por Costa et al. (2017b) utilizando-se de álgebra de mapas e atribuições de pesos respectivos para cada variável avaliada conforme Costa et al. (2017a). Para tal foram utilizados os dados de: 1) Declividade, gerados a partir de um Modelo Digital de Elevação com correção de terreno, disponibilizado pelo Alaska Satellite Facility (2015), com resolução espacial de 12,5 m; 2) Solos, adquiridos no mapa de solos do estado do Paraná, disponibilizado pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG) do Paraná, com escala de 1:2.000.000 e; 3) Geologia, a partir de carta geológica com escala de 1:250.000, disponibilizada pelo ITCG.



**Figura 1** – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Guavirá, PR.  
Fonte: Elaborado pelos autores baseado em ESRI, 2017 e IBGE, 2018.

No ambiente do QGIS 3.4, os dados foram todos convertidos em formato raster e reclassificados, com os valores definidos por Costa et al. (*op. cit*): a) para a declividade o peso foi reclassificado segundo a susceptibilidade à erosão, sendo às declividades mais acentuadas (> 45%) atribuídas o menor peso e às mais planas (0 - 3%) o maior, com variação de pesos de 1 a 5; b) para a litologia, que dentro da bacia como um todo é de basaltos, o peso utilizado foi de 3.1 e c) para os solos, com presença das classes dos Neossolos, Latossolos, Nitossolos, os pesos atribuídos foram de 1.2, 4.7 e 5, respectivamente. Posteriormente

aplicou-se a álgebra de mapas (com o peso de cada variável) para obter-se o PUC da bacia (Figura 2).



**Figura 2** – Organograma das variáveis do PUC.

Fonte: Elaborado pelos autores baseado em Costa et al. (2017a; 2017b).

Para o mapeamento do uso e cobertura do solo, utilizou-se imagens do satélite Sentinel-2 (ESA, 2015) com resolução de 10m, do dia 25 de junho de 2019, obtidas por meio da ferramenta *Global Visualization Viewer - GloVis* (USGS, 2017). As classes de uso do mapa de uso e cobertura foram definidas com base na metodologia de Cruz (2008), com o pré-processamento no software QGIS 3.4 (QGIS Development Team, 2019) e treinamento e classificação no Spring 5.5.6 (INPE, 2019) seguindo os seguintes passos: i) Pré-processamento; ii) Treinamento com coletas de amostras (*pixels*); iii) Classificação; iv) Pós-processamento; v) Correções manuais no QGIS. Através do pré-processamento foram realizadas correções geométricas das imagens no QGIS e, posteriormente correções de contraste no Spring para identificar os alvos de forma mais precisa, utilizando as composições R4G3B2 e R8G4B3.

Com as devidas composições, seguiu-se com a classificação supervisionada *pixel a pixel*, onde foram coletados um conjunto de pixels com valores semelhantes que representam as classes, estas identificadas como: pousio (correspondente ao período entressafra onde as terras são mantidas sem semeadura), cultura anual, corpos hídricos, área urbanizada, formação florestal e Áreas de Proteção Permanente (APPs). Na classificação das amostras, utilizou-se a máxima verossimilhança, ferramenta do software que executa o cálculo de probabilidade de um pixel pertencer a classes distintas conforme sua assinatura espectral (CRUZ, *op. cit.*). Em seguida, utilizou-se a ferramenta de pós classificação do software para reduzir algumas poluições geradas pela classificação automática do Spring e, posteriormente, os resultados foram transferidos para o QGIS onde o arquivo foi vetorizado e alguns polígonos que estavam com classe de uso diferente daquela do real foram corrigidos, com posterior aplicação da ferramenta Dissolver para homogeneizar as classes de uso.

Por fim, a Matriz PUC foi obtida conforme proposto no Zoneamento Ambiental Produtivo do Rio Manso (UFMG/IGC-LABORATÓRIO DE SOLOS E MEIO AMBIENTE, 2017), onde dados do PUC foram correlacionados aos do mapeamento de Uso e Cobertura obtendo-se o percentual de área de cada classe de Uso nas diferentes classes do PUC, permitindo assim avaliar quais áreas na bacia demandam maior priorização na adoção de práticas conservacionistas, como também aquelas com maior potencial de respostas à implementação de ações.

## Resultados e Discussão

As variáveis do meio físico para a bacia do Córrego do Guavirá são apresentadas na Tabela 1. Aproximadamente 85% da área da bacia, encontra-se sob relevo plano a suave ondulado, com declividade de até 8%. Associado à estas declividades tem-se a presença dominante de Latossolos (47,97%) e Nitossolos (47,82%) associados à litologia de basaltos (100%). Estas características conferem à área um elevado Potencial de Uso Conservacionista (PUC) no que se refere à recarga hídrica, uso agropecuário e à resistência à processos erosivos (Figura 3).

**Tabela 1** – Variáveis ambientais para a bacia do Córrego do Guavirá, PR

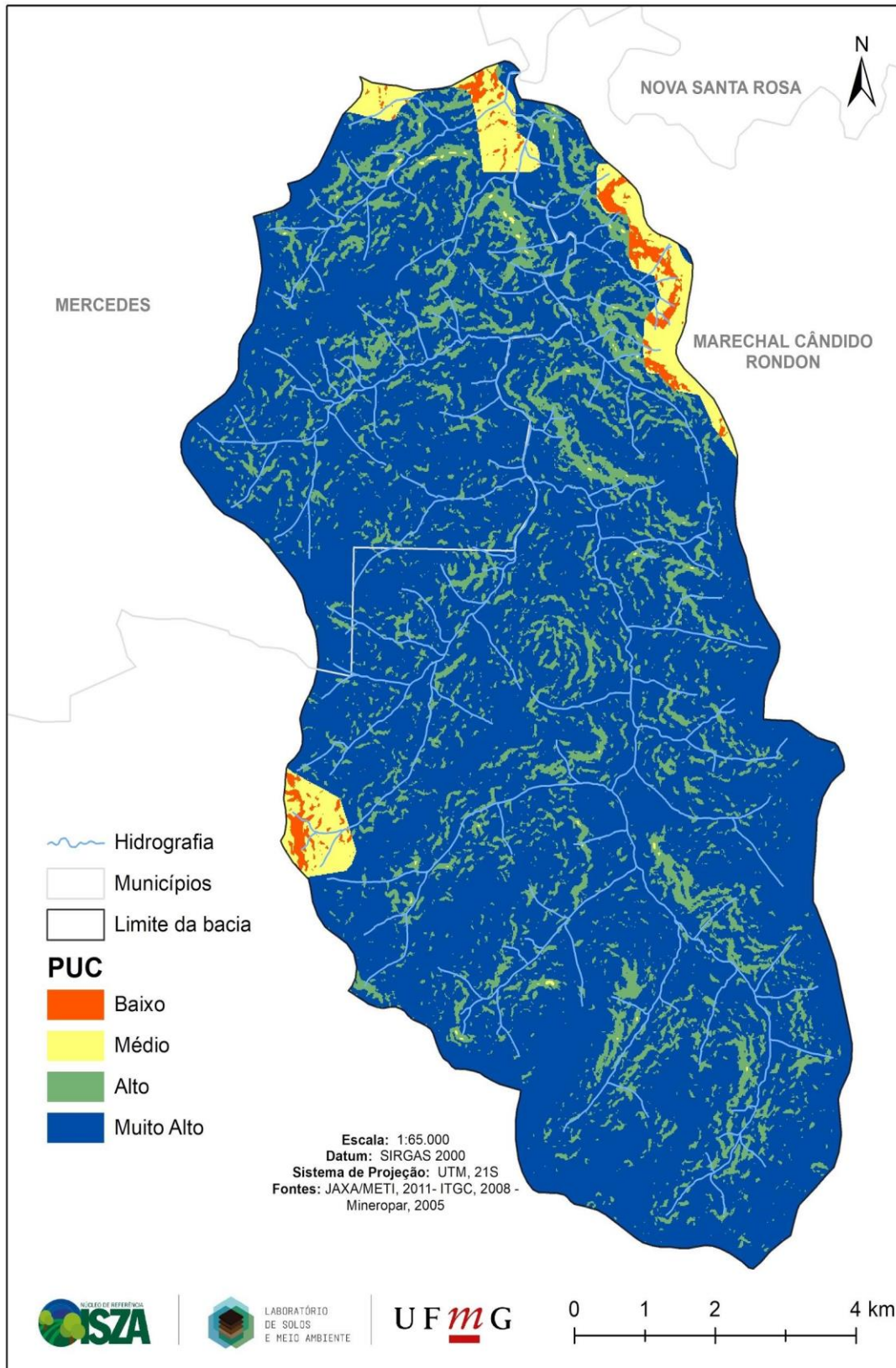
Declividade			
Classe	Relevo	Área	
		ha	%
0 – 3%	Plano	2594,82	27,49
3 – 8%	Suave ondulado	5418,62	57,39
8 – 20%	Ondulado	1422,81	15,09
20 – 45%	Forte ondulado	10,22	0,02
> 45%	Montanhoso	0	0,00

Litologia			
Classe		Área	
		ha	%
Basalto		9446,47	100

Solo			
Classe		Área	
		ha	%
Neossolos		396,86	4,20
Latossolos		4532,02	47,97
Nitossolos		4517,59	47,82



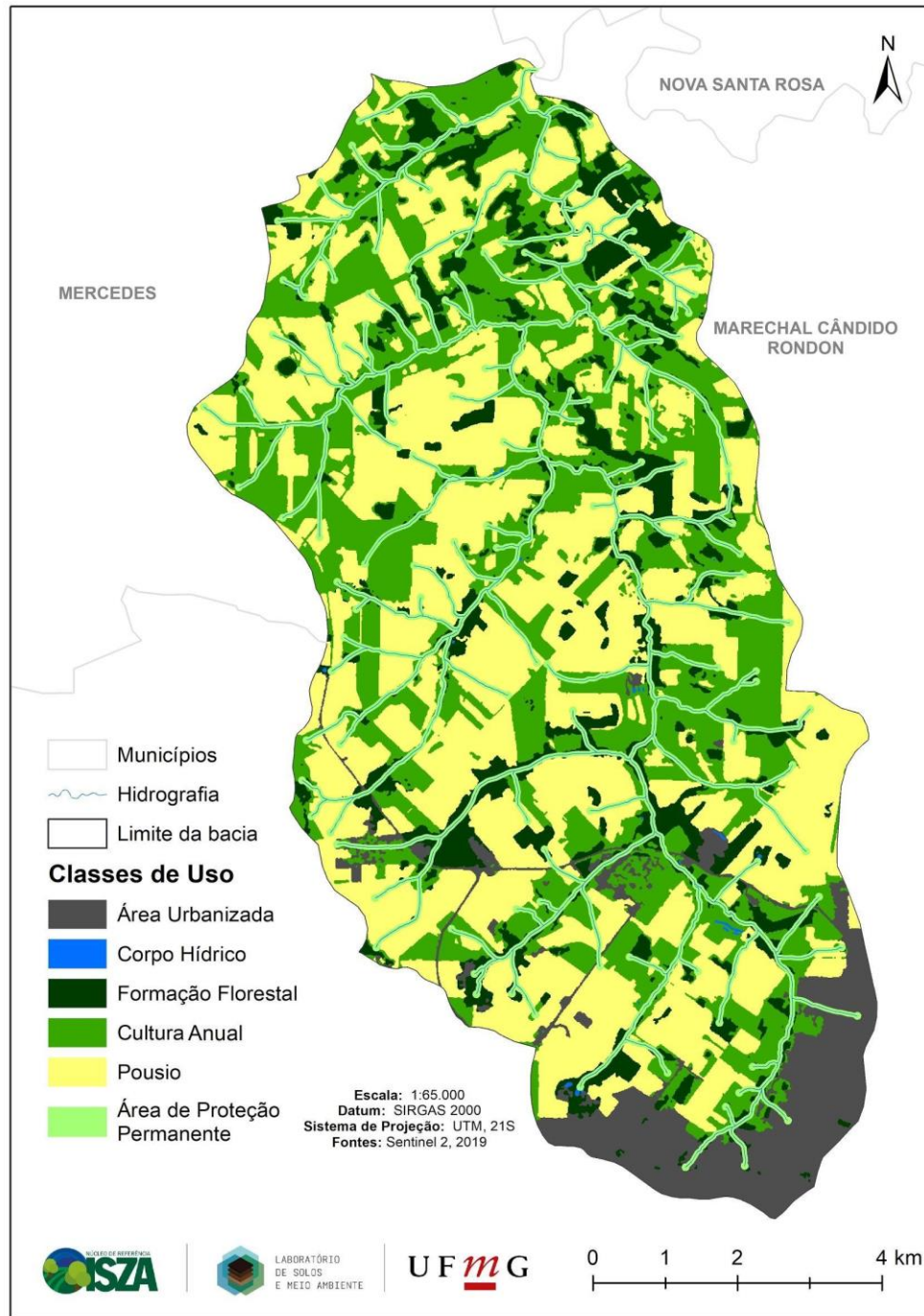
**Figura 3** – Mapa de Potencial de Uso Conservacionista na Bacia do Córrego Guavirá. Fonte: Elaborado pelos autores baseado ASF DAAC, 2015; ITCG, 2008; ITCG, 2005.

O mapeamento do PUC para a área demonstra a predominância das classes Muito Alto (81,68%) e Alto (14,06%). Estas estão associadas à presença das classes dos Latossolos e Nitossolos em aproximadamente 96% da área, sob litologia de basalto. Os Nitossolos consistem na classe de maior potencial de uso, devido, principalmente, à sua maior fertilidade natural, associada ao basalto. Os Latossolos apesar de serem mais desenvolvidos, nesta área também ocorrem sob litologia de basalto o que lhes confere elevado potencial tanto relacionado à fertilidade quanto às suas características físicas. Estes são solos bem desenvolvidos, profundos, com baixa densidade e elevada porosidade, sendo bem drenados devido a sua estrutura microgranular (FERREIRA et al., 1999), que favorece ao desenvolvimento das raízes (SILVA et al., 2014), à infiltração e retenção de água no solo. A presença destas classes de solos associada à declividade dominante de até 8% em aproximadamente 85% da área da bacia, são características determinantes para o elevado potencial obtido para a área. Estas condições potencializam os processos de infiltração da água e a estabilidade da área aos efeitos da erosão (IENSEN e WERLANG, 2008), além de atuarem diretamente nas áreas mais susceptíveis, mitigando processos de degradação, aumentando o potencial de uso da bacia.

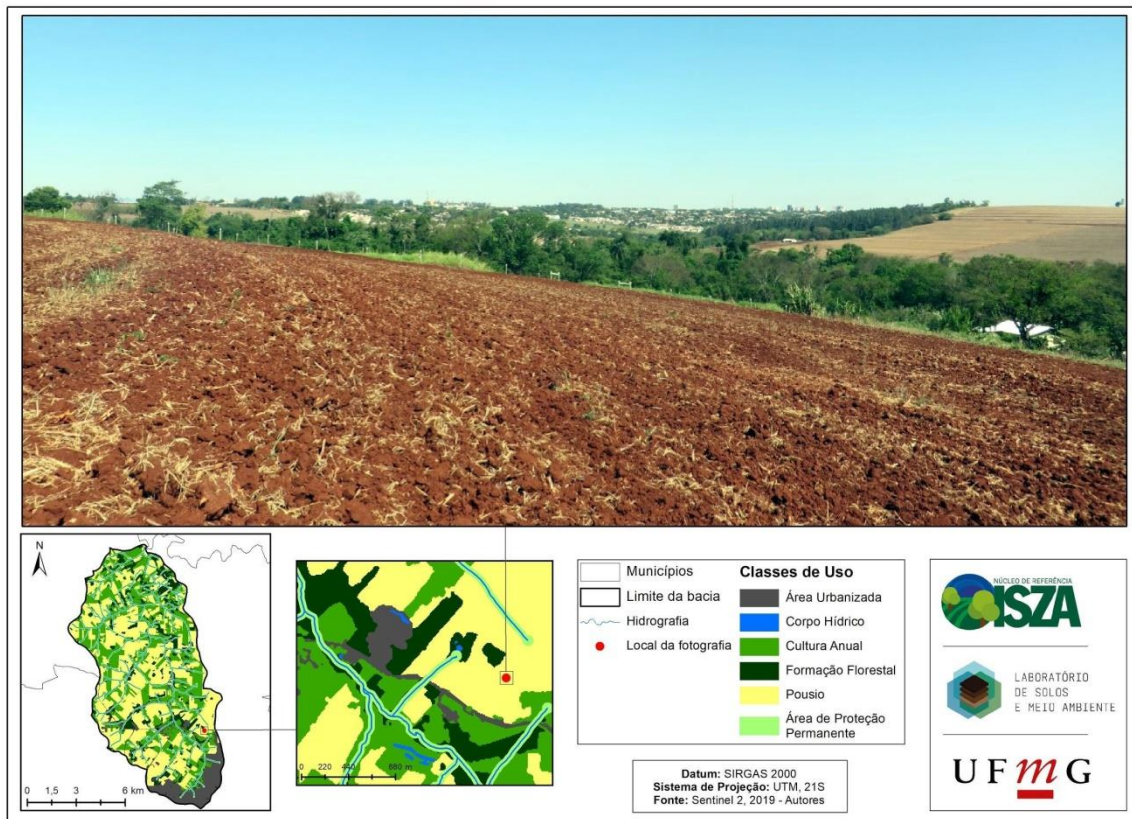
As áreas de PUC Médio e Baixo representam, respectivamente 3,34% e 0,95% e, estão localizadas, majoritariamente, em regiões de relevo mais movimentado e, uma pequena parte, nas regiões de fundo de vale. Nestas, predominam os solos rasos representados pela classe dos Neossolos, em áreas de declividade que variam de 3 a 22%. Nestas áreas decorre a necessidade de práticas adequadas para uso e ocupação devido à sua maior fragilidade. Para toda a bacia não foram observadas áreas de PUC Muito Baixo, o que se deve, ao elevado potencial da área no que se refere às classes de solo, litologia e declividade

A análise do mapeamento de uso e cobertura do solo da bacia do Córrego Guavirá, demonstra que a classe de Pousio, a qual corresponde ao período de vazão sanitário no Paraná (ADAPAR, 2017), foi a classe de maior abrangência na bacia (44,02%) (Figura 4). A grande presença de áreas descobertas (Figura 5) e conseqüentemente de solos expostos, traz um alerta sobre a grande suscetibilidade destas áreas aos processos erosivos. A manutenção destas áreas sem presença de cobertura vegetal, associado ao fato de que a estação do inverno, tem se tornando cada vez mais seca na região e, com presença de chuvas cada vez mais concentradas, principalmente no início da primavera, coincidindo com o período em que os agricultores iniciam o preparo do solo para o plantio, são fatores que tem levado ao aumento da erosão dos solos, e conseqüentemente ao assoreamento do córrego Guavirá, conforme observado por Rocha et al. (2013). Ademais, processos erosivos podem representar perdas econômicas significativas, impactando as despesas e receitas dos agricultores em função da necessidade de reposição de nutrientes ao solo e reparos de demais danos causados pela erosão, como manutenção de terraços e replantio das culturas (DECHEN et al., 2015).





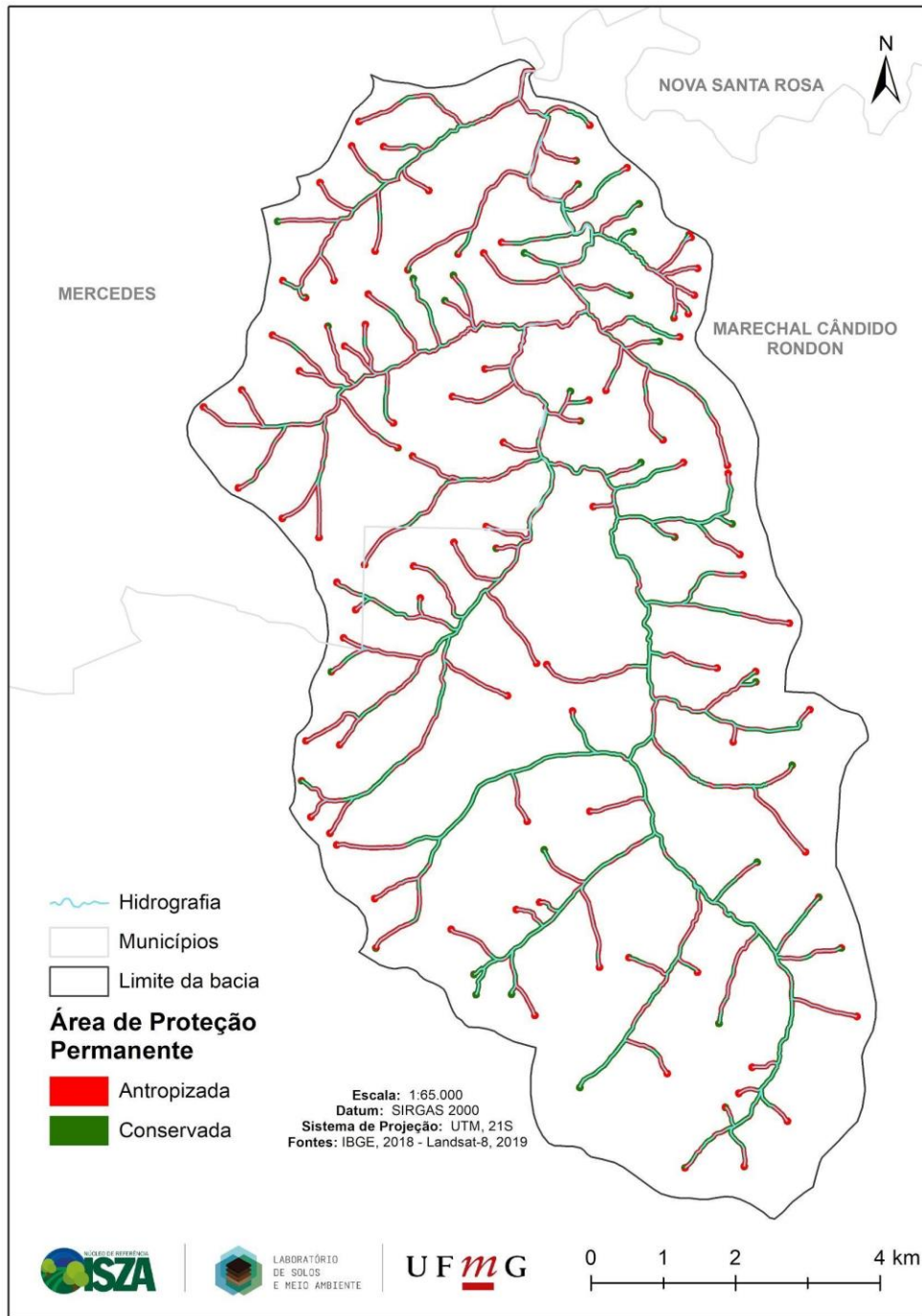
**Figura 4** – Mapa de Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Córrego Guavirá.  
Fonte: Elaborado pelos autores baseado em USGS/GloVis, 2019.



**Figura 5** – Área classificada como Pousio no Mapa de Uso e Ocupação do Solo.  
Fonte: Elaborado pelos autores baseado em USGS/GloVis, 2019 e arquivo pessoal.

A segunda classe de maior abrangência é representada pela Cultura Anual, que compreendendo 33,57% do uso e ocupação do solo e encontra-se distribuída ao longo da bacia, principalmente próximo aos cursos d'água (Figura 4). A atividade agrícola possui grande representatividade no setor econômico da bacia em questão, com predominância do cultivo de milho e soja em sistemas mecanizados. Este uso intensivo, sem o uso de práticas de conservação de solo adequadas pode promover impactos socioambientais ao longo da bacia, resultando em processos de compactação dos solos e gerar um ambiente desfavorável ao desenvolvimento das culturas (KUNZ et al., 2013). Rocha (2011) avaliando a dinâmica morfoedológica do trecho superior do córrego Guavirá observou altos valores de densidade do solo e alteração na estrutura e porosidade dos solos, relacionando os resultados encontrados às práticas agrícolas adotadas na região. Neste sentido, a adoção de sistemas de cultivos conservacionistas, que incrementem no tempo e/ou no espaço, espécies com sistema radicular robusto, capazes de penetrar camadas mais adensadas e promover a reestruturação do solo, em conjunto com a cultura principal, podem ser importantes na reestruturação do solo e na manutenção de características favoráveis para agricultura (CALONEGO et al., 2017).

Observa-se que a classe das formações Florestais (14,25%) se concentra principalmente próximas às APPs hídricas e, nas áreas de ruptura do relevo (Figura 4), associadas às rochas basálticas e solos rasos como os Neossolos Litólicos e Regolíticos. Nestas áreas a restrição física relacionada ao relevo mais declivoso e solos rasos é o fator determinante para a manutenção da vegetação nativa. A análise da qualidade das APP's da bacia (Figura 6) demonstra que 63,57% destas encontram-se antropizadas. A grande parte dessa antropização está associada à presença de áreas de cultivos agrícolas muito próximo ao leito do rio (ROCHA et al., 2013) e também à presença da área urbanizada, desrespeitando o limite de proteção estabelecido na Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012).



**Figura 6** – Situação das Áreas de Proteção Permanente em relação ao uso e ocupação do solo.

Fonte: Elaborado pelos autores baseado em USGS/GloVis, 2019.

A Área Urbanizada corresponde a 8,04% e, representa o núcleo urbano do município de Marechal Cândido Rondon, localizada no terço superior da bacia hidrográfica do Córrego Guavirá, próximo às suas principais nascentes (Figura 4). Vários autores destacam que a expansão urbana do município de Marechal Cândido Rondon contribuiu para a alteração das dimensões de largura e profundidade do leito do córrego Guavirá em decorrência da remoção e deposição de partículas de solo (TIZ e CUNHA, 2007; BORTOLUZZI e FERNANDEZ, 2008; ROCHA 2013). Ademais, segundo Rocha (2013), essas áreas também apresentam problemas socioambientais como riscos de inundação e desmoronamento de residências situadas próximo às nascentes.

Ao relacionar as classes de uso e cobertura do solo com as características do meio físico, representadas pelo PUC em que estão inseridas, é possível obter uma matriz que permite identificar se o uso atual está em conformidade com o potencial natural da área (Tabela 2). Nesse sentido, observa-se nas classes de PUC Alto e Muito Alto 74,1% está sob uso de culturas anuais e pousio. Este uso está de acordo com o potencial da área, tendo em vista que representa áreas de relevo plano e solos profundos, que favorecem ao uso agrícola. Contudo, o uso destas áreas, que apresentam alto potencial natural, sem adoção de práticas de manejo e conservação do solo e da água adequadas pode levar à degradação intensa da área. O revolvimento intenso do solo, a não manutenção de cobertura vegetal, a presença de solo exposto por longo período de tempo, podem levar à processos erosivos intensos, com perda de solo, água, carreamento de sedimentos, assoreamento e contaminação dos cursos d'água. Estas práticas inadequadas têm reflexos tanto ambientais quanto econômicos, tendo em vista que a perda de solo por erosão, retira a camada fértil destes solos, além de reduzir a produção de água e, conseqüente a manutenção da recarga hídrica na bacia. Desta forma, é extremamente necessária a adequação de uso nestas áreas, de forma a garantir a qualidade deste sistema.

**Tabela 2 – Matriz de Uso e Cobertura do solo x PUC.**

Classe de Uso x PUC	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	Total
Área Urbanizada	0,00	0,00	0,01	0,66	7,37	8,04
Corpo Hídrico	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,11
Cultura Anual	0,00	0,44	1,31	5,34	26,48	33,58
Formação Florestal	0,00	0,33	0,46	3,52	9,94	14,25
Pousio	0,00	0,19	1,56	4,47	37,81	44,03
<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,96</b>	<b>3,34</b>	<b>14,01</b>	<b>81,68</b>	<b>100,00</b>

Observa-se também a existência de áreas de PUC Baixo e Médio com classes de pousio e com cultura anual, representando 3,5% da área. Estas áreas também devem ser prioritárias à adequação de uso, tendo em vista que são áreas pequenas, com elevada fragilidade natural e que apresentam uso em desconformidade com seu potencial. Assim, ações nestas áreas se fazem necessárias no sentido de evitar agravamento de problemas existentes.

A desconformidade de uso e ocupação solo na bacia do Córrego do Guavirá também foi relatada por Rocha et al. (2013) ao avaliar a fragilidade ambiental da bacia. Os autores verificaram áreas que apresentaram instabilidades emergentes mesmo sob características consideradas favoráveis do ponto de vista natural, como relevo plano e solos do tipo Nitossolos. Os autores constataram problemas como processos erosivos, assoreamento e poluição do córrego e os relacionaram ao uso e à ocupação inadequada dos solos pelas práticas agrícolas, muitas vezes sem os devidos cuidados conservacionistas. Além disso, o uso intensivo do solo para a agricultura, aliado a criação de animais, resultou em uma paisagem profundamente antropizada, com pequenas ilhas de vegetação natural (ROCHA, 2011).

É importante ressaltar que mesmo em áreas com alto potencial de uso, manejos que preconizam a conservação do solo e da água podem se revelar uma importante estratégia e são necessários para garantir uma produção agrícola sustentável, uma vez que os efeitos de diferentes manejos refletem nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, podendo inclusive promover melhorias na disponibilidade de água para as plantas (CAMPOS-HERRERA et al., 2008; REICHARDT e TIMM, 2004). Nesse sentido, é possível traçar estratégias para o uso eficiente da água focando na maximização do uso dessa água

armazenada no solo (SERAFIM et al., 2013). De forma ampla, essas estratégias baseiam-se no aumento da retenção de água no solo pela incorporação de matéria orgânica (DALMAGO et al., 2009) e alteração da dinâmica de poros pelo sistema de preparo do solo (OLIVEIRA et al., 2004); na maximização da infiltração e minimização do escoamento superficial da água no solo, pela utilização de cobertura vegetal interceptando e reduzindo o impacto da gota de chuva e na redução da evaporação e elevação da umidade superficial, através da manutenção de cobertura vegetal (BRAGAGNOLO e MIELNICZUK, 1990; STONE et al., 2006).

Essas pressões antrópicas, especialmente nos solos e conseqüentemente nos recursos hídricos, podem ser gerenciadas a fim de reduzir os seus impactos negativos e garantir a manutenção dos recursos naturais. Para tal, o uso e ocupação devem ser ponderados criteriosamente por gestores ambientais e autoridades locais, os quais devem considerar as propriedades do meio físico e suas respectivas fragilidades e potencialidades nas tomadas de decisão. Assim, métodos que possibilitem a correta gestão da bacia hidrográfica são essenciais para garantir o uso eficiente da área e o cumprimento da sua função de escoamento e distribuição das águas, onde os fluxos de recarga, armazenamento e captação deste recurso natural ocorrem e possam dar suporte às atividades humanas.

### Conclusão

O Potencial de Uso Conservacionista (PUC) da bacia hidrográfica do Córrego Guavirá apresentou classe Muito Alto em cerca de 81,68% da área total da bacia, demonstrando que a bacia apresenta boas condições para recarga hídrica, uso agropecuário e resistência a processos erosivos em quase toda extensão. No entanto, ao relacionar os resultados do PUC com o uso e ocupação atual do solo, nota-se que parte do alto potencial da bacia não tem sido aproveitado devido à má gestão dos recursos disponíveis, ausência de práticas de manejo conservacionista em áreas de atividades agrícolas e perda de solos por processos erosivos. Diante disso, reforça-se a importância do diagnóstico da área a fim de conhecer as suas limitações e potencialidades e assim, garantir a boa gestão territorial e a sustentabilidade da mesma.

### Referências Bibliográficas

Agência de Defesa Sanitária do Paraná (ADAPAR). **Portaria nº 202, de 19 de julho de 2017**: Estabelece o período de vazio sanitário, as datas limites para semeadura e colheita da soja, e outras medidas para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) no estado do Paraná. Disponível em: <[http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/GABINETE/PORTARIAS/2017/202\\_17.pdf](http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/GABINETE/PORTARIAS/2017/202_17.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2019.

ASF DAAC, 2015. **ALOS PALSAR RTC High-Res**. Includes Material JAXA/METI 2007. Disponível em: <[search.asf.alaska.edu/#/](http://search.asf.alaska.edu/#/)>. Acessado em: 11/09/2019.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 3ª.ed. Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 1991. 332 p.

BARRELLA, W.; PETRERE JR, M.; SMITH, W. S; MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Org.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001. p. 187-2017.

BORTOLUZZI, L. N.; FERNANDEZ, O. V. Q. Medição de vazão líquida em pequenos cursos d'agua de Marechal Cândido Rondon (PR). **Geografia. Ensino & Pesquisa**, v. 12, p. 4265-4275, 2008.

BRAGAGNOLO, N., MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 369–374, 1990.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil- Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)>. Acesso em 25 nov. 2019.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil- Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em 03 dez. 2019.

CALONEGO, J.C.; RAPHAEL, J.P.A.; RIGON, J.P.G.; OLIVEIRA NETO, L. de; ROSOLEM, C.A. Soil compaction management and soybean yields with cover crops under no-till and occasional chiseling. **European Journal of Agronomy**, V. 85, p. 31–37, 2017.

CAMPOS-HERRERA, R.; GÓMEZ-ROS, J.M.; ESCUER, M.; CUADRA, L.; BARRIOS, L.; GUTIÉRREZ, C. Diversity, occurrence, and life characteristics of natural entomopathogenic nematode populations from La Rioja (Northern Spain) under different agricultural management and their relationships with soil factors. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 40, n. 6, p. 1474-1484, 2008.

COSTA, A. M.; SALIS, H. H. C.; VIANA, J. H. M.; AQUINO, J. N.; FERREIRA, M. P. R. Zoneamento Ambiental e Produtivo: uso da modelagem para identificação de potencialidades e limitações no uso do solo. **INFORME AGROPECUÁRIO (BELO HORIZONTE)**, v. 38, p. 81-91, 2017a.

COSTA, A. M.; VIANA, J. H. M.; EVANGELISTA, L. P.; CARVALHO, D. C.; PEDRAS, K. C.; HORTA, I. M. F.; SALIS, H. C.; PEREIRA, M. P. R.; SAMPAIO, J.D.L. Ponderação de variáveis ambientais para a determinação do potencial de uso conservacionista para o estado de Minas Gerais. **Geografias**, v. 14, n.1, p. 118-134, 2017b.

CRUZ, Z. Q., RIBEIRO, G. P. Ensaios de Segmentação e Classificação Digital de Imagens CBERS Utilizando o Sistema Spring em uma Unidade de Conservação Ambiental, Estudo de Caso: Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO). **II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**, UFPE, Recife - PE. 8 de set. de 2008.

DALMAGO, G. A.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J.I.; KRÜGER, C. A. M.B.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 855–864, 2009.

DECHEN, S. C. F.; TELLES, T. S.; GUIMARÃES, M. F.; MARIA, I. C. Perdas e custos associados à erosão hídrica em função de taxas de cobertura do solo. **Bragantia**, v. 74, n. 2, p. 224-233, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p.

Environmental Systems Research Institute, DeLorme Publishing Company, CIA World Factbook (2017). **World Countries (base digital georreferenciada)**. Califórnia, Estados Unidos da América: ESRI. Disponível em: <<http://www.arcgis.com/home/item.html?id=3864c63872d84aec91933618e3815dd2>>. Acesso em: 25 de novembro de 2019.

ESA - European Spacial Agency. **Sentinel-2 Mission Imagery**, DOI: doi.org/10.5066/F76W992G. Disponível em: <glovis.usgs.gov>. Acesso em: 11/09/2019.

FERNANDES, M. R. et al. Minas Gerais: caracterização de unidades de paisagem. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2013. 92 p. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/216926915/Minas-Gerais-Characterizacao-de-unidades-de-paisagem>. Acesso em: 23 nov.2019.

FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Mineralogia da fração argila e estrutura de Latossolos da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 507–514, 1999.

IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná. **Atlas climático do Estado do Paraná**, 1994. 49 p. Disponível em: <www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=2533>. Acesso em: 25 de novembro de 2019.

IENSEN, R. E.; WERLANG, M. K. Relação entre declividade e as ocorrências erosivas na área do morro do Cerrito em Santa Maria, RS. **Ciência e Natura**, v. 30, p. 173-183, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades@** 2019. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: 25 de novembro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo demográfico-2010**. Disponível em:<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=10503&t=resultados->. Acesso em: 23 nov. 2019.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ – ITCG (Paraná, PR). **Mapa Geológico do Paraná**. 2005. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=9#>. Acesso em: 22 nov. 2019.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ – ITCG (Paraná, PR). **Mapa de Solos do Paraná**. 2008. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=9#>. Acesso em: 22 nov. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING) versão 5.5.6**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019. Disponível em: <www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>. Acesso em 10 de setembro 2019.

KUNZ, M.; GONÇALVES, A. D. M. A.; REICHERT, J. M.; GUIMARÃES, R. M. L.; REINERT, D. J.; RODRIGUES, M. F. Compactação do solo na integração soja-pecuária de leite em Latossolo argiloso com semeadura direta e escarificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p. 1699-1708, 2013.

MARQUES, L.S.; ERNESTO, M. O magmatismo toleítico da bacia do paraná. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO-NEVES, B.B. (Org.). **Geologia do continente sul-americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. Editora Beca. p. 220-245.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 46.650, de 19 de novembro de 2014**: “Aprova a Metodologia Mineira de Caracterização Socioeconômica e Ambiental de Sub-bacias Hidrográficas, denominada Zoneamento Ambiental Produtivo – ZAP – e dá outras providências. Disponível em:

<[https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=46650&comp=&ano=2014&aba=js\\_textoOriginal#texto](https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=46650&comp=&ano=2014&aba=js_textoOriginal#texto)>. Acesso em: 25 nov. 2019.

OLIVEIRA, G.C., DIAS, M.S., RESCK, D.V.S., CURI, N. Caracterização química e físico-hídrica de um latossolo vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 327–336, 2004.

QUANTUM GIS Development Team, 2019. **QGIS Geographic Information System: Open Source Geospatial Foundation Project**. Disponível em: <[www.qgis.org](http://www.qgis.org)>. Acesso em: 10 de Junho de 2019.

REICHARDT, R.; TIMM, L.C. **Solo, Planta e Atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. São Paulo: Manole, 2004.

ROCHA, A. S. **Morfopedologia e fragilidade ambiental nos fundos de vale do trecho superior do córrego Guavirá Marechal Cândido Rondon-PR**. Francisco Beltrão: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, 2011. 125 p. (Dissertação, Mestrado em Geografia).

ROCHA, A.S. da; CUNHA, J.E. da; MARTINS, V.M. Mapeamento das fragilidades potencial e emergente da bacia hidrográfica do córrego Guavirá, Marechal Cândido Rondon – Paraná. **Revista Perspectiva Geográfica**, v.8, n.9, 2013.

SECRETARIA DO ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL/ SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – SEMAD/SEAPA. **Metodologia para Elaboração do Zoneamento Ambiental Produtivo: ZAP de sub-bacias hidrográficas**. 2ª Edição, 2016. Disponível em: <[http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2016/ZAP/Metodologia\\_ZAP\\_\\_2\\_edicao.pdf](http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2016/ZAP/Metodologia_ZAP__2_edicao.pdf)>. Acesso em 27 nov.2019.

SERAFIM, M.E.; OLIVEIRA, G.C. de; LIMA, J.M. de; SILVA, B.M.; ZEVIANI, W.M.; LIMA, V.M.P. Disponibilidade hídrica e distinção de ambientes para cultivo de cafeeiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 362–370, 2013.

SILVA, B.M., SILVA; E.A. da; OLIVEIRA, G.C. de; FERREIRA, M.M.; SERAFIM, M.E. Plant Available Soil Water Capacity: Estimation Methods and Implications. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 464–475, 2014.

STONE, L.F., SILVEIRA, P.M. da, ALVES MOREIRA, J.A., PEREIRA BRAZ, A.J.B., MARQUES, P., ALOÍSIO, J., MOREIRA, A. Evapotranspiration of irrigated common bean under no-tillage on different cover crop mulches. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 41, p. 577–582, 2006.

TIZ, G. J.; CUNHA J. E. da. Erosão periurbana em Marechal Cândido Rondon-PR: Uma abordagem introdutória. **Geografia**, v.16, n.1, p.79-100, 2007.

U.S. Department of the Interior. U.S. Geological Survey. **Global Visualization Viewer - GloVis**, 2017. Disponível em: <[glovis.usgs.gov](http://glovis.usgs.gov)>. Acessado em: 10/09/2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, LABORATÓRIO DE SOLOS E MEIO AMBIENTE. **Zoneamento Ambiental e Produtivo da Bacia Hidrográfica do Rio Manso - MG**. Belo Horizonte: UFMG/IGC, 2017.