

## O uso das geotecnologias na análise das áreas irrigadas na bacia hidrográfica do Córrego da Conserva em Vargem Grande do Sul, SP – Um enfoque agroecológico

The use of geotechnologies in the analysis of irrigated areas of Córrego da Conserva watershed in Vargem Grande do Sul, SP: An agroecological approach

El uso de las geotecnologías en el análisis de áreas irrigadas en la cuenca hidrográfica del “Córrego da Conserva” en Vargem Grande do Sul, SP – un enfoque agroecológico

Recebido: 16/04/2022 | Revisado: 23/04/2022 | Aceito: 06/05/2022 | Publicado: 10/05/2022

**Amanda Lombardo Fruehauf**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6077-4599>  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Brasil  
E-mail: [amandalombardo@usp.br](mailto:amandalombardo@usp.br)

**Adriana Cavalieri Sais**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5169-882X>  
Universidade Federal de São Carlos, Brasil  
E-mail: [acsais@ufscar.br](mailto:acsais@ufscar.br)

**Magda Adelaide Lombardo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4857-8915>  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Brasil  
E-mail: [magdalombardo@yahoo.com.br](mailto:magdalombardo@yahoo.com.br)

### Resumo

O trabalho visou à caracterização do uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica Córrego da Conserva em Vargem Grande do Sul – SP. O mapeamento foi realizado com o uso do *software* livre QGIS para estudo da área. As classes obtidas foram: nascente, corpos de água, cursos de água, pivô central, área construída, cana-de-açúcar, citros, pasto, vegetação nativa e as Áreas de Preservação Permanente (APP's) presentes na área. Os resultados obtidos ressaltam a pequena proporção de 4,18% de vegetação nativa presente na área de estudo. O território ocupado mostra um uso intensivo da água na irrigação da agricultura convencional, com a técnica de pivô central, evidenciando assim conflito no uso da água. Assim, torna-se necessário um planejamento do uso e ocupação da terra, na busca da sustentabilidade com enfoque agroecológico. Neste sentido, deve-se salientar a importância do manejo adequado da terra e da irrigação, a fim de colaborar para o planejamento da área e assim dar suporte às políticas públicas locais.

**Palavras-chave:** Bacia hidrográfica; Geotecnologia; Irrigação; Sustentabilidade.

### Abstract

The present study aims to characterize the land use and occupation of the Córrego da Conserva Basin in Vargem Grande do Sul - SP. The mapping was performed using the free software QGIS to study the area and it enabled the pursuit of sustainability. The classes obtained were: nascent, water bodies, water courses, central pivot, built area, sugarcane, citrus, pasture, native vegetation and the Permanent Preservation Areas (APPs). The results obtained highlight the small proportion of 4.18% of native vegetation present in the study area. The occupied territory shows an intensive use of water in the irrigation of conventional agriculture, with the technique of central pivot, thus evidencing conflict in water use. Thus, it is necessary to plan the use and occupation of the land, in the search for sustainability with an agroecological focus. In this sense, it should be emphasized the importance of adequate land management and irrigation, in order to collaborate for the planning of the area and thus support local public policies.

**Keywords:** Hydrographic basin; Geotechnology; Irrigation; Sustainability.

### Resumen

Este trabajo tiene como objetivo la caracterización del uso y ocupación de la tierra de la Cuenca Hidrográfica del “Córrego da Conserva” en la localidad de Vargem Grande do Sul – Estado de Sao Paulo. El mapeo fue realizado usando el software libre QGIS para el estudio del área y permitió la búsqueda de la sustentabilidad. Las clases obtenidas fueron: nacimiento, cuerpos de agua, cursos de agua, pivote central, área construida, caña de azúcar, citrinos, pasto, vegetación nativa y las Áreas de Preservación Permanente (APP's) presentes en el área. Los resultados obtenidos destacan la pequeña proporción del 4,18% de la vegetación autóctona presente en el área de estudio. El territorio ocupado muestra un uso intensivo del agua en el riego de la agricultura convencional, con la técnica de pivote central, por lo tanto, evidenciando el conflicto en el uso del agua. Por lo tanto, es necesario planificar el uso y la ocupación de la tierra, en la búsqueda de la sostenibilidad con un enfoque agroecológico. En este sentido, cabe

destacar la importancia de una gestión adecuada de la tierra y el riego, para colaborar en la planificación de la zona y apoyar así las políticas públicas locales.

**Palabras clave:** Cuenca hidrográfica; Geotecnología; Irrigación; Sustentabilidad.

## 1. Introdução

O planejamento do uso e ocupação da terra na área rural, é de suma importância para a sustentabilidade das atividades agrícolas com o uso racional e integração dos recursos naturais, incluindo o uso do solo e da água, considerando os limites de suas bacias hidrográficas.

No âmbito do uso da terra, verifica-se trabalhos que utilizam geotecnologias para delimitar as Áreas de Preservação Permanente (APP's) e possíveis conflitos de uso da terra, especialmente na produção de alimentos agrícolas. Destaca-se que as APP's contribuem para a manutenção das microbacias, sendo que colaboram para preservação do ecossistema e portando para a manutenção equilíbrio da dinâmica do meio ambiente e para sustentabilidade (Magalhães & Ferreira, 2000).

As matas ciliares são importantes, pois atuam como barreira física e, além disso, contribuem para a diminuição da erosão dos solos e mantêm a qualidade das águas em uma bacia hidrográfica.

A lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, “Lei de Proteção da Vegetação Nativa, define sobre a proteção da vegetação, APP's e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos (Brasil, 2012).”

A definição de bacia hidrográfica, segundo Tucci (1997), apresenta como um local onde a água proveniente da precipitação converge para o escoamento em um único ponto de saída, formando uma rede de drenagem.

O estudo de bacias hidrográficas, deve-se levar em conta a Política de Nacional de Recursos Hídricos, a partir da promulgação da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, é importante para o planejamento territorial que hajam ações de desenvolvimento sustentável que unem a gestão ambiental a gestão dos recursos hídricos (Carvalho, 2020).

Nas áreas agrícolas, a irrigação ocorre como complementação da precipitação e ainda mais quando esta não é o ideal para crescimento das culturas, faz-se necessário o uso da irrigação, proporcionando assim a máxima produção agrícola.

Existem diversos sistemas de irrigação, entre elas o pivô central. Os sistemas autopropelido, pivô central e linear se enquadram na irrigação por aspersão onde a água é aplicada ao solo sob a forma de chuva artificial. O pivô central apresenta o tipo de irrigação mais moderno que existe no mercado (Vilela, 2002).

A agricultura irrigada no Brasil representa apenas 18% da área cultivada, abrangendo aproximadamente 42% da produção total alimentar (Christofidis, 2005). Porém, mais da metade da água consumida no país é utilizada na agricultura irrigada (Mantovani et al., 2007).

Segundo Altieri (2012), na área agrícola deve-se ter um planejamento, incluindo a busca por um sistema sustentável de irrigação e capacitação da água pela bacia hidrográfica. Assim, destaca-se a ciência da Agroecologia, na busca do desenvolvimento sustentável, que visa a aplicação dos princípios ecológicos e manejo de forma a valorizar a complexidades dos agroecossistemas, combatendo os riscos ambientais antrópicos nos biomas.

No oposto em uma agricultura intensa, há uma compactação intensa do solo, o que gera perdas na cadeia produtiva, pois o desenvolvimento radicular da planta é prejudicado quanto esta tem o contato direto com o solo, prejudicando assim seu desenvolvimento radicular, que afeta o crescimento da sua parte aérea e inibe a sua produção (Gonçalves, 2019).

Além de que existem diferentes graus de compactação, variando no tipo de solo, sendo que a alta densidade afeta negativamente os atributos das camadas e horizontes, diminuindo a macroporosidade e aumentando a microporosidade (Reis et al., 2022).

Juntamente com a compactação do solo, há o uso dos agrotóxicos que surgem como impacto socioambiental, englobando o risco a saúde dos trabalhadores, onde eles estão expostos a muitas horas de trabalho, criando danos à saúde física e mental (Mattia & Ródio, 2022). Na ótica ambiental, sabe-se que a utilização de defensivos químicos na agricultura deve ser bem utilizados, para não lesionarem o meio ambiente, especialmente nas Bacias Hidrográficas, onde prejudicam a qualidade da água (Da Cunha et al., 2021).

As geotecnologias, abrangem o levantamento de dados espaciais, não espaciais, modelos, análises e tratamento de dados. Como modelo desta tecnologia, se destaca o Sistema de Informação Geográfica (SIG) como incorporação de várias tecnologias em um todo, com potencial de facilitar a produção de novas informações a partir de bancos de dados geográficos (Ferreira, 2019).

O programa QGIS foi utilizado para o mapeamento da Bacia Hidrográfica do Córrego da Conserva, a fim de quantificar o uso e ocupação da terra e uso de pivôs centrais da região de Vargem Grande do Sul.

O QGIS se destaca por ser um software livre e aberto muito utilizado, que se enquadra no SIG e aceita inúmeros formatos de dados vetoriais, matriciais e banco de dados. De forma que permite gerar, visualizar, gerenciar, editar e analisar dados, além de compor mapas em vários formatos e assim, contribuir para o planejamento da paisagem (Pereira et al., 2018).

O software QGIS, que é um sistema de informação geográfica de domínio público, o que possibilita a utilização deste recurso para o planejamento da paisagem. Desta maneira, o mapeamento auxilia na tomada de decisão e gestão de Bacia Hidrográfica.

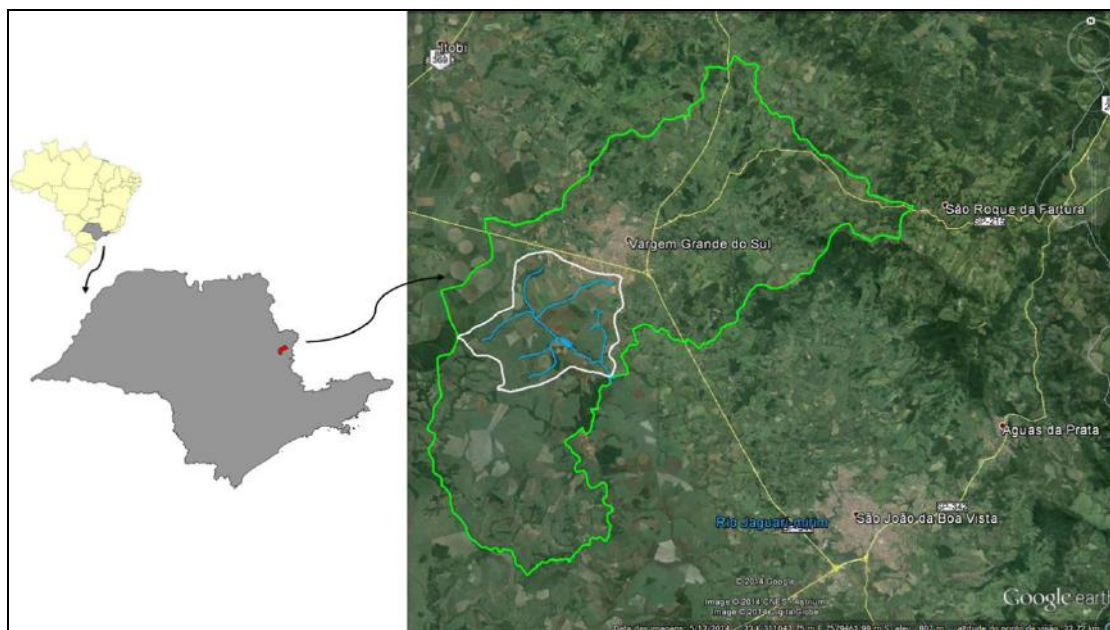
A pesquisa teve como objetivo avaliar a importância do uso do geoprocessamento na dinâmica do uso e ocupação da terra, com a gestão adequada dos recursos hídricos visando um planejamento regional que incorpore as práticas agroecológicas.

## 2. Metodologia

A área de pesquisa do trabalho foi no município de Vargem Grande do Sul no estado de São Paulo tem uma densidade demográfica de 146,94 hab/km<sup>2</sup> e área territorial de 267,231 km<sup>2</sup>. (IBGE, 2014), Figura 1.

O clima do município na classificação climática de Köppen é corresponde a tropical de altitude (Cwa), a precipitação total anual atinge um valor médio de 1.451,2 mm, sendo o mês de janeiro o mais chuvoso, alcançando uma precipitação média de 260,5 mm, enquanto o mês mais seco corresponde a agosto, quando a média atinge 21,5 mm. A média anual da temperatura mínima e máxima alcançam 14,8 e 27,7°C respectivamente, enquanto a temperatura média anual é de 21,2°C, sendo o mês mais frio o de julho e o mais quente o de fevereiro, com uma média de 10,4°C e 29,2°C respectivamente (Cepagri, 2016).

**Figura 1.** Localização do município de Vargem Grande do Sul, SP e da bacia hidrográfica do Córrego da Conserva com imagem do Google Earth utilizada ao fundo.



Fonte: Autores (2020).

Como esta pesquisa visa o estudo do mapeamento do uso e ocupação da terra, da bacia hidrográfica, localizada em Vargem Grande do Sul, SP, levando em consideração as informações de relevo (curvas de nível) e hidrografia da Carta Topográfica do IBGE de São João da Boa Vista (SF-23-V-C-VI-3) publicada em 1972.

Foi utilizado o programa QGIS, *software livre*, para elaboração e manipulação dos dados. Este *software* é considerado uma alternativa economicamente viável, tecnologicamente inovadora e estável, que suporta formatos vetoriais, como pontos, linhas e polígonos; dados "raster"; e de bases de dados (Silveira, 2003).

Nos planos de informação gerados no QGIS foi utilizado o sistema de coordenadas UTM com Datum WGS84 Fuso 23S que apresentam valores em metros e possibilitaram o cálculo das áreas de interesse.

Com a utilização de imagens do Google Earth e da hidrografia já existente da carta do IBGE, os cursos d'água foram digitalizados em camada *shapefile* tipo linha; as nascentes foram marcadas em *shapefile* de tipo ponto; e os barramentos em camada *shapefile* tipo polígono por meio de digitação das áreas com formato característico. Procurou-se assim corrigir as distorções em função da escala e a atualização dos barramentos existentes. Utilizou-se nessa etapa as ferramentas de edição do QGIS e o complemento "Open Layers plugin" para a visualização das imagens digitalizadas.

O volume de água para cada pivô central foi calculado, de modo a estimar o consumo anual de água da região. Foi considerado o valor médio de demanda de água para a irrigação por pivô-central de 500 mm por safra na estação seca, o mesmo considerado nos valores por Sano et al. (2005).

A Lei Florestal, 12.651 de 25 de maio de 2012, foi utilizada como base para delimitação das Áreas de Preservação Permanentes (APP) que serão mapeadas a fim de verificar se a área de estudo está de acordo com a adequação ambiental. "A largura mínima da APP de acordo com a extensão do curso d'água natural não considerou o uso consolidado, utilizando-se para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura a faixa de 30 (trinta) metros de APP. Também foi considerado 50 metros para as nascentes (Brasil, 2012).".

A partir dos mapas gerados foram realizadas propostas para a área de estudo visando à transição da agricultura convencional para a agricultura agroecológica, buscando a sustentabilidade da área e otimização dos recursos hídricos.



## 2. Resultados e Discussão

O curso d'água principal tem sua nascente na parte centro norte da bacia hidrográfica e tem 8,8 Km de extensão. São em número de cinco os afluentes principais que somados com o Córrego da Conserva totalizam 26,9 Km de comprimento.

Em várias extensões dos cursos d'água foram construídos barramentos que na carta original do IBGE de 1972 não existiam. Esses barramentos foram também digitalizados e são utilizados como reserva de água para a irrigação no período de seca. Neste trabalho foram mapeados 19 barramentos que variam de 33,04 ha a 0,07 ha e que somados equivalem a um total de 133,45 ha ou 3,59% da área total da bacia hidrográfica.

Os principais usos da terra, representado pela Figura 2, são, além das áreas ocupadas com pivô central, cana de açúcar, citros e algumas áreas de pastagem. Na porção norte e nordeste observa-se também a área urbana.

**Figura 2:** Representação do uso do solo da bacia hidrográfica do Córrego da Conserva, localizada em Vargem Grande do Sul, SP. Mais corpo de água.



Fonte: Autores (2020).

Foram identificadas e mapeadas 37 áreas com equipamento de irrigação tipo pivô central que somadas equivalem a 1476,76 ha, ou seja, 37,02 % da área.

Considerando o consumo por safra de 500 mm, os cálculos indicam que o volume total de água gasto com irrigação por pivô central foi 13,1 milhões de m<sup>3</sup>/ano que equivale a 13100.00 milhões de litros, quantia que se destaca pelo uso intensivo da água do município Vargem Grande do Sul, SP, considerando-se como área dos 37 pivôs de 1476,76 ha e com média duas safras por ano.

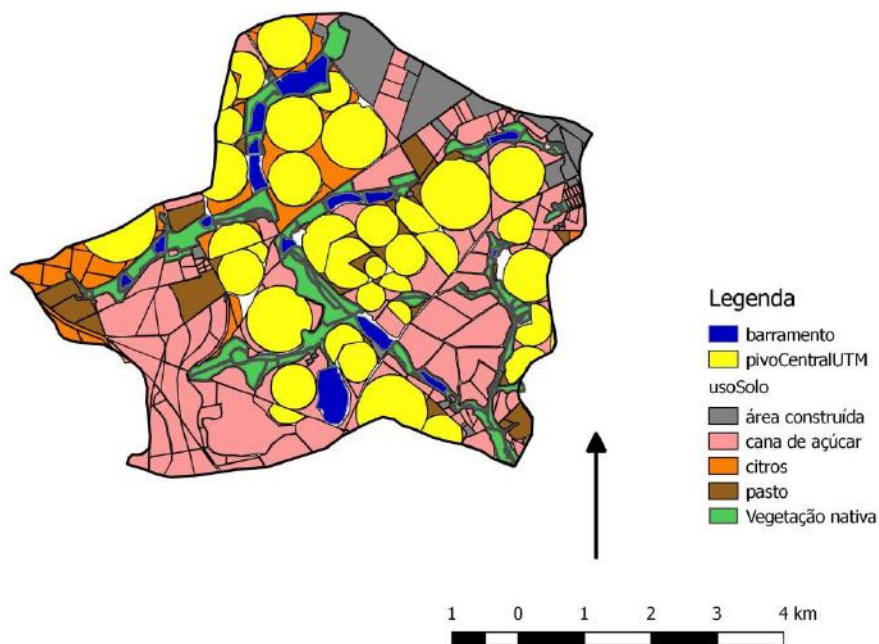
O cálculo da APP, também foi feito com o sistema de coordenada UTM com Datum WGS84 Fuso 23S obtendo a área da APP final de 156, 34 ha em uma área total da Bacia Hidrográfica do Córrego da Conserva de 3743,10 ha. Posteriormente calculou-se a porcentagem de área da APP em proporção a área da Bacia Hidrográfica que resultou em 4,18%, bem abaixo dos 20% de reserva legal que preconiza a lei florestal.

O mapa com as APP's evidencia as áreas preservadas bem como aquelas que devem ser restauradas (figura 3). Há trechos onde as margens dos rios apresentam degradação da paisagem e inconformidade com a lei ambiental.

Segundo Brunckhorst e Bias (2014), a disponibilidade de recursos hídricos é essencial e primordial para a agricultura irrigada que tem o conflito do uso da água com o abastecimento humano e geração de energia elétrica.

Assim, deve-se atentar para ações de melhoria da qualidade de água, conservação de nascentes e APPs que contribuem para a quantidade e qualidade de água, podendo fornecer expansão da área irrigada do país, definindo as políticas públicas com planejamento e gestão dos recursos hídricos (Landau; Guimarães & Reis, 2013).

**Figura 3:** Representação das APP's existentes e a restaurar do Córrego da Conserva, localizada em Vargem Grande do Sul, SP.



Fonte: Autores (2020).

Assim como Garcia (2014), verificou-se que o SIG é essencial e eficiente para elaboração de mapa de ocupação do solo; e de mapa de APP e de seus conflitos de usos. E servem de base para futuros planejamentos da região.

A autora Lombardo (1995), também destaca que os produtos de sensoriamento remoto, tanto fotográficos aéreos como imagens orbitais, auxiliam no processo de planejamento, permitindo identificar as características e as origens dos agentes modificadores do espaço, além de permitir monitorar a intensidade e extensão das alterações provocadas pela ocupação da terra.

Por meio do SIG as informações podem ser armazenadas, manipuladas, transformadas e analisadas, obtendo-se novos mapas, a partir do cruzamento de um grande número de informações, com rapidez e precisão. Essas características tornam o SIG uma ferramenta importante por facilitar a atualização das informações e o diagnóstico do meio ambiente (Cavalieri et al. 1996).

Pode-se observar que as áreas característica do equipamento de irrigação tipo pivô central acompanham as curvas de nível e o formato é fraccionado de acordo com a topografia.

Com o mapeamento do uso da terra, das APP's e o uso intenso da irrigação, pode-se observar que ocorre uma dinâmica de uso que sugere repensar numa transição agroecológica da agricultura intensiva, visando um maior equilíbrio ambiental e um consumo da água mais eficiente.

Os dados das áreas, em ha, de uso e ocupação da terra foram obtidos a partir do programa QGIS através da calculadora de campo disponibilizada na tabela de atributos, posteriormente foi calculada a área total de cada uso da terra no programa Excel e também a porcentagem de cada uso e ocupação da terra presente em Vargem Grande do Sul (Quadro 1).

**Quadro 1:** Área em ha e porcentagem dos usos e ocupação da terra da bacia hidrográfica do Córrego da Conserva, SP.

Uso e ocupação da terra	Área (ha)	Porcentagem (%)
área contruída	108,66	2,72
citros	205,18	5,15
pasto	169,72	4,25
cana de açúcar	1603,31	40,19
cultura anual	1476,76	37,02
vegetação	425,38	10,66
total	3989,01	100

Fonte: Autores (2020).

Pode-se observar que predomina a agricultura intensiva de cana de açúcar (40,19%), em seguida destaca-se as culturas anuais irrigadas por pivô central com predomínio da cultura da batata (37,02%).

O equilíbrio ambiental e social pode ser atingido na área por meio da transição agroecológica. No âmbito ambiental, deve ser diminuído o uso de agroquímicos e inserida mais vegetação na área, criando um microclima favorável à fauna e flora e também auxiliando na fertilidade do solo.

Também é necessário que se faça o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e a adesão dos agricultores ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) visando à restauração das APP's e Reserva Legal.

No âmbito social, as atividades agrícolas realizadas na região devem ser integradas em cooperativas, facilitando o escoamento da produção destes alimentos atendendo a demanda da sociedade.

Destaca-se que a agroecologia, é uma ciência do ramo agrário que visa a produtividade de um paradigma ecológico com a sustentabilidade de forma inovadora, buscando técnicas ecológicas no campo (Leff, 2002).

Segundo o autor Jacobi et al. (2003), desenvolvimento sustentável representa a possibilidade de garantir mudanças sociopolíticas que não comprometam os sistemas ecológicos e sociais que sustentam as comunidades, destaca-se que o desenvolvimento sustentável não se refere especificamente à questão ecológica de um processo social, mas a uma estratégia ou um modelo múltiplo para a sociedade, que deve levar em conta tanto a viabilidade econômica como a ecológica.

Como a área é de agricultura intensiva onde se predominam a cultura da cana de açúcar, batata e citros, o ideal seria realizar uma plantação destas culturas que respeite as curvas de nível evitando erosões e adotar a rotação de culturas contribuindo para uma maior fertilidade do solo. Outra opção para uma agricultura sustentável é a implantação do plantio direto, onde se planta com a cobertura do solo, o que aumenta a umidade do solo e protege o solo de plantas invasoras.

Nas áreas ocupadas com pasto, outra atividade realizada na região, recomenda-se melhorar sua qualidade proporcionando melhor cobertura do solo. Também podem ser inseridas árvores no local de pastejo, assim como adotar práticas como o pastejo rotacionado.

#### 4. Considerações Finais

A geotecnologia utilizada permitiu o levantamento das informações referentes ao sistema de irrigação tipo pivô central na bacia hidrográfica do Córrego da Conserva.

O sistema de irrigação tipo pivô central é utilizado em grandes áreas de agricultura convencional tendo como base uma bacia hidrográfica em consonância com sua adequação à topografia. Entretanto, esse sistema de irrigação, demanda alto uso da água, causando impactos no meio ambiente, resultando em conflitos do uso de recursos hídricos.

A partir do mapeamento realizado, com a integração dos dados de irrigação e uso e ocupação do solo, identificaram-se diferentes processos em cultura de cana de açúcar, citros e pastagens, o que viabiliza um replanejamento da utilização dos recursos hídricos.

As APPs da área mapeadas e calculadas demonstraram sua importância na preservação das áreas verdes, assim como protegem o solo da erosão e asseguram que os cursos e corpos de água não se escassem.

As informações obtidas ao longo do trabalho contribuem aos gestores locais que juntamente com os agricultores podem quantificar a demanda hídrica da bacia para a prática de irrigação permitindo um manejo mais eficiente principalmente nos meses de estiagem.

O trabalho pretende contribuir para o planejamento regional com a análise integrada da paisagem. O mapeamento pode dar suporte às políticas públicas locais, visando o uso mais sustentável dos recursos hídricos e também do uso e ocupação da terra. Nesse sentido esta pesquisa poderá auxiliar trabalhos futuros que visam uma agricultura sustentável, com a otimização dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica.

## Agradecimentos

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## Referências

- Altieri, M. A. (2012). Agroecologia, agricultura camponesa e soberania alimentar. *Revista Nera*, (16), 22-32.
- Brasil. (2012). Lei nº 12.651, 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.
- Brunckhorst, A. & Bias, E. S. (2014). Aplicação de SIG na gestão de conflitos pelo uso da água na porção goiana da bacia hidrográfica do Rio São Marcos, município de cristalina-GO. *Geociências* (São Paulo), 33.2: 228-243. <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/7343>.
- Carvalho, A. T. F. (2020). Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. *Caderno Prudentino de Geografia*, 1(42), 140-161.
- Cavaliere, A., Hamada, E., Rocha, J.V. & Neto, F.L. (1996) *Aplicação de Sistema de Informações Geográficas em Estudos de Degradação do Solo*, Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Brasil, INPE, p. 91-92.
- Cepagri (2016) *Centro de Pesquisa Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura*. Clima dos municípios paulistas: Vargem Grande do Sul., São Paulo. Disponível em: [http://www.cpa.unicamp.br/outrasinformacoes/clima\\_muni\\_635.html](http://www.cpa.unicamp.br/outrasinformacoes/clima_muni_635.html).
- Christofidis, D. (2005) *Água na produção de alimentos: o papel da irrigação no alcance do desenvolvimento sustentável*. Brasília: Universidade de Brasília, 29 p.
- Da Cunha, A. V., Previero, C. A. & Oliveira, G. P. T. D. C. (2021) *Agrotóxicos e o Impacto Ambiental na Bacia Hidrográfica na APA de Lajeado-to*. XXI Jornada de Iniciação Científica. Centro Universitário Luterano de Palmas.
- Ferreira, A. S. (2019) *Uso de geoprocessamento e geotecnologias no mapeamento de áreas de vulnerabilidade à inundação no perímetro urbano do município de Humaitá, Sudoeste da Amazônia*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Humaitá, Amazonas.
- Garcia, Y.M. (2014) Conflitos de uso do solo em APPS na Bacia Hidrográfica do Córrego Barra Seca (pederneas/sp) em função da legislação ambiental. *Dissertação* (Mestrado em Agronomia), UNESP, Botucatu, 141 p.
- Gonçalves, G.S. (2019). *Mapeamento da compactação do solo em sistema de plantio direto na região da estrada de ferro*. P.29. Trabalho de conclusão de curso (TCC) - Curso de Agronomia, UniEVANGÉLICA, Centro Universitário de Anápolis.
- IBGE. Instituto Brasileiro de geografia e Estatística. (2014) *Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais*. <http://cidades.ibge.gov.br>.
- Jacobi, P. (2003). Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. *Cadernos de pesquisa*, (118), 189-206.



Landau, E. C., Guimarães, D. P., Dos Reis, R. J. (2013) Mapeamento das áreas irrigadas por pivôs centrais no Estado de Goiás-Brasil. In: *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 20., 2013, Bento Gonçalves, RS. Anais... Porto Alegre, RS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/973982/1/Mapeamentoareas.pdf>.

Leff, E. (2002) Agroecologia e saber ambiental. *Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável*, 3(1), 36-51.

Liu, T. & Yang, X. (2015). Monitoring land changes in an urban area using satellite imagery, GIS and landscape metrics. *Applied Geography*, 56, 42-54.

Lombardo, M.A. (1995) Qualidade Ambiental e planejamento urbano: considerações de método. *Tese (Livre – docência em Geografia)* – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

Magalhães, C. S. & Ferreira, R. M. A. (2000) Área de preservação permanente em uma microbacia. *Informe Agropecuário*, 2(207), 33-39.

Mattia, P. I. & Ródio, G. R. (2022). Variáveis associadas a intoxicação ocupacional por agrotóxicos agrícolas, na mesorregião oeste do Paraná, de 2010 a 2020. *Research, Society and Development*, 11(5), e33011528260-e33011528260.

Mantovani, E.R., Bernardo, S. & Palaretti, L.F. (2007) *Irrigação: princípios e métodos*. Viçosa: UFV, 358. 2007.

Pereira, L. F., Guimarães, R. M. F. & Oliveira, R. R. M. (2018). Integrando geotecnologias simples e gratuitas para avaliar usos/coberturas da terra: QGIS e Google Earth Pro. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, 3(3), 250–264. <https://doi.org/10.24221/jeap.3.3.2018.1839.250-264>

Reis, L. S., Silva, E. D. da., Barros, B. G. A., & Oliveira, F. J. V. de. (2022). Compactação do Solo: Uma visão Agronômica e Ambiental. *Research, Society and Development*, 11(5), e40011528487. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.28487>

Sano, E. E., Lima, J. E., Silva, E. M. & Oliveira, E. C. (2005) Estimativa da variação na demanda de água para irrigação por pivô-central no Distrito Federal entre 1992 e 2002, *Eng. Agríc. vol.25 no.2 Jaboticabal*.

Silveira, S.A. (2003) *Inclusão digital, softwares livre e globalização contra – hegemônica*, Seminários Temáticos para 3ª Conferência Nacional de C,T e I

Tucci, C. E. (1997) *Hidrologia: ciência e aplicação*. (2a ed.), ABRH/Editora da UFRGS. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4), 1997.

Vilela, L.A.A. (2002) *Metodologia para dimensionamento de um sistema de pulverização acoplável a pivô central*. 127 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.