



## **ENGENHARIA AMBIENTAL**

# **POTENCIAL DE USO CONSERVACIONISTA (PUC) EM BACIA HIDROGRÁFICA CÓRREGO ÁGUAS LIMPAS, RIO VERDE, GOIÁS.**

**VANESSA VIEIRA PERES**

**Rio Verde, GO**

**2023**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE  
ENGENHARIA AMBIENTAL**

**POTENCIAL DE USO CONSERVACIONISTA (PUC) EM  
BACIA HIDROGRÁFICA CÓRREGO ÁGUAS LIMPAS, RIO  
VERDE, GOIÁS**

**VANESSA VIEIRA PERES**

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Peres Angelini

Rio Verde – GO

Agosto, 2023

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

P437p Peres, Vanessa Vieira  
POTENCIAL DE USO CONSERVACIONISTA (PUC) EM BACIA  
HIDROGRÁFICA CÓRREGO ÁGUAS LIMPAS, RIO VERDE, GOIÁS /  
Vanessa Vieira Peres; orientadora Lucas Peres  
Angelini. -- Rio Verde, 2023.  
28 p.

TCC (Graduação em Bacharel em Engenharia  
Ambiental) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio  
Verde, 2023.

1. Geotecnologias. 2. Recursos hídricos. 3. Gestão  
sustentável. I. Angelini, Lucas Peres, orient. II.  
Título.

# TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

## IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

## RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:      Não      Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:      /      /

O documento está sujeito a registro de patente?      Sim      Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?      Sim      Não

## DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente  
 VANESSA VIEIRA PERES  
Data: 16/08/2023 10:18:34-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Local

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Documento assinado digitalmente  
 LUCAS PERES ANGELINI  
Data: 16/08/2023 08:55:15-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 9/2023 - CCBEAMB-RV/GGRAD-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

### **ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO**

No dia 15 de Agosto de 2023, às 9:30 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Lucas Peres Angelini (orientador), Wilker Alves Morais (membro), Bruno de Oliveira Costa Couto (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “POTENCIAL DE USO CONSERVACIONISTA (PUC) EM BACIA HIDROGRÁFICA CÔRREGO ÁGUAS LIMPAS, RIO VERDE, GOIÁS.” da estudante Vanessa Vieira Peres, Matrícula nº 2018202200740027 do Curso de Engenharia Ambiental do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do Trabalho de Curso. Após a apresentação do estudante houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora reuniu-se e decidiu pela APROVAÇÃO do estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

*(Assinado Eletronicamente)*

Lucas Peres Angelini

Orientador

*(Assinado Eletronicamente)*

Wilker Alves Morais

Membro

*(Assinado Eletronicamente)*

Bruno de Oliveira Costa Couto

Membro

## Observação:

( ) O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Wilker Alves Morais, Wilker Alves Morais - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500)**, em 15/08/2023 10:40:17.
- **Bruno de Oliveira Costa Couto, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 15/08/2023 10:36:03.
- **Lucas Peres Angelini, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 15/08/2023 10:35:05.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 15/08/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 521286

Código de Autenticação: 51a7cc5b6a



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Rio Verde  
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970  
(64) 3624-1000

## RESUMO

PERES, Vanessa Vieira. **POTENCIAL DE USO CONSERVACIONISTA (PUC) EM BACIA HIDROGRÁFICA CÓRREGO ÁGUAS LIMPAS, RIO VERDE, GOIÁS.** 2023. 28p Monografia (Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2023.

O objetivo deste estudo foi avaliar o Potencial de Uso Conservacionista da bacia hidrográfica do córrego Águas Limpas, com a finalidade de aplicá-lo como ferramenta de planejamento e gestão. Nesse sentido busca harmonizar os diversos usos dos recursos hídricos existentes na região, visando a equilibrada coexistência. As geotecnologias desempenham um papel essencial nesse processo, ao contribuírem para a gestão mais sustentável das bacias hidrográficas, auxiliando na preservação dos recursos para as gerações presentes e futuras. O Potencial de Uso Conservacionista (PUC) tem emergido como uma ferramenta de crescente importância nas pesquisas voltadas para a gestão eficaz dos recursos hídricos. A metodologia PUC, empregada neste levantamento, incorporou variáveis relacionadas ao solo, litologia e declividade. Atribuiu-se diferentes pesos a cada uma dessas variáveis, permitindo a comparação entre elas, de acordo com as características da bacia. Os resultados da aplicação da metodologia PUC na bacia do Córrego Águas Limpas evidenciam predominantemente as classes PUC baixo, médio e alto. A análise dos dados obtidos por meio dessa metodologia evidencia que os usos do solo se encontram em consonância com o potencial de uso conservacionista. Esse enfoque ponderado possibilitou uma análise abrangente e integrada, fornecendo informações para a tomada de decisões a favor da conservação e um uso equilibrado dos recursos hídricos na bacia do córrego Águas Limpas.

**Palavras-chave:** geotecnologias, recursos hídricos, gestão sustentável.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica.....	15
Figura 2. Mapa de Solos - Raster e com os pesos (reclassificado).....	16
Figura 3. Mapa de Litologia - Raster e com os pesos (reclassificado).....	17
Figura 4. Mapa de Declividade - Raster e com os pesos (reclassificado). ....	18
Figura 5. Mapa do Potencial de Uso Conservacionista da bacia córrego águas limpas.....	20
Figura 6. Mapa de uso de cobertura solo da bacia córrego águas limpas (Projeto MapBiomias, 2022). .....	21

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Pesos atribuídos e área em hectares ocupada por cada classe de solos (Adaptado de Costa et al., 2017a). ....	16
Tabela 2. Pesos atribuídos e área em hectares ocupada por cada classe litológica (Adaptado de Costa et., al., 2017a) .....	17
Tabela 3. Pesos atribuídos e área em hectares ocupada por cada classe de declividade (Adaptado de Costa et al., 2017a). ....	18
Tabela 4. Classes PUC da bacia córrego águas limpas. ....	20
Tabela 5. Área do mapa de uso e cobertura do solo da bacia córrego águas limpas.....	21
Tabela 6. Matriz PUC da bacia córrego águas limpas.....	22

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 OBJETIVOS.....	8
2.1 Geral.....	8
2.2 Específicos.....	8
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
3.1 Os Recursos Hídricos.....	8
3.2 A gestão dos Recursos Hídricos.....	11
3.3 Potencial de Uso Conservacionista (PUC).....	13
4 METODOLOGIA.....	14
5 RESULTADOS E DISCUSSOES.....	19
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

## 1 INTRODUÇÃO

A distribuição das regiões hidrográficas do Brasil é de forma desigual, mesmo sendo um país provido com grandes reservas hídricas superficiais e biodiversidade aquática (ANA, 2015). Além disso, existem outros relatos que mostram o comprometimento desses recursos, sendo relacionado com a contaminação por esgotos domésticos, a grande ocupação das margens de rios e riachos por habitações, principalmente nas cidades. Na zona rural, sendo geralmente pela destruição das matas ciliares, para serem ocupadas pelas atividades agrícolas e de pecuária (Silva et al. (2008).

As discussões relacionadas à análise ambiental, são em relação à temática dos recursos hídricos no Brasil. O sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), tem motivado a criação de ferramentas de gestão, com a finalidade de garantir o provimento desses recursos (SALIS et al., 2017). Deste modo, o desenvolvimento de dados e a elaboração de pesquisas que possam contribuir para a realização de planos de ações para prevenir conflitos necessários (LE MOS; MAGALHÃES, 2015; QUEIROZ; OLIVEIRA, 2013).

Nesse sentido, o uso das geotecnologias consegue ajudar na gestão do uso da terra e dos recursos hídricos, apresentam como vantagens o amplo acesso a dados de superfície em escala espaço temporal, baixos custos e o uso de softwares livres (BUYANTUYEV e WU, 2012). As geotecnologias podem oferecer uma perspectiva das características geomorfológicas, hidrológicas e dos usos da terra, sendo uma considerável ferramenta de gestão de bacias hidrográficas (MINAS GERAIS, 2020).

Deste modo, uma metodologia alternativa para contribuir na gestão dos recursos hídricos e dos usos da terra, dentro das geotecnologias, denominada Potencial de Uso Conservacionista (PUC). Na realização do PUC, são considerados diferentes variáveis físicas (solo, litologia e a declividade), que podem influenciar na possibilidade de uso das áreas, e devido a isso, tem a necessidade de conhecimento de variáveis importantes para o planejamento de uso e ocupação apropriadas dessas regiões. Utilizando o PUC, dispõe a possibilidade de realizar uma análise integrada do uso e ocupação do solo, a fim de determinar a abrangência do uso do solo em áreas de menor ou maior capacidade de recarga hídrica, atividades agropecuárias e resistência a erosão (COSTA ET AL., 2017a).

No método PUC, são utilizadas variáveis diferentes, sendo preciso fazer uma análise para indicar a influência das variáveis no estudo que será realizado. Assim, se tem a possibilidade de

adotar métodos multicritérios, para ajudar na tomada de decisões, em relação às dificuldades de organização do objetivo e da avaliação da importância de cada uma das variáveis (GIMENES; AUGUSTO, 2013). A metodologia PUC surgiu como uma alternativa para a etapa “Definição de Unidades de Paisagem” do Zoneamento Ambiental Produtivo (ZAP), um método de zoneamento ambiental e produto oficial do Estado de Minas gerais, para avaliar sub bacias hidrográficas (COSTA ET AL., 2017b).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar o Potencial de Uso Conservacionista (PUC) na Bacia Hidrográfica, Córrego Águas Limpas, no Município de Rio Verde.

### **2.2 Específicos**

- Avaliar o uso e ocupação da terra nas bacias hidrográficas de estudo;
- Relacionar o Potencial de Uso Conservacionista com os atuais uso e ocupação da terra nas bacias hidrográficas de estudo;
- Identificar as principais áreas sujeitas a usos conservacionistas.

## **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1 Os Recursos Hídricos**

Rebouças (2002), “água” um elemento natural dissociado de algum aproveitamento sendo um “recurso hídrico” a parte da água que pode ser utilizada, e que possui um valor econômico. Aproximadamente, dois terços da superfície terrestre são cobertos por água, mais de 98% da água disponível é salgada, e os restantes 2% de água, sendo mais de 68,9% estão dispostos em geleiras, 29,9% em reservatórios subterrâneos, 1,2% disponível em lagos e rios (SENRA, 2001, p.133). Uma pequena porcentagem da água disponível para o uso humano, que estão presentes em rios, lagos e em reservatórios subterrâneos, algumas regiões no país enfrentam problemas com a disponibilidade de água.

Assim, a água é um recurso natural com disponibilidade restrita, sendo essencial à vida, ao desenvolvimento e ao bem-estar. Por isso, tem a necessidade de observação de aspectos qualitativos e quantitativos das bacias hidrográficas, incluindo a sustentabilidade do

desenvolvimento regional. Um modelo a ser seguido seria o equilíbrio entre ações que são voltadas para promover o crescimento econômico e a conservação do meio ambiente (CARVALHO, 2005).

No Brasil a quantidade hídrica superficial produzida no território brasileiro é 168.790 m<sup>3</sup>, podendo chegar a 257.790 m<sup>3</sup>, quando somado com a vazão da bacia amazônica, que nasce naturalmente de área estrangeira (NOVAES, 2000, p.59). No entanto, tem desigualdades na produção hídrica e na distribuição da população nessas regiões. A bacia amazônica, tem concentração demográfica de 2 a 5 habitantes por km<sup>2</sup>, e corresponde por 78% da produção hídrica do Brasil; na região da bacia do rio São Francisco, são 5 a 25 habitantes por km<sup>2</sup>, e responde por 1,7% da produção hídrica total, e na bacia do rio Paraná a concentração demográfica de 25 a mais de 100 habitantes por km<sup>2</sup>, representa 6% da produção hídrica nacional (REBOUÇAS, 1999, p.201).

Os dados apresentados mostram que a maior parte da produção hídrica são de origens de áreas que possuem menores densidades demográficas, onde a área que tem menor produção nacional abastece regiões com maiores números de habitantes por km<sup>2</sup>. Deste modo, mesmo que o Brasil tenha uma das maiores reservas de água doce do mundo, há regiões com valores de produção hídrica mínimos, devido às quantidades que são produzidas e as quantidades de habitantes presentes nessas regiões. Assim, como regiões que enfrentam restrições na disponibilidade desses recursos, é necessário a realização de uma gestão desses recursos hídricos.

Os recursos hídricos são recursos naturais essenciais para a manutenção da vida e vêm sendo degradados em várias regiões do Brasil. Ultimamente, devido a deterioração das características quantitativas e qualitativas dos recursos hídricos, intensificou a preocupação da sociedade e de agências governamentais. Devido ao aumento do crescimento da população, das indústrias, expansão da produção agrícola, do setor de energia elétrica e questões referentes a modificações climáticas, houve um aumento na demanda de recursos hídricos (FUNG; LOPES; NEW, 2011; GUANDIQUE; MORAIS, 2015).

Nesse sentido, em Goiás nas últimas décadas, houve uma grande expansão das fronteiras agropecuárias. O estado foi desmatado com uma taxa média de 1,14% ao ano, com uma intensiva expansão das suas fronteiras agropecuárias (ANTUNES, 2004). Dessa forma, as formações florestais nativas foram reduzidas a 11.590.000 hectares, ou cerca de 34% do Estado, sendo concentrados especialmente no Nordeste goiano (SANO et al., 2006). Essas modificações das terras, refletem nos recursos hídricos e ambientais.

Nesse enfoque, a paisagem das microbacias vem sendo transformada ao longo dos anos em razão da falta de planejamento conservacionista, caracterizados pela ocupação dos solos e mau uso, e pela inserção de uma volumosa variedade e quantidade de poluentes (TORRES & FABIAN, 2006). Assim sendo, possibilitam desequilíbrio no ecossistema aquático e, por conseguinte, danos das fontes de água. Os conflitos e a diminuição da sua disponibilidade são algumas das consequências dessas transformações.

As regiões urbanas com elevada densidade populacional ou uso agrícola e industrial, que são áreas com demanda hídrica crescentes, o que tem provocado alterações na quantidade e qualidade, ocasionando diminuição em sua disponibilidade (FUNG; LOPES; NEW, 2011). Em algumas regiões, o lançamento de esgotos em recursos hídricos, passam o limite natural de autodepuração, consequente dos processos biológicos para assimilar os poluentes recebidos (NOVAIS et al., 2019), impossibilitando serviços ecossistêmicos e as necessidades ecológicas.

De acordo com Girão & Corrêa (2015) e Carvalho, Girão & Cabral (2017), os impactos relacionados às ações antrópicas devido a urbanização, provocam mudanças na capacidade do canal e em processos fluviais, reflexionando em processos de erosão, que desencadeiam um aumento do assoreamento, e pela adição de resíduos urbanos, que contribuem na ocorrência de enchentes.

Especialmente na agricultura irrigada, a utilização da água aumenta constantemente em todo mundo (UICN, PNUMA e WWF, 1991, p.148), e a cultura do desperdício foi reforçada com conceito de abundância no Brasil (REBOUÇAS, 1999, p.201). O modo em que os recursos hídricos são usados atualmente e a degradação, vem provocando conflitos de enormes proporções, principalmente, nos grandes centros urbanos de muitos países.

Nos modelos de desenvolvimento econômico existentes, uma enorme parte da água até agora é usada de maneira irracional e não sustentável. Consequentemente, acaba ocorrendo uma distribuição desses recursos hídricos de forma heterogênea, onde a água não é encontrada com a disposição e qualidade para atender todas as necessidades humanas (BERNARDI et al., 2013). Com a utilização de pesquisas, planejamento e políticas, que envolvem o uso e a disponibilidade dos recursos hídricos, sendo um molde para promover a gestão das águas de rios e lagos (BRAGA et al., 2005).

As relações entre o uso do solo e as águas vêm sendo demonstradas, onde a transformação de áreas de florestas, especialmente para utilização agrícola ou urbana, está relacionada a perda da

sua qualidade (FREITAS, 2000; TUCCI, 2000; OMETO et al., 2000; GERGEL et al., 2002; SANTOS, 2004; SNYDER et al., 2005). Nas grandes partes do território, o uso do conhecimento de parâmetros que comparem as condições da cobertura vegetal com a qualidade necessária das águas, de acordo com seu uso principal, pode basear os instrumentos para planejamento e padrões para uso do solo (RIPA et al., 2006).

### **3.2 A gestão dos Recursos Hídricos**

Na gestão dos recursos hídricos e em projetos de obras hidráulicas, são indispensáveis a realização de estudos ambientais, sendo necessário o entendimento relacionado aos processos hidrológicos (ZANETTI et al., 2009). Deste modo, a bacia hidrográfica vem sendo revelada como relevante unidade espacial para ser usada para o gerenciamento de atividades de uso e conservação do solo e dos recursos naturais, onde atualmente há situações de grande pressão em relação ao meio ambiente, devido ao desenvolvimento e ao crescimento populacional (PISSARA et al., 2004).

Para o gerenciamento desses recursos hídricos, pode ser usado como base a gestão de bacias hidrográficas, que são áreas a serem observadas com facilidade, como a variação do volume hídrico e a intensidade das precipitações pluviais. Dessa forma, a hidrodinâmica pode ser bem administrada, conforme a escala de análise da bacia hidrográfica estudada (LIMA, 2010). A lei federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 estabelece a bacia hidrográfica como unidade territorial para a aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997), na qual podem ser encontradas transformações causadas naturalmente ou por ações humanas.

O uso da bacia hidrográfica como unidade de estudo e de gerenciamento, para a gestão das várias formas de ocupação, possui como objetivo, planejar, coordenar, executar e governar as melhores formas de ocupação e utilização dos recursos ambientais (BORDALO, 1995). Assim sendo, para o gerenciamento e o planejamento, de modo a conciliar os vários usos e interesses pela água, e garantir sua qualidade e quantidade, são feitos através da gestão das bacias hidrográficas, e permite avaliar e identificar mudanças inseridas pelo homem e os relativos reflexos na natureza (GUERRA e CUNHA, 1996).

A bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial na Geografia Física desde o fim dos anos 60 do século XX (BOTELHO; SILVA, 2004), apenas nessa última década essa unidade básica de análise passou a ser empregada na pesquisa e na gestão territorial. Na atualidade vários profissionais passaram a se interessar pelo mapeamento de bacias hidrográficas (NEWSON, 1992).

A bacia hidrográfica possibilita conhecer e avaliar seus diversos componentes, processos e interações ocorrendo nela (BOTELHO; SILVA, 2004).

A bacia hidrográfica é conceituada como um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. Nos pontos mais baixos das extensões dos terrenos, verifica o acúmulo de águas das chuvas, do lençol de escoamento superficial, formando um lençol concentrado, que forma os rios. Nas bacias hidrográficas precisa existir uma organização na rede, onde a água esco dos pontos mais altos para os mais baixos (GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J., 1997).

É destacado que a importância do uso da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, onde sua área de contribuição possui influência na quantidade de água que é produzida como escoamento, relevo e forma, atuando na taxa de produção de água e de sedimentação (Torres et al., 2008). Desse modo, suas particularidades gerenciam, em seu interior, totalmente o escoamento superficial da água, sendo capaz de acompanhar as modificações feitas pelo homem e referente às respostas da natureza (RABELO ET AL., 2009). É essencial no estudo da bacia hidrográfica levar em consideração que é uma unidade hidro geomorfológica, onde seus constituintes e processos são precisamente independentes, e alguma modificação natural ou antrópica que ocorra em algum ponto da bacia, origine mudanças no sistema de drenagem (BARBOSA & FURRIER, 2009).

Para implantar uma proposta de gestão integralizada de uma bacia hidrográfica, é feito a criação de um diagnóstico básico, na qual são levantados os problemas existentes na bacia para ser realizada a análise dos conflitos e sugestões de soluções em todos os pontos (Souza & Fernandes, 2000; Torres et al, 2010), As bacias hidrográficas vem sofrendo alterações na estrutura física de seus canais, no regime hidráulico, na contribuição de sedimentos e no fluxo de matéria e energia, em função das ações antrópicas. As alterações e o padrão de uso e cobertura do solo, desempenham efeitos consideráveis na produção e transporte de sedimentos (VANACKER ET AL., 2005).

Para a quantificação do processo hidrológico de uma bacia, são analisadas características dos ecossistemas como o clima, geomorfologia, solo, vegetação, escoamentos e evapotranspiração (Santos et al., 2007). Para a avaliação do comportamento hidrológico, as características físicas das bacias são elementos de grande importância, eles estabelecem relações e comparações entre eles e os dados hidrológicos conceituados, e indicar indiretamente valores hidrológicos em locais que estejam faltando dados (Teodoro et al, 2007). Os estudos de características relacionadas à drenagem, geologia e relevo, podem levar a explicação de diversas questões em relação ao ambiente de determinado local (ANTONELI & THOMAZ, 2007).

As discussões sobre os recursos hídricos, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), tem incentivado a formação de instrumentos de gestão, para garantir o provimento dos mesmos (SALIS *et al.*, 2017). Deste modo, a criação de dados e de estudos que podem contribuir com planos de ações para precaver ou minimizar possíveis conflitos, que foram necessários (LEMOS; MAGALHÃES, 2015; QUEIROZ; OLIVEIRA, 2013).

### **3.3 Potencial de Uso Conservacionista (PUC)**

Deste modo, desenvolver estudos do comportamento hidrológico de rios e das bacias hidrográficas, é essencial para o processo de tomada de decisões e para a elaboração de medidas de redução de possíveis impactos. Atualmente, são empregadas o uso de ferramentas de geoprocessamento e Sistemas de informação geográfica (SIG), para obter informações a partir do processamento de modo automático de dados de elevação do terreno (BURROUGH E MCDONNEL, 1998).

Assim, para que seja feito o planejamento da utilização dos recursos naturais, torna-se necessário o conhecimento das características qualitativas e quantitativas desses recursos de estudo. As geotecnologias possibilitam a determinação dos aspectos físicos de determinada região, sendo uma ferramenta disponível, para o emprego da gestão, o monitoramento das bacias hidrográficas e o melhor aproveitamento dos recursos naturais que são existentes nessas áreas (Guerra,1980). Deste modo, o emprego das geotecnologias proporciona a aquisição e manipulação de informações espaciais, que são ferramentas dessas tecnologias (MIRANDA, 2005).

Uma geotecnologia usada para caracterização ambiental e socioeconômica de bacias hidrográficas, o Zoneamento Ambiental Produtivo (ZAP), sendo a metodologia oficial do Estado de Minas Gerais, e efetua estudos de Diagnóstico de Disponibilidade Hídrica, Levantamento de Ocupação e Uso do Solo, e Definição de Unidades de Paisagem das Sub-bacias de interesse (SEMAD/SEAPA, 2016). Conforme a edição segunda da metodologia ZAP, na etapa sobre definição das Unidades de Paisagem, são delimitadas de forma manual, através da análise das curvas de nível colocadas sobre o terreno, tornando um método com entendimentos variáveis de cada analista, atribuindo pouca aplicação (FERNANDES ET AL. 2013).

Para resolver tais questões, sugeriram uma metodologia denominada Potencial de Uso Conservacionista (PUC), que utiliza critérios técnicos e objetivos, com a utilização de álgebra de mapas e ponderação, para realizar levantamentos das potencialidades e limites do meio físico para

estimular a organização territorial e ao gerenciamento do uso do solo em bacias hidrográficas (COSTA *et al.*, 2017b). Deste modo, independente da metodologia ZAP, essa análise pode ser aplicada para a caracterização de bacias hidrográficas (COSTA ET AL., 2019).

A metodologia de análise espacial PUC, segmenta e realiza a classificação das áreas de bacias hidrográficas, relacionados com os potenciais de recarga hídrica, para resistência a erosão e uso agropecuário (COSTA ET AL., 2017b). Para a realização da avaliação, são atribuídos valores às diferentes classes de declividade do solo e de litologias existentes nas bacias hidrográficas, atribuindo-se que os valores utilizados consigam indicar o potencial de uso de determinada área. No método PUC, são adotados métodos multicritérios para ajudar nas decisões, principalmente devido às dificuldades de obter estruturação objetiva e a avaliação de cada variável e sua importância (GIMENES; AUGUSTO, 2013).

Entre as metodologias relacionadas a multicritérios, podemos ressaltar a Analytic Hierarchy Process (Análise Hierárquica de Processos - AHP) (SAATY, 1997), uma modelação de informações analisadas para amenizar a subjetividade das pesquisas (SENA, 2008), a técnica é fundamentada na lógica da comparação das variáveis analisadas (SAATY, 1997). É apresentado que fatores distintos que intercedem nas decisões sejam comparados, de dois em dois, onde a comparação seja definida por uma escala determinada pelo próprio autor, com a definição dos critérios de importância para as variáveis que estão sendo analisadas (SAATY, 1997). Deste modo, a metodologia permite avaliar a consistência referente às comparações realizadas, e a importância entre as variáveis que interferem no estudo, por meio dos critérios matemáticos (SAATY, 1997).

#### **4 METODOLOGIA**

A área de estudo a bacia hidrográfica córrego Águas Limpas estão localizadas nos municípios de Rio Verde e Quirinópolis, em Goiás, ocupa uma área de aproximadamente 192, 36 Km<sup>2</sup>, entre as coordenadas planas: Leste 7965000, 8010000, e Norte 520000, 560000, DATUM SIRGAS 2000 e projeção UTM 22 sul. A região possui vegetação de cerrado e matas residuais, com solos do tipo latossolo vermelho escuro e texturas argilosa e areno- argilosa. O clima que predomina nessas regiões é o tropical semiúmido, sendo as estações de inverno seco podendo chegar a temperaturas de 15° C e no verão sendo muito quente e chuvoso, com temperaturas que podem chegar a 40° C (MAPA TOPODATA, 2023).

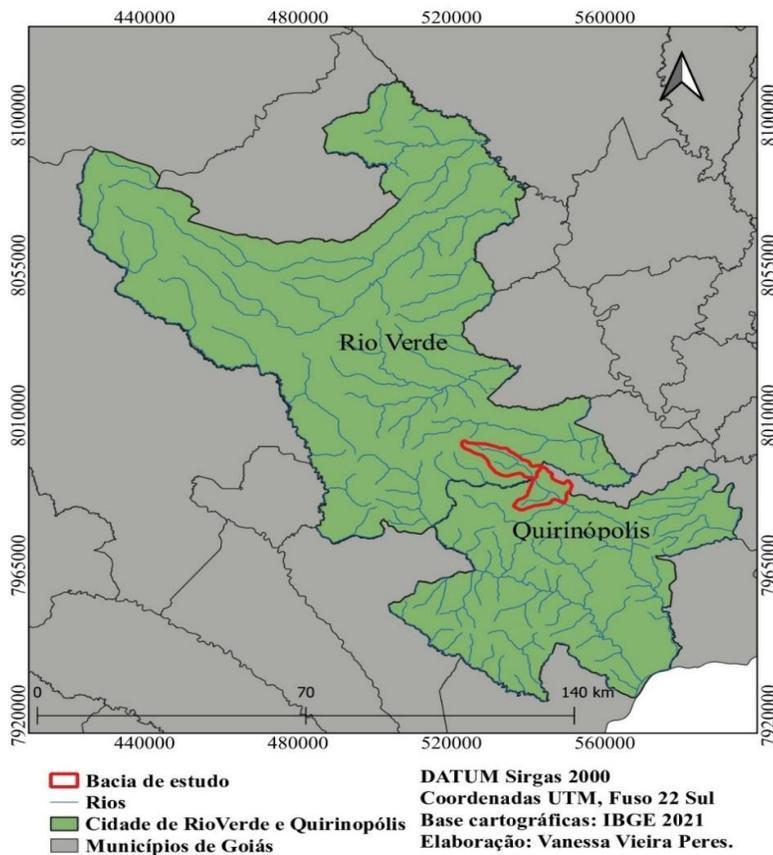


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica

A condução deste estudo segue a metodologia PUC, tal como apresentada por Costa et al. (2017b). Essa abordagem consiste em realizar uma análise minuciosa das características de solo, litologia e declividade da bacia hidrográfica. Ao empregar essa metodologia, torna-se possível a análise e a interligação das particularidades de várias bacias, visando a avaliação de seus potenciais conservacionistas.

A elaboração dos mapas é executada através do software QGIS. Os dados coletados, em conformidade com as características examinadas, são convertidos para o sistema de coordenadas planas, utilizando a projeção UHT, DATUM Sirgas 2000 e a zona 22 Sul. Em etapas subsequentes, procede-se aos recortes para delimitar a área da bacia, seguindo-se a transformação desses dados no formato de informações raster. A reclassificação é realizada, atribuindo pesos de acordo com cada variável discutida, conforme preconizado por Costa et al. (2017b).

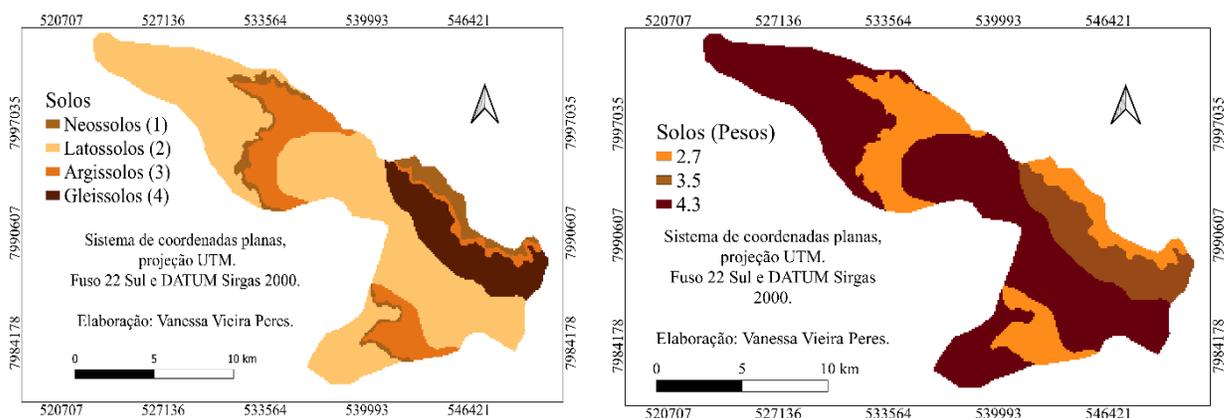


Figura 2. Mapa de Solos - Raster e com os pesos (reclassificado).

Solos	Pesos	Hectares	Porcentagem (%)
Argissolos / Neossolos	2.7	4655	24,22
Gleissolos	3.7	2472	12,86
Latossolos	4.3	12089	62,91
Total		19216	100

Tabela 1. Pesos atribuídos e área em hectares ocupada por cada classe de solos (Adaptado de Costa et al., 2017a).

Para ser avaliada a variável solos da bacia hidrográfica córrego águas limpas, foram atribuídos pesos nas classes de solos presentes na área de estudo como: 2,7 (Neossolos/Argissolos), 3,7 (Gleissolos) e 4,3 (Latossolos). Conforme a tabela (1) os solos que possui em maior porcentagem na área da bacia são os Latossolos ocupando aproximadamente 62,91% da área total, de acordo Costa et al. (2017a), esses solos possuem características positivas (profundidade, estrutura e drenagem), sendo solos bem estruturados que propiciam a percolação da água, e menos favoráveis a processos erosivos que vem a contribuir com o uso conservacionista. Os solos Argissolos / Neossolos cerca de 24,22%, os Argissolos são uma das classes com maior potencial para uso agrícola, conforme Ramalho e Beek (1994), já os Neossolos possuem um potencial baixo, assim como os solos Gleissolos, que foram observados cerca de 12,86% da área total (Costa et al. 2017<sup>a</sup>).

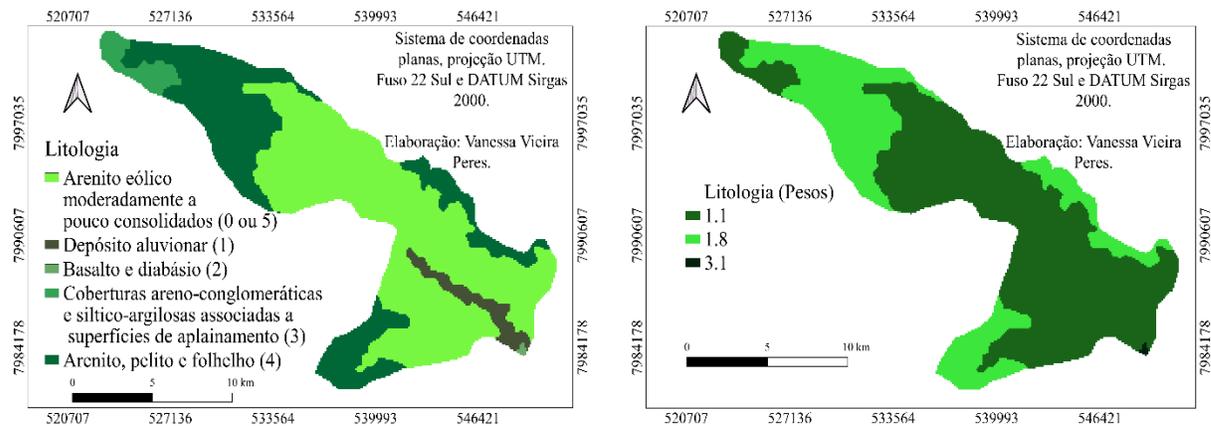


Figura 3. Mapa de Litologia - Raster e com os pesos (reclassificado).

Litologia	Pesos	Hectares	Porcentagem (%)
Depósito aluvionar,	1,1	12818,7	66,68
arenito eólico,			
Coberturas areno-conglomeráticas e siltico-argilosas			
Basalto e diabásio	3,1	6375,85	33,17
Arenito, pelito e folhelho	1,8	29,06	0,15
Total		19223,61	100

Tabela 2. Pesos atribuídos e área em hectares ocupada por cada classe litológica (Adaptado de Costa et., al., 2017a)

Na avaliação da variável litologia, foram atribuídos pesos que variaram de 1 a 3,1, de acordo com as classes litológicas presentes na área da bacia, tais como: Depósito aluvionar, arenito eólico, Coberturas Areno-Conglomeráticas e Siltico-argilosas (peso 1,1); Arenito, pelito e folhelho (peso 1,8); Basalto e diabásio (peso 3,1). Conforme podemos observar nos dados apresentados na Tabela 2, elaborados com base nos mapas de estudo, a maior porcentagem litológica corresponde a aproximadamente 66,68%, sendo constituída por depósito aluvionar, arenito eólico, Coberturas areno-conglomeráticas e siltico-argilosas.

Essas litologias apresentam um menor potencial conservacionista devido ao fornecimento limitado de nutrientes e baixa resistência à denudação, conforme apontado por Costa et al. (2017a). Em seguida, temos cerca de 33,17% de basalto e diabásio, que são classes de grande potencial conservacionista. Por fim, observa-se uma parcela de apenas 0,15% composta por arenito, pelito e folhelho.

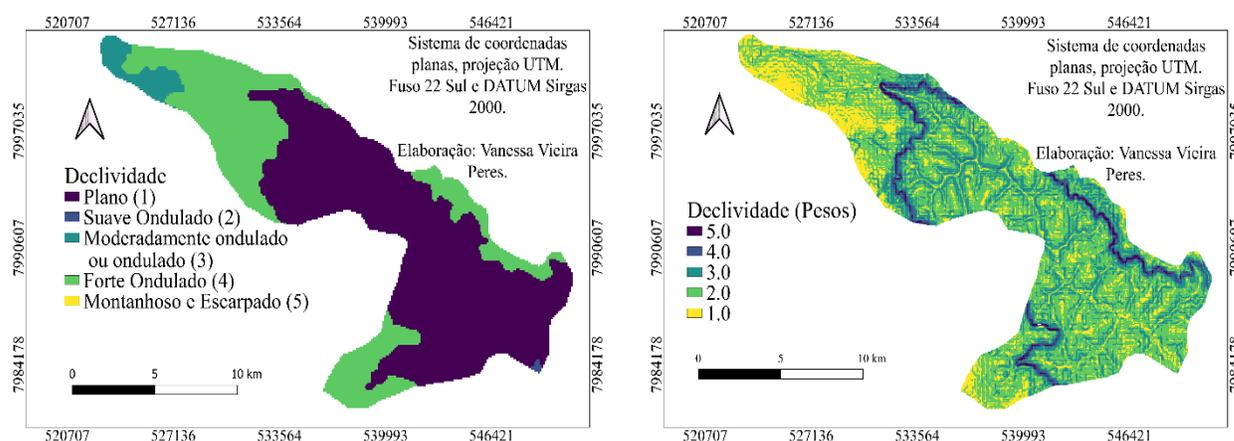


Figura 4. Mapa de Declividade - Raster e com os pesos (reclassificado).

<b>Declividade (%)</b>	<b>Pesos</b>	<b>Hectares</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Plano (0 a 3)	5	297,77	1,55
Suave ondulado (3 a 8)	4	893,15	4,64
Moderadamente ondulado ou ondulado (8 a 20)	3	4.662,82	24,24
Forte Ondulado (20 a 45)	2	10.003,99	52,01
Montanhoso e escarpado (>45)	1	3.375,70	17,55
<b>Total</b>		<b>19.233.43</b>	<b>100</b>

Tabela 3. Pesos atribuídos e área em hectares ocupada por cada classe de declividade (Adaptado de Costa et al., 2017a).

De acordo com a tabela (3) a maior porcentagem de declividade da bacia apresentado como Forte Ondulado representando cerca de 52,01%, o segundo de maior abrangência de 24,24% da classe Moderadamente ondulado ou ondulado, seguido por 17,55% do Montanhoso e escarpado, e do Suave ondulado (4,64%) e Plano (1,55%). As classes de declividade predominantes na área da

bacia córrego Águas Limpas são relevos que não favorecem as zonas de recarga hídrica, e nem ao uso agrícola, devido a maior dificuldade dos maquinários para transitar nessas áreas e menor resistência a processos erosivos.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSOES**

No mapeamento PUC, foram empregados valores para a ponderação das variáveis de solos, litologia e declividade, conforme proposto por Costa et al. (2017a), permitindo assim comparação e análise desses elementos. Ao ponderar os valores obtidos, foram atribuídos aproximadamente 0,11 à litologia, que abrange a geologia e a composição mineralógica das rochas. Para a variável solos, que engloba a fertilidade natural presente em cada classe de solo, a capacidade de retenção de água nos solos e a suscetibilidade à erosão, foi atribuído um peso de cerca de 0,39. Já para a declividade, que caracteriza as formas do terreno, estabelece o fluxo do escoamento superficial e determina as melhores abordagens de uso da paisagem e, quando necessário, correções, foi atribuído o valor de 0,5.

Esses pesos foram aplicados na equação 1 (PUC), conforme descrito na proposta de Costa et al. (2017), visando a integração das variáveis e a obtenção de uma avaliação abrangente.

$$\text{PUC: } \Sigma [(S_i \times P_s) + (L_i \times P_l) + (D_i \times P_d)] \quad (1)$$

A aplicação da equação é baseada nas seguintes definições:  $S_i$  representa os solos da classe,  $L_i$  representa a litologia da classe,  $D_i$  representa a declividade da classe,  $P_s$  é o peso relativo dos solos (0,39),  $P_l$  é o peso relativo da litologia (0,11),  $P_d$  é o peso relativo da declividade (0,5) e PUC é o Potencial de Uso Conservacionista.

Após a aplicação da equação, o intervalo de classes do PUC foi definido, variando de um valor mínimo de 1,12 até um valor máximo de 4,82. Esses valores foram então divididos em cinco classes, numeradas de 1 a 5, a fim de facilitar a análise do mapeamento. Essas classes foram categorizadas em cinco níveis: Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto. Dessa forma, o processo de avaliação do Potencial de Uso Conservacionista (PUC) é conduzido com base nas variáveis de solos, litologia e declividade, empregando pesos relativos específicos, resultando em valores que, por sua vez, são categorizados em classes para uma melhor compreensão e interpretação dos resultados.

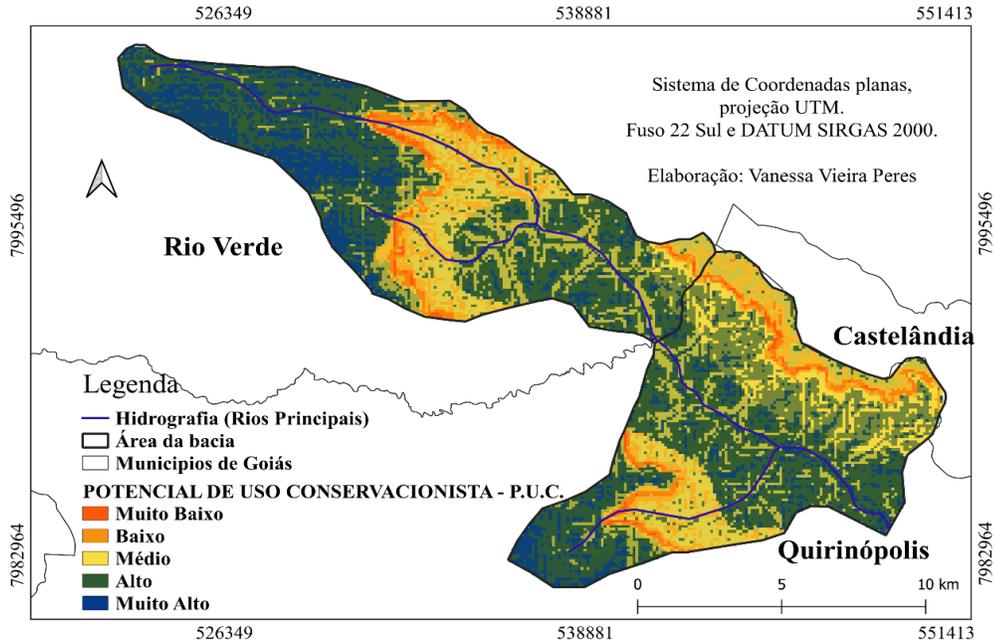


Figura 5. Mapa do Potencial de Uso Conservacionista da bacia córrego águas limpas.

Classes PUC	Intervalo	Área	
		Hectares	Porcentagem (%)
Muito Baixo	1,12 - 1,86	215,81	1,13
Baixo	1,87 - 2,60	799,38	4,17
Médio	2,61 - 3,34	6046	31,58
Alto	3,35 - 4,08	9294,68	48,54
Muito Alto	4,09 - 4,82	2791,52	14,58
Total		19147,4	100,00

Tabela 4. Classes PUC da bacia córrego águas limpas.

A última etapa do estudo consiste na elaboração do mapa de Uso e cobertura do solo da referida bacia hidrográfica para ser comparado em forma de matriz com o mapeamento PUC, para verificar o uso conservacionista dessas regiões. Assim, através das verificações de dados das áreas de estudos, podemos avaliar e comparar os resultados obtidos referentes a aplicação da metodologia PUC.

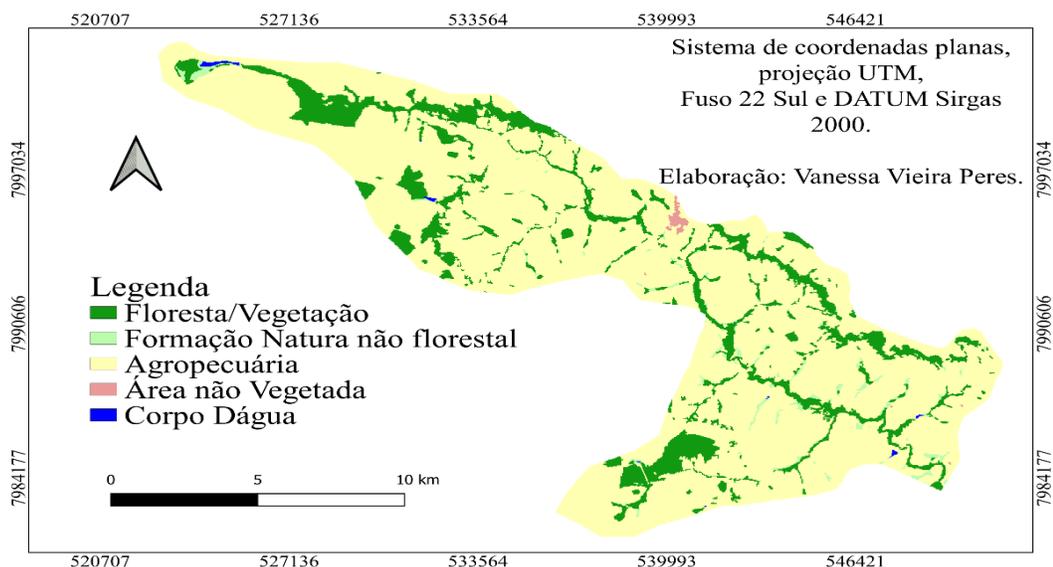


Figura 6. Mapa de uso de cobertura solo da bacia córrego águas limpas (Projeto MapBiomias, 2022).

<b>Classificações de usos de solos</b>	<b>Hectares</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Floresta /Vegetação (1)	2.898,28	15,08
Formação natural não Florestal (3)	282,73	1,47
Agropecuária (4)	15.965,93	83,07
Área não vegetada (5)	45,45	0,24
Corpo D'água (6)	28,35	0,15
<b>Total Geral</b>	<b>19.220,75</b>	<b>100</b>

Tabela 5. Área do mapa de uso e cobertura do solo da bacia córrego águas limpas.

Para o mapeamento do uso e cobertura do solo da bacia córrego águas limpas foi elaborado a partir de dados provenientes do download do Projeto MapBiomias (2022), a fim de verificar as classes de uso e cobertura dos solos existente na área da bacia. As classes de uso de solos foram recortadas e reclassificadas conforme a classificação de Códigos da legenda para os valores de pixel da Coleção 7 do MapBiomias. As classes mapeadas foram no total de cinco, sendo: Agropecuária (83,07%), Floresta /Vegetação (15,08%), Formação natural não Florestal (1,47%), Área não vegetada (0,24%) e Corpo D'água (0,15%).

Classes de uso e cobertura do Solo	Potencial de Uso Conservacionista (PUC) %					
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	Total
Agropecuária	0,00	2,77	35,52	61,68	0,03	100,00
Área não vegetada	0,00	0,00	9,41	90,59	0,00	100,00
Corpo d'água	0,00	0,00	6,53	93,47	0,00	100,00
Floresta/Vegetação	0,00	16,19	36,05	47,69	0,07	100,00
Formação Natural não Florestal	0,00	1,78	31,10	67,12	0,01	100,00

Tabela 6. Matriz PUC da bacia córrego águas limpas.

A matriz PUC se configura como uma representação dos resultados provenientes da comparação dos dados entre o Potencial de Uso Conservacionista (PUC) da área e as categorias de uso do solo. Os resultados, expressos em porcentagens, estão registrados na Tabela 6, apresentando o zoneamento PUC conforme as diversas classes de uso e cobertura do solo presentes na bacia.

Ao analisar a matriz PUC, é possível constatar que as regiões classificadas com PUC de nível Baixo e Médio correspondem principalmente às categorias de uso e cobertura do solo denominadas Floresta/ Vegetação. Em sequência, observa-se a presença de atividades agropecuárias e Formações naturais não florestais. Por outro lado, nas áreas identificadas com PUC alto, destacam-se as categorias Corpo d'água, Área não vegetada e atividades Agropecuárias, juntamente com Formação natural e Floresta/Vegetação.

Conforme aplicação do Potencial de Uso conservacionista, foi verificado que as classes de uso do solo que foram encontradas na bacia hidrográfica correção Águas Limpas, quando comparadas com as classes PUC estão em conformidades com os usos conservacionistas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos dados apresentados na matriz PUC revela que, de forma geral, a bacia do córrego Águas Limpas possui um potencial de uso conservacionista em nível médio. Nas áreas mapeadas com classificação de PUC Baixo a Médio, predominam as áreas de Floresta, seguidas por regiões dedicadas a atividades agropecuárias. Já nas áreas com PUC alto, verifica-se uma maior porcentagem de Corpo d'água, seguida por áreas não vegetadas.

Diante desse contexto, torna-se evidente a necessidade de conduzir estudos complementares, a fim de aprimorar ainda mais a preservação dos recursos naturais. Investir em

ferramentas que contribuam para essas melhorias se torna imperativo para assegurar o uso sustentável dessas áreas e promover um ambiente mais saudável para as atuais e futuras gerações.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura dos recursos hídricos: informe 2014. Brasília: ANA, p. 107, 2015.

ANA. Catálogo de metadados Ana. Acessado em 16 jul. 2023. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/home>

ANTONELI, V; THOMAZ, E.L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga-PR. Rev. Caminhos da Geografia, Uberlândia, v.8, n.21, p46-58, jun. 2007. (ANTUNES, 2004).

ANTUNES, E. C. Ativo e passivo ambiental em Goiás. In: I Workshop de Planejamento e Uso Sustentável dos Recursos Naturais do Estado de Goiás, 1., 2004, Goiânia. Anais... Goiânia: 2004. CD ROM.

BARBOSA, M. E. F.; FURRIER, M. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Guruji, litoral sul do estado da Paraíba. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 13, 2009, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 2009. CD-Rom

BORDALLO, C. L. A. A Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento dos Recursos Hídricos. Belém: NUMA/UFPA, 1995

BOTELHO, R. G. M. & SILVA, A.. (2004). Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: Reflexões sobre a Geografia Física Brasileira. Orgs.: A. C. Vitte e A. J. T. Guerra. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 153-192.

BRAGA, B. et al. Introdução à Engenharia Ambiental. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318p.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Imprensa Nacional, 1997a.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Topodata: banco de dados geomorfométricos do Brasil. Acessado em: 20 jun. 2022. Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>

BURROUGH, P. A. & MCDONNEL, R. 1998. Fuzzy sets and fuzzy geographical objects. Principles of geographical information systems, 265-333.

BUYANTUYEV, A., WU, J. Urbanization diversifies land surface phenology in arid environments: interactions among vegetation, climatic variation, and land use pattern in the Phoenix metropolitan region, USA. **Landscape and Urban Planning**, 105, 149–159, 2012.

CARVALHO, A. T. F.; GIRÃO, O. da S. & CABRAL, J. J. da S. P. Efeitos do revestimento de canal e impermeabilização do solo à dinâmica de inundação do Rio Arrombados – PE. *Revista Geociências*, v. 36, n. 1, 2017. p. 76-88.

CARVALHO, P. R. S. Expansão urbana na bacia do Ribeirão Mestre d'Armas (DF) e a qualidade da água. *Estudos Geográficos*, Rio Claro (SP), v. 3, n. 1, p. 71-91, 2005.

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.

Costa, A.M.; Viana, J.H.M; Evangelista, L.P.; Carvalho, D.C.; Pedras, K.C.; Horta, I.M.; Salis, H.H.C.; Rocha, M.P.P. & Sampaio, J.L.D. 2017a. Ponderação de variáveis ambientais para a determinação do Potencial de Uso Conservacionista para o estado de Minas Gerais. *Geografias*, 14 (1):118-134.

COSTA, D.D., KEMPKA, A.P., SKORONSKI, E., 2016. A contaminação de mananciais de abastecimento pelo nitrato: o panorama do problema no Brasil, suas consequências e as soluções potenciais. REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA [online] 10. Disponível:<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/338>. Acesso: 10 jun. 2022.

COSTA, J.A., et al., 2018. Eutrophication in aquatic ecosystems: a scientometric study. *Acta Limnologica Brasiliensia* [online] 30. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/alb/v30/2179-975X-alb-30-e2.pdf>. Acesso: 22 jun. 2022.

Ed. Revisada. Rio de Janeiro, Embrapa – CNPS. 1994. 65 p.

EMBRAPA. Solos Brasileiros. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-solos-brasileiros/solos-do-brasil>, Acesso em: 29 de jul. 2023.

FERNANDES, M. R. et al. Minas Gerais: caracterização de unidades de paisagem. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2013. 92 p.

FIGUEIREDO, J.A.S.; DRUMM, E.; RODRIGUES, M.A.S. & Spilki, F.R. 2010. The Rio dos Sinos watershed: an economic and social space and its interface with environmental Figueiredo, J.A.S.; Drumm, E.; Rodrigues, M.A.S. & Spilki, F.R. 2010. The Rio dos Sinos watershed: an economic and social space and its interface with environmental

FREITAS, A. J. Gestão de recursos hídricos. In: SILVA, D. D. & PRUSKI, F. F. (Eds.) *Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos, administrativos e legais*. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos; Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2000. 659p.

FUNG, F; LOPES, A.; NEW, M. Water availability in +2°C and +4°C worlds. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, v. 369, p.99-116, 2011.

GERGEL, S. E. et al. Landscape indicators of human impacts to riverine systems. *Aquatic Science*, v.64, p.118-128, 2002.

GIMENES, F. B. Q.; AUGUSTO FILHO, A. Mapas de fragilidade ambiental utilizando o processo de análise hierárquica (AHP) e sistema de informação geográfica (SIG). XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de

abril de 2013, INPE. Anais, Disponível em:<marTE2.sid.inpe.br/attachment.cgi/dpi.inpe.br/marte2/doc>. Acesso em: 05 jun.2022.

GIRÃO, O. da S. & CORRÊA, A. C. B. Progressos nos estudos de Geomorfologia fluvial urbana ao final do século XX. *Geo UERJ* n. 26, p. 245-269, 2015

GUANDIQUE, M. E. G.; MORAIS, L. C. Estudo de variáveis hidrológicas e de balanço hídrico em bacias hidrográficas. In: POMPÊO M.; MOSCHINI-CARLOS, V.; NISHIMURA, P. Y.; SILVA, S.C.; LÓPEZ-DOVAL, J. C (Org.). *Ecologia de reservatórios e interfaces*. São Paulo: Instituto de Biociências / Universidade de São Paulo, 2015. cap.4, p.434-447.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. *Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 648 p.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B. *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 337-339, 1996.

GUERRA, A. T. Recursos naturais do Brasil/ Antônio Teixeira Guerra. 3 ed. /Rio de Janeiro: IBGE, 1980. 220p

LEMONS, R. S.; MAGALHÃES Jr, A. P. Reflexões sobre os critérios de cálculo de vazões outorgáveis em áreas de conflito do estado de Minas Gerais: o caso da Bacia do Ribeirão Ribeiro Bonito. *Revista Espinhaço*, v. 4, p. 4-12, 2015.

LIMA, L. M. M.; Mapeamento da suscetibilidade à inundação na bacia hidrográfica do arroio do salso, Porto Alegre - Rs. Dissertação de Mestrado, Porto Alegre-Rs, 2010.

Mapa Topográfico. Mapa topográfico de Rio Verde – GO. Acesso em: 22 jul. 2023. Disponível em: <https://pt-br.topographic-map.com/map-dmff3/Rio-Verde/?center=-24.04646%2C-49.82849&zoom=8>

MINAS GERAIS - Metodologia do Zoneamento Ambiental Produtivo de Sub-Bacias Hidrográficas, 3ª Edição Feam/Seapa 2020. Disponível em <http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php/cidadao/zoneamento-ambiental-produtivo>

MIRANDA, J. I. Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas/ Miranda, José Iguelmar.– Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425p.

NASCIMENTO, D. T. F. Caracterização ambiental do Estado de Goiás e Distrito Federal como insumo à gestão dos recursos hídricos. Researchgate, 2018. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Diego-Tarley-Nascimento/publication/326957232\\_Caracterizacao\\_ambiental\\_do\\_Estado\\_de\\_Goias\\_e\\_Distrito\\_Federal\\_como\\_insumo\\_a\\_gestao\\_dos\\_recursos\\_hidricos/links/5b6d969845851546c9fa277c/Caracterizacao-ambiental-do-Estado-de-Goias-e-Distrito-Federal-como-insumo-a-gestao-dos-recursos-hidricos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Diego-Tarley-Nascimento/publication/326957232_Caracterizacao_ambiental_do_Estado_de_Goias_e_Distrito_Federal_como_insumo_a_gestao_dos_recursos_hidricos/links/5b6d969845851546c9fa277c/Caracterizacao-ambiental-do-Estado-de-Goias-e-Distrito-Federal-como-insumo-a-gestao-dos-recursos-hidricos.pdf)>. Acesso em: 22 de maio de 2022.

NEWSON, M. Land, Water, and Development: Sustainable Management of River Basin Systems. London: Routledge, 1992. 351p.

NOVAES, W. (Coord.). Agenda 21 brasileira - bases para discussão. Brasília: MMA/PNUD, 2000.

NOVAIS, F. F.; MARINHO, B. T. S.; SILVA, M. A. R.; OLIVEIRA, F. C.; VIANA, R. D. S. Pollution by organic matter and autodepuration of water courses: impacts of this study in the production sector. *Research, Society and Development*, v. 8, n. 5, e3585750, 2019.

OMETO, J. P. H. B. et al. Effects of land use on water chemistry and macroinvertebrates in two streams of the Piracicaba river basin, south-east Brazil. *Freshwater Biology*, v.44, NUMERO, p.327-337, 2000.

PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego rico, Jaboticabal (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.297-305, 2004.

Projeto MapBiomass. 2016 – Coleção 2 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Acessado em 26 out. 2022 através do link: <http://mapbiomas.org>

QUEIROZ, A. T. E OLIVEIRA, L. A. Relação entre produção e demanda hídrica na bacia do rio Uberabinha, estado de Minas Gerais, Brasil. *Revista Sociedade & Natureza*, v. 25, p. 191- 206, 2013.

QUEIROZ, A. T. E OLIVEIRA, L. A. Relação entre produção e demanda hídrica na bacia do rio Uberabinha, estado de Minas Gerais, Brasil. *Revista Sociedade & Natureza*, v. 25, p. 191- 206, 2013. SAATY. T. L. Toma de decisiones para lideres: el proceso analítico jerárquico latoma de decisiones en un complejo. RWS Publications, 1997.

RAMALHO FILHO, A. BEEK, K.J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola de terras. 3ª.

REBOUÇAS, A. C. Estratégias para se beber água limpa. In: *O município no século XXI: cenários e perspectivas*. São Paulo: FPFL/Cepam, 1999. p.199-215.

REBOUCAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. *Águas Subterrâneas*, São Paulo, p. 119-151, 2002.

RIPA, M. N. et al. Agricultural land use and best management practices to control nonpoint water pollution. *Environmental Management*, 2006. Published on-line: 15 June 2006.

SAATY. T. L. Toma de decisiones para lideres: el proceso analítico jerárquico latoma de decisiones en un complejo. RWS Publications, 1997.

SALIS, H. H. C.; EVANGELISTA, L. P.; COSTA, A. M.; HORTA, I. M. F. Diagnóstico da disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do Rio Manso – MG, *Caminhos de Geografia, Uberlândia* v. 18, n. 64, p. 91–102, 2017.

SANO, E. E. et al. Padrões de cobertura de solos do Estado de Goiás. In.: FERREIRA, L. G. (Org.) *Conservação da biodiversidade e sustentabilidade ambiental em Goiás: prioridades, estratégias e perspectivas*. Goiânia: SEMARH/AGMA/World Bank, 2006. p. 76-93.

SANTOS, G. V. S.; DIAS, H. C. T. D.; SILVA, A. S.; MACEDO, M. N. C.; Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrológica do córrego Romão dos reis, Viçosa-MG. *Revista Árvore*, v.31, n.5, Viçosa-MG 2007.

SANTOS, R. F. Planejamento ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184p.

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 20 de mai. 2022.

SENA, J. N. O Uso de Sistema de Informação Geográfica na Avaliação de Diferentes Alternativas de Geração de Cartas de Suscetibilidade à Erosão 2008. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira – São Paulo, 2008.

SENRA, João Bosco. Água, o desafio do terceiro milênio. In: VIANA, Gilney; SILVA, Marina; DINIZ, Nilo (Organizadores). O Desafio da Sustentabilidade - um debate socioambiental do Brasil. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2001. p.133-144

SIEG (Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás). Download de Arquivos SIG (Shapefile). Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/siegdownloads/>. Acesso em: 20 set. 2022.

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.

SNYDER, M. N.; GOETZ, S. J.; WRIGHT, R. K. Stream health rankings predicted by satellite derived land cover metrics: Impervious area, forest buffers and landscape configuration. Journal of the American Resources Association, v.41, n.3, p.659-677, 2005.

SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. Sub-bacias hidrográficas: Unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais. Informe Agropecuário, v.21, p.15-

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. Revista Uniara, v.20, p.137-157,2007.

TORRES, J. L. R.; FABIAN, A. J.; SILVA, A. L.; PESSOA, E. J.; SILVA, E. C.; RESENDE, E. F. Diagnostico ambiental e análise morfométrica da microbacia do córrego Lanhoso em Uberaba, MG. Revista Caminhos de Geografia, v.9, p.1-11, 2008.

TORRES, J. L. R.; GUIDOLINI, J. F.; SANTANA, M. G.; SANTOS, E. C.; LAUREANO, M. B. J. Avaliação das características morfológicas e hidrológicas da microbacia do córrego Buracão, afluente do Rio Uberaba. Revista Caminhos de Geografia, v.11, p.157-167, 2010.

TORRES, J.L.R.; FABIAN, A.J. Levantamento topográfico e caracterização da paisagem para planejamento conservacionista de uma microbacia hidrográfica de Uberaba. Revista Caminhos da Geografia, Uberlândia, v.6, n.19, p.150–159, out./2006.

TUCCI, C. E. M. Controle de enchentes. In. TUCCI, C. E. M. (Org.) Hidrologia: ciência e aplicação. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2000. p.651-658.

UNIÃO INTERNACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA (UICN); Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA; Fundo Mundial para a Natureza - WWF.

Cuidando do planeta Terra - uma estratégia para o futuro da vida. São Paulo: UICN/Pnuma/WWF, 1991.

VANACKER, V.; MOLINA, A.; GOVERS, G.; POESEN, J.; DERCON, G.; DECKERS, S. River channel response to short-term human-induced change in landscape connectivity in Andean ecosystems. *Geomorphology*, v.72, p.340-353, 2005.

ZANETTI, S. S.; SILVA, J. M. A.; SOUSA, E. F.; OLIVEIRA, V. P. S.; ALMEIDA, F. T. Modelagem hidrológica em microbacia hidrográfica Parte I: Aprimoramento do modelo HidroBacia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.429-434, 2009.