



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**AGRICULTURA IRRIGADA NO DISTRITO FEDERAL: DEMANDA
HÍDRICA E A ROTA DA FRUTICULTURA**

Andrey Araujo Menezes da Silva

Orientadora: Prof.^a Marina Rolim Bilich Neumann

BRASÍLIA-DF
SETEMBRO/2022



ANDREY ARAUJO MENEZES DA SILVA

**AGRICULTURA IRRIGADA NO DISTRITO FEDERAL: DEMANDA
HÍDRICA E A ROTA DA FRUTICULTURA**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof.^a Marina Rolim Bilich Neumann

BRASÍLIA-DF
SETEMBRO/2022

Ficha Catalográfica

Aa	Araujo Menezes Da Silva, Andrey AGRICULTURA IRRIGADA NO DISTRITO FEDERAL: DEMANDA HÍDRICA E A ROTA DA FRUTICULTURA / Andrey Araujo Menezes Da Silva; orientador Marina Rolim Bilich Neumann. -- Brasília, 2022. 43 p.
	Monografia (Graduação - Agronomia) -- Universidade de Brasília, 2022.
	1. Gestão hídrica. 2. Sensoriamento remoto. 3. Uso e ocupação do solo. 4. Demanda hídrica . I. Rolim Bilich Neumann, Marina , orient. II. Título.

Cessão de direitos

Nome do Autor: Andrey Araujo Menezes da Silva

Título do Trabalho de Conclusão de Curso:

Ano: 2022

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome do autor:

Título:

Trabalho de conclusão do curso de graduação em Agronomia apresentado junto à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília

Aprovada em 30 de setembro de 2022.

Banca Examinadora

Profa. Marina Rolim Bilich Neumann

Instituição: Universidade de Brasília

Julgamento:

Assinatura: _____

André Luiz Farias de Souza

Instituição: SEMA-DF

Julgamento:

Assinatura: _____

Prof. Thales Meinel Schmiedt Sattolo

Instituição: Universidade de Brasília

Julgamento:

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por estar cumprindo suas promessas em minha vida, por ter me dado a oportunidade de ingressar na Universidade de Brasília, e sempre estar ao meu lado.

Quero agradecer aos meus pais, Denis Menezes e Andrea Menezes e honra-los por todo amor incondicional, esforço, cuidados, ensinamentos e por sempre acreditarem no meu potencial. Meu irmão Lineker por ser um exemplo de homem para mim e minha irmã Isabella pelo companheirismo e amor. Ao meu querido tio Davis Menezes por me apresentar o curso de Agronomia.

Agradeço também aos meus amigos que sempre estiveram do meu lado ao longo dessa jornada, em especial, André Ventura, Maria Williane, Joyce Sena, Eduardo Alejandro (Bolívia), Vitor Nesralla, Rebecca e Mariana.

Em especial a minha orientadora Marina Bilich que esteve comigo durante 4 anos e se tornou uma amiga, me dando todo suporte, acreditando no meu potencial, me motivando, inspirando e contribuindo para o meu crescimento profissional e pessoal. Sou muito grato por todos os projetos realizados na FAV e Instituto de Geociências.

Agradeço a Universidade de Brasília e a Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária pela oportunidade de realizar o curso de Agronomia.

“Sonhos não podem superar propósitos”
Autor desconhecido.

RESUMO

A prática de irrigação é fundamental para atividades agrícolas, principalmente em regiões de características físico-climáticas menos favoráveis, onde existem longos períodos de seca. O Distrito Federal, que está inserido no Bioma Cerrado, ao longo do tempo com o crescimento demográfico, vem também se ampliando a demanda por água para o consumo direto e para a produção de alimentos, bens e serviços. O presente trabalho teve como objetivo compreender o panorama da agricultura irrigada no Distrito Federal, estimando as áreas agrícolas irrigadas, a demanda hídrica das culturas e as alterações dessa demanda nas possíveis mudanças de cenário de uso das terras. Para estimar as áreas agrícolas irrigadas foi produzido um mapa de uso e ocupação obtido por meio de classificação visual com vetorização manual na escala de 1:3.000 utilizando o programa QGIS 3.8.2. Foram utilizadas ortofotos do ano de 2015 disponibilizadas pela Companhia de Planejamento do Distrito Federal (CODEPLAN) (<http://geoservico.homologacao.codeplan.df.gov.br/>) com alta resolução espacial. 5 classes de uso e cobertura foram definidas: culturas Anuais/olericultura, culturas perenes/fruticultura, pousio, estufas e pivôs. Para realizar a estimativa da demanda hídrica das culturas, foram levantadas na bibliografia e nos órgãos governamentais dados técnicos das principais culturas agrícolas relevantes no DF. A estimativa das áreas ocupadas com as culturas agrícolas foi obtida por meio do mapeamento uso e ocupação realizado, foram elaborados dois cenários, o 1º onde há a conversão de 100% das áreas de Pousio para Fruticultura e o 2º a conversão de 50% de áreas mapeadas como olericultura para fruticultura e esses cenários foram então especializados utilizando o software QGIS 3.8.2. O resultado obtido no mapeamento foi de 20.764,99 ha de áreas com agricultura irrigada, sendo 13.694 ha (66%) de pivôs centrais, 3.970,53 ha (19%) de olericultura, 1.982,33 ha (9,5%) de fruticultura, 1.014,45 ha (4,9%) de áreas de pousio e 102,88 ha (0,5%) de estufas. A demanda hídrica para o cenário atual foi estimada em 9.142.853.340,00 L/mês, a estimativa para o cenário 1 foi de 10.956.689.940 L/mês e para o cenário 2, 9.893.283.510,00 L/mês. O cenário 2 apresentou um melhor potencial para o desenvolvimento da fruticultura. Apesar das dificuldades para estimar a demanda hídrica das culturas em áreas irrigadas, a possibilidade simular diferentes cenários de mudança de uso da terra pode oferecer informações auxiliares aos gestores da área de recursos hídricos na tomada de decisões.

Palavras-chave: gestão hídrica, sensoriamento remoto, uso e ocupação do solo, demanda hídrica

ABSTRACT

The practice of irrigation is essential for agricultural activities, especially in regions with less favorable physical-climatic characteristics, where there are long periods of drought. The Federal District, which is part of the Cerrado Biome, over time with demographic growth, the demand for water for direct consumption and for the production of food, goods and services has also increased. The present work aimed to understand the panorama of irrigated agriculture in the Federal District, estimating the irrigated agricultural areas, the water demand of the cultures and the alterations of this demand in the possible changes of the land use scenario. To estimate the irrigated agricultural areas, a use and occupation map was produced, obtained through visual classification with manual vectorization at a scale of 1:3,000 using the QGIS 3.8.2 program. Orthophotos from the year 2015 made available by the Companhia de Planejamento do Distrito Federal (CODEPLAN) (<http://geoservico.homologacao.codeplan.df.gov.br/>) with high spatial resolution were used. 5 classes of use and cover were defined: Annual crops/olericulture, perennial crops/fruit, fallow, greenhouses and pivots. In order to estimate the water demand of the crops, technical data on the main relevant agricultural crops in the DF were surveyed in the bibliography and in government agencies. The estimation of the areas occupied by agricultural crops was obtained through the mapping of use and occupation carried out, two scenarios were elaborated, the 1st where there is the conversion of 100% of the fallow areas to Fruit Growing and the 2nd the conversion of 50% of areas mapped as horticulture to fruit growing and these scenarios were then specialized using QGIS 3.8.2 software. The result obtained in the mapping was 20,764.99 ha of areas with irrigated agriculture, with 13,694 ha (66%) of central pivots, 3,970.53 ha (19%) of horticulture, 1,982.33 ha (9.5%) of fruit growing, 1,014.45 ha (4.9%) of fallow areas and 102.88 ha (0.5%) of greenhouses. The water demand for the current scenario was estimated at 9,142,853,340.00 L/month, the estimate for scenario 1 was 10,956,689,940 L/month and for scenario 2, 9,893,283,510.00 L/month. Scenario 2 presented a better potential for the development of fruit growing. Despite the difficulties in estimating the water demand of crops in irrigated areas, the possibility of simulating different scenarios of land use change can provide auxiliary information to managers in the water resources area in decision making.

Keywords: Water management, Remote sensing, land use and occupation, Water demand

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVO	7
3. REVISÃO TEÓRICA	8
3.1 Agricultura irrigada	8
3.2 Geoprocessamento e SIGs.....	9
3.3 Histórico de ocupação de áreas pela agricultura irrigada no Distrito Federal	10
3.4 Bacias hidrográficas do Distrito Federal.....	12
3.5 TEMAC – Teoria do enfoque meta-Analítico.....	13
3.6 Produção agrícola do Distrito Federal.....	16
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
4.1 Caracterização da área de estudo	17
4.2 Mapeamento das áreas ocupadas por agricultura irrigada no Distrito Federal	18
4.3 Validação do mapa.....	19
4.4 Estimativa de demanda hídrica das principais culturas agrícolas do Distrito Federal 19	
4.5 Elaboração de cenários	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1 Mapeamento de áreas agrícolas irrigadas	21
5.2 Estimativa da demanda hídrica.....	26
5 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a demanda por produtos agrícolas vem aumentando juntamente com o crescimento populacional havendo, por vezes, a expansão de áreas cultivadas, bem como o aumento na adoção de novos recursos tecnológicos. Um desses recursos é a técnica de irrigação, muito relevante para o bom desenvolvimento das culturas, principalmente em regiões onde não há uniformidade na distribuição de chuvas ao longo do ano (LIMA, 2000).

O Brasil está entre os 10 países com maiores áreas agrícolas irrigadas, e atualmente, possui cerca de 8,2 milhões de hectares irrigado, sendo 64,5% com água de mananciais e 35,5% fertirrigado com água de reuso (FAO, 2017; ANA, 2020). Há estudos que indicam que o Brasil possui um grande potencial para a expansão de áreas agrícolas irrigadas, cerca de 22% dessas áreas ainda podem ser irrigadas, elevando esse número para mais de 50 milhões de hectares irrigados, contudo, existem limitações na oferta de água (ANA 2020).

Contudo, o aumento de áreas irrigadas não deve ser fundamentado apenas no aumento do uso de recursos hídricos. Esse crescimento desejado é cada vez mais dependente da eficiência dos sistemas já existentes, sendo um dos desafios da agricultura irrigada (RODRIGUES 2020). Dessa forma, a necessidade de estudos hidrológicos e suas variações espaciais e temporais torna-se cada vez mais importante para o gerenciamento dos recursos hídricos, visando minimizar os conflitos pelo uso da água (LIMA et al., 2014).

O Distrito Federal atravessou em 2017 a pior crise hídrica da sua história. O baixo nível dos reservatórios de abastecimento durante o período de chuvas levou ao primeiro racionamento que atingiu a maior parte da população. Alguns fatores contribuem para a intensificação da crise hídrica no Distrito Federal, entre eles estão: o aumento da produção agrícola (CODEPLAN, 2013); o crescimento populacional do DF nos últimos 30 anos (CODEPLAN, 2015), a sazonalidade do clima e variações climáticas anuais.

A ocorrência de conflitos pelo uso da água é consequência direta desse cenário o que torna indispensável à gestão e o monitoramento dos recursos hídricos tanto pelo governo, quanto pelos produtores rurais e demais usuários (NUNES & ROIG, 2015).

O sensoriamento remoto certamente é uma ciência que pode auxiliar no monitoramento hidrológico e na gestão dos recursos hídricos no Distrito Federal (ALLEN et al., 2011), principalmente em tempos de crise em que a quantidade do recurso hídrico se torna mais escassa.

No cenário imposto pela pior crise hídrica da história do Distrito Federal, o manejo e o monitoramento do consumo de água na agricultura se tornaram cada vez mais relevantes para a gestão dos recursos hídricos. Todavia, a variabilidade espacial da demanda hídrica e a extensão territorial da área ocupada por culturas agrícolas e florestais dificultam o manejo da irrigação o que torna tecnologias de sensoriamento remoto atrativas. É essa quantificação da demanda hídrica na agricultura é importante para os estudos de manejo de irrigação, zoneamento agrícola, estimativa de produção e estudos hidrológicos em geral (LENA et al., 2011). Uma das maneiras de agregar essas informações é, a utilização de ferramentas dos Sistemas de Informação Geográfica - SIGs e produtos de sensoriamento remoto e por meio de softwares especializados (SILVA et al., 2009)

Apesar das dificuldades enfrentadas para monitorar a demanda e o consumo de água em áreas agrícolas, a possibilidade de se estimar demanda hídrica e simular diferentes cenários de uso da terra oferece possíveis soluções ao problema que convergem para hipótese norteadora do projeto de pesquisa. A hipótese estabelece que a demanda hídrica em áreas agrícolas no Distrito Federal pode ser estimada desde que estejam mapeadas as áreas irrigadas e se utilize os valores de demanda hídrica das culturas agrícolas estabelecidos na literatura.

2. OBJETIVO

O objetivo geral desse projeto consistiu em estimar as áreas agrícolas irrigadas do Distrito Federal, a demanda hídrica das culturas e as alterações dessa demanda nas possíveis mudanças de cenário de uso das terras.

3. REVISÃO TEÓRICA

3.1 Agricultura irrigada

A água é um dos recursos mais importantes em todos os aspectos da vida, indispensável à sobrevivência humana, de seres vivos e é fundamental para os ecossistemas da natureza, que em excesso pode causar inundações e desastres ambientais e na falta provoca fome e miséria. O manejo adequado da água gera excelentes resultados na produção de alimentos, mas seu mau uso provoca a degradação do meio físico natural (PAZ ET. AL, 2010).

Segundo CHRISTOFIDIS (1997), o setor agrícola é o maior consumidor de água no mundo, demandando cerca de 68% de toda água das fontes como, rios, lagos e aquíferos subterrâneos. Dessa forma, a água é o elemento essencial para o desenvolvimento agrícola, a irrigação representa a maneira mais eficiente de aumento de produção de alimentos (PAZ ET. AL, 2010).

A agricultura irrigada influencia a disponibilidade hídrica de uma bacia hidrográfica, a crescente demanda de água para fins industriais, residenciais, geração de energia, mineração, lazer, juntamente com problemas ambientais favorece a redução da quantidade de água para agricultura, comprometendo os níveis de produção. Para isso, novos sistemas e ajustes em sistemas de produção agrícolas pré-existent tem possibilitado uma melhor utilização da água nas bacias hidrográficas (RODRIGUES, 2010).

A agricultura irrigada, técnica utilizada para aplicar água artificialmente nas plantas, procurando satisfazer suas necessidades e visando a produção ideal para o seu usuário (TESTEZLAF, 2017), se desenvolve em diversas condições de meio físico, atendendo uma grande variedade de culturas e de interesses sociais e econômicos. Dessa forma não é possível existir um sistema de irrigação ideal que atenda todas as condições e objetivos necessários, para isso deve-se selecionar o sistema de irrigação mais adequando levando em consideração cada condição particular e interesses envolvidos (FRIZZONE, 2017).

Existem quatro métodos principais de irrigação, são eles: (i) Aspersão, onde a água é aplicada sobre a folhagem e acima do solo, (ii) superfície, quando se utiliza o solo para aplicação de água por ação da gravidade, (iii) localizada, onde a

aplicação é feita em uma área limitada da superfície do solo, e (iv) subsuperficial ou subterrânea, quando a água é aplicada abaixo do solo, dentro dos limites da raiz. Cada método abrange diferentes sistemas, o método de superfície possui o sistema de sulcos e inundação, o de aspersão tem como exemplo sistemas convencionais e mecanizados (pivô e carretel), o método localizado possui o sistema de gotejamento e microaspersão e o de subsuperfície, sistema de gotejamento subterrâneo, elevação do lençol freático e mesas de subirrigação (TESTEZLAF, 2017).

A utilização de sistemas de pivô central no bioma cerrado é bem perceptível devido a facilidade operacional, adaptabilidade a condições de solo e topografia e pequena demanda por mão de obra. De forma abrangente, as áreas de pivô no DF se concentram na produção de grãos (milho, feijão, soja, trigo, cevada e outros), já os outros métodos, como aspersão, microaspersão ou gotejamento, são utilizados, em geral, em áreas de fruticultura e olericultura (ADASA, 2018).

A demanda hídrica é variável de acordo com a cultura, condições físicas do solo, capacidade de armazenamento de água no solo e condições ambientais (ROSA et. al 2013), as hortaliças são exemplos de culturas que demandam alta quantidade de água para o sucesso de sua produção. Para a produção olerícola, os sistemas por aspersão convencionais têm sido o mais utilizado em pequenas propriedades no Brasil, e em grandes áreas, o pivô é utilizado para algumas culturas. Já o uso de gotejamento em áreas pequenas no Brasil também vem crescendo (MAROUELLI E SILVA, 2011).

3.2 Geoprocessamento e SIGs

O sensoriamento remoto, é a tecnologia que permite a obtenção de imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre através da captação e registro da energia que a superfície emite, por meio de sensores instalados em plataformas terrestres, áreas e satélites orbitais. Os dados obtidos, analisados e interpretados também fazem parte da ciência considerada por diversos autores. (FLORENZANO, 2007).

Para a obtenção dos dados de sensoriamento remoto é necessário energia, essa energia pode ser de fonte natural (luz do sol) ou artificial como o flash e o sinal de radar. (FLORENZANO, 2007). A geotecnologia oferece uma infinidade de

benefícios potenciais para a agricultura (SHIRATSUCHI et al, 2014). A utilização do sensoriamento remoto ganhou impulso devido ao desenvolvimento de novos sensores que além de serem utilizados para monitoramento de solo também são utilizados no monitoramento hidrológico e climático (WARREN et al, 2014).

Para LAURIN et al (2018) o sensoriamento remoto em áreas agrícolas de larga escala, possibilita o planejamento a tomada de decisões de forma eficaz para o manejo da água em diferentes escalas espaciais, sendo uma alternativa para regiões com dados escassos e pouca infraestrutura devido ao custo elevado para obtenção de equipamentos, principalmente em regiões de difícil acesso. Os mapas temporais e de distribuições obtidos através de sensoriamento remoto permite a identificação de áreas com déficit hídrico e estimativa de produtividade da cultura da área de interesse. (French et al., 2015.).

Os sistemas de Informações Geográficas (SIGs), banco de dados georreferenciados que permitem a integração de dados: de sensoriamento remoto, temáticos, cadastrais, tabulares e de modelagem digital de terreno FELGUEIRAS, (1999) possuem um papel importante na coleta e análise desses dados. (BURROUGH, 1986).

Segundo (FISCHBECK, 1994), os SIGs integram uma sofisticada interface gráfica a uma base de dados georreferenciados, sendo uma poderosa ferramenta para análise e planejamento espacial. O emprego do sistema voltado para estudos ambientais auxilia na agilidade e facilidade da análise de vulnerabilidades do local causadas muitas vezes pela ação humana ou mudanças do próprio ambiente, colaborando para planejamentos de riscos ambientais. (COSTA et al. 2006)

3.3 Histórico de ocupação de áreas pela agricultura irrigada no Distrito Federal

A expansão agrícola na região dos cerrados que antes não era comumente utilizada devido a fatores como clima e solo, se tornou estratégica na obtenção de novas áreas para a produção agropecuária, sendo essencial para a introdução de novos pacotes tecnológicos da revolução verde (SILVA, 2000). Neste contexto, o Distrito federal que está inserido no bioma cerrado, no decorrer da construção da

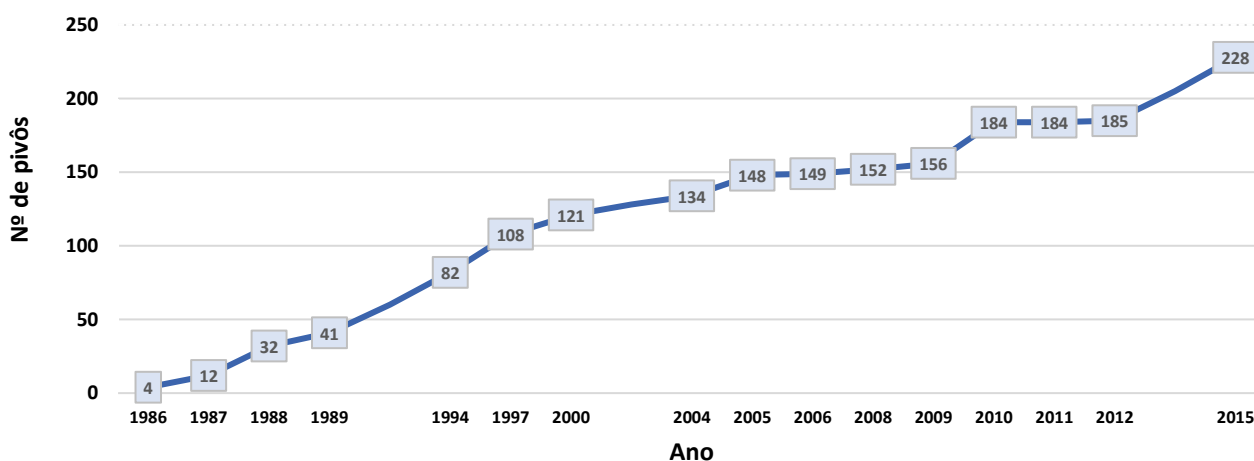
capital, desenvolveu projetos de modernização para tornar as terras mais produtivas no intuito de abastecer a nova Capital Federal (UNESCO, 2002).

De acordo com (CARNEIRO, 2007) as técnicas de irrigação se iniciaram no ano de 1981 no Distrito Federal com menos de 1.000 ha irrigados, e em 1998 esse número subiu para 11.000 ha, devido a estímulos do governo em projetos com financiamento. Um projeto importante foi iniciado em 1977 (PAD-DF), e trouxe a agricultura mecanizada com novas tecnologias para produção de grãos, junto com os pivôs centrais para a região da Bacia do Rio Preto (ADASA, 2018).

A utilização de pivôs centrais para irrigação teve início no ano de 1986 no Distrito Federal, entre 1988 e 1997 ocorreu um elevado crescimento de áreas irrigadas por esses equipamentos, no ano de 2012 a área atingiu cerca de 12.000 há irrigados por 185 pivôs (GUIMARÃES e al. 2012).

A série histórica dos anos de 1986 a 2015 (Figura 1) evidencia o aumento no número de pivôs centrais e conseqüentemente as áreas irrigadas no DF. Nota-se que entre os anos de 1986 e 2000 houve um expressivo aumento devido, principalmente, a projetos implantados na bacia do Rio Preto.

FIGURA 1 - Crescimento do número de pivôs centrais no Distrito Federal entre os anos de 1986-2015. (Elaboração própria)



Fonte: GUIMARÃES e al. 2012

3.4 Bacias hidrográficas do Distrito Federal

Se caracteriza Bacia hidrográfica o conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes, no conceito de bacia hidrográfica também está atrelado a noção de dinamismo, devido as modificações que ocorrem nas linhas divisórias da água pelos efeitos de agentes erosivos, aumentando ou diminuindo a área da bacia (GUERRA E GUERRA, 1997).

Segundo a ADASA (2018), é previsto em lei que a gestão dos recursos hídricos é feita por bacias hidrográficas, ou seja, é de extrema importância compreender a administração das mesmas. No Distrito Federal as bacias foram subdivididas em unidades hidrográficas de gestão, que juntas permitem serem analisadas de acordo com seu balanço entre o uso do solo e da água.

O Distrito Federal abrange sete bacias hidrográficas, sendo elas: rio Maranhão, rio Preto, rio São Marcos, rio São Bartolomeu, rio Paranoá, rio Descoberto e rio Corumbá (ADASA 2018). Dentre as sete bacias citadas quatro delas estão em maior evidência, são elas: Rio Preto, Rio Descoberto, Rio São Bartolomeu e Rio maranhão drenando 95% do território da região, essas bacias pertencem as regiões hidrográficas do Paraná, Tocantins/Araguaia e São Francisco (CODEPLAN, 2006).

De acordo com dados da CODEPLAN (2006), a maior bacia dentro do Distrito federal é a do Rio São Bartolomeu, ocupando aproximadamente 50% da área total, equivalente a 2.864,05 Km², em seguida vem a bacia do rio Preto ocupando 23% da área total, o rio Descoberto com 14% e o rio Maranhão com 13%.

Segundo o PDAIDF (2017), as áreas agrícolas irrigadas do Distrito Federal estão localizadas predominante nas bacias dos rios Preto, abrangendo a maior área, São Bartolomeu, São Marcos e Descoberto, outras bacias ocupam outras partes de áreas agrícolas. Nas bacias do rio Preto e São Marco, onde a participação da agricultura irrigada é forte, as demandas rurais correspondem a praticamente 100% do total de demandas hídricas. As áreas com terras não irrigáveis estão concentradas na sub-bacia do Lago Paranoá, devido a presença de grandes áreas urbanas e de proteção. O uso da água na bacia do Rio Preto é destinado principalmente às atividades agropecuárias, a irrigação representa mais de 90% do total utilizado (MALDANER, 2003).

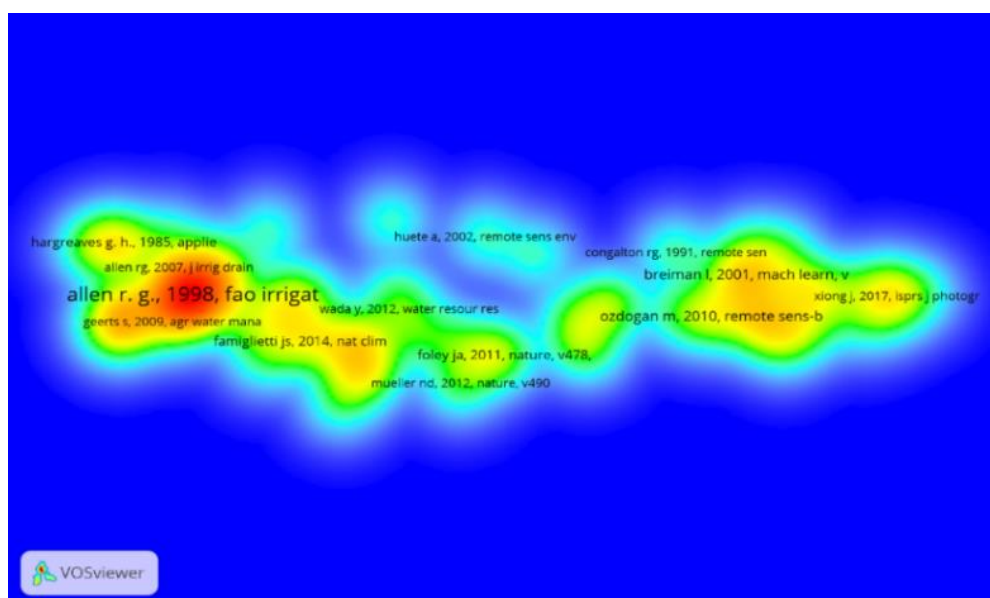
3.5 TEMAC – Teoria do enfoque meta-Analítico

A Teoria do Enfoque Meta Analítico - TEMAC, proposto por MARIANO e Rocha (2017), é possível ter uma visão abrangente dos principais temas, autores, países e centros de pesquisa envolvidos em publicações acerca de um tema. Fez-se então essa busca em relação a estudos voltados a agricultura irrigada.

A análise de palavras chaves nos mostra muitas palavras relacionadas com “água”, “Gestão”, “produtividade”, “qualidade”, “eficiência” mostrando a preocupação com o uso eficiente dos recursos hídricos e visando uma produtividade eficiente, como os trabalhos de WU et al, (2020) e MASON et, al (2019) que tratam da segurança alimentar e da demanda hídrica sustentável.

Com o cruzamento de trabalhos (Figura 2) podemos compreender quais autores costumam ser mais citados simultaneamente, neste caso dois trabalhos de diferentes autores são bastante citados, a pesquisa de ALLEN, RICHARD G., et al (1998) voltada a utilização de cálculos para a evapotranspiração de culturas, e OZDOGAN, MUTLU, et al (2010) que apresenta um estudo voltado a utilização do sensoriamento remoto na identificação de áreas irrigadas.

FIGURA 2 – Mapa de co-citation. (Extraída do software VosViewer 1.6.15)



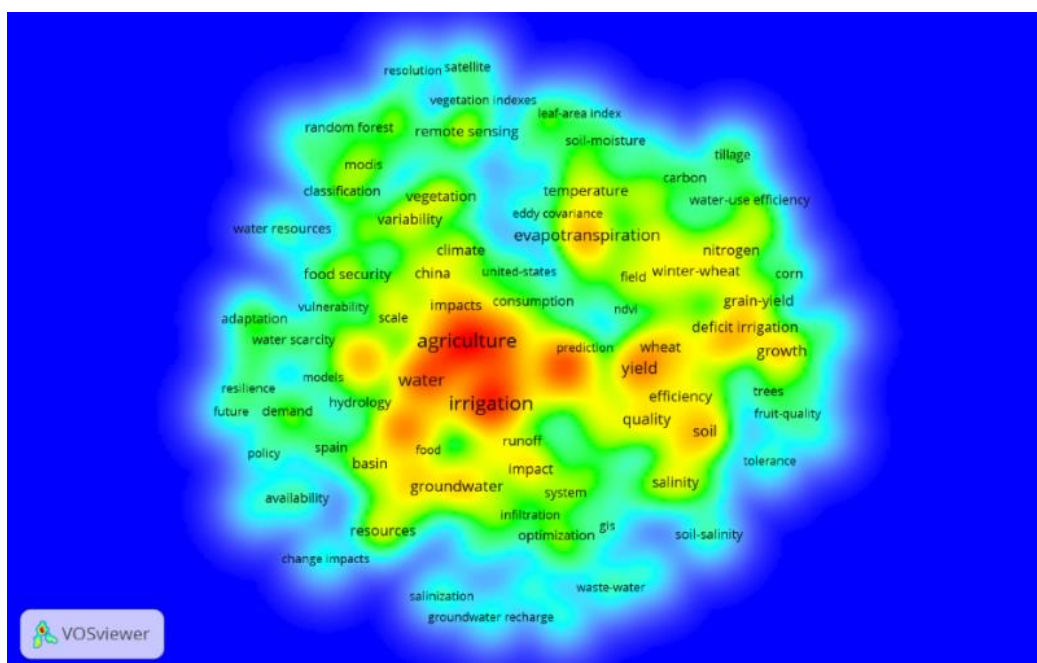
Dentre as agências que financiam esse tipo de trabalho, a *National Natural Science Foundation of China* é a agência que mais contribui com o financiamento dessas pesquisas. Agências europeias e americanas também contribuem de forma significativa. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) ligado ao ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do ministério da Educação do Brasil entram nesse ranking.

A análise das palavras chaves de artigos proporciona elementos importantes da evolução do tema e das linhas de pesquisa (MARIANO e al. 2017). De acordo com a Figura 4, gerada com as principais palavras chaves relacionada a agricultura irrigada, podemos observar as palavras com maior número de citações elas, “água”, “Gestão”, “produtividade”, “qualidade”, “eficiência”, mostrando que grande parte dos trabalhos tratam de estudos relacionados ao uso eficiente dos recursos hídricos visando uma produtividade eficiente.

Essas palavras remetem a trabalhos que discutem alternativas que o mundo busca para lidar com algumas situações recorrentes, um trabalho realizado por WU et al, (2020) se refere a dois desafios enfrentados, a segurança alimentar e a escassez de água. Esse trabalho é voltado a agricultura sustentável na China que visa promover o equilíbrio entre o suprimento e a demanda de água. MASON et, al (2019), diz que solução sustentável para reduzir a demanda hídrica e os impactos ambientais, é a utilização da agricultura inteligente. Em sua hipótese a aplicação desse sistema inteligente garante a diminuição do uso da água sem comprometer o rendimento produtivo da cultura. Outro trabalho, realizado no sudeste da Ásia por ALI et, al. (2019) também destaca a importância na produção agrícola para a segurança alimentar e compara cenários diferentes para comparar o aumento da demanda da água.

A abordagem proposta por JALILVAND et al, (2019) permite a aplicação de sensoriamento remoto na estimativa do uso da água de irrigação com base nos dados de umidade do solo por satélite, tendo importância na adoção de gestão eficiente no consumo de água em países que não possuem medidas precisas.

FIGURA 3 - Mapa de palavras chave (Extraída do software VosViewer 1.6.15).



Os países que mais produzem estudos sobre o tema “Irrigated agriculture” são Estados Unidos, Espanha e china (Quadro 1), o Brasil se encontra em 10º lugar no ranking com a contribuição de 69 publicações. De acordo com os dados obtidos através do Web of Science, cerca de 30 países contribuem de forma significativa com a pesquisa desse tema.

QUADRO 1 – Ranking de países. Fonte: Adaptado da base Web of Science.

Ranking	Países	Nº Publicações	% de 1688
1º	ESTADOS UNIDOS	433	25,652
2º	ESPAÑA	183	10,841
3º	CHINA	159	9,419
4º	INDIA	147	8,709
5º	AUSTRALIA	137	8,116
6º	ALEMANHA	122	7,227
7º	FRANÇA	97	5,746
8º	ITALIA	90	5,332
9º	HOLANDA	88	5,213
10º	BRASIL	69	4,088

3.6 Produção agrícola do Distrito Federal

O Distrito Federal com 580.190,00 ha, possui uma área rural com cerca de 421.352,00 ha, equivalente a 72% da área total, porém de acordo com o censo demográfico do IBGE a população no meio rural é muito baixa, apenas 3,4% comparada a 96,6% de habitantes do meio urbano. A maior parte da população rural do DF se localiza nas regiões administrativas de Brazlândia, Planaltina, Gama, São Sebastião e Ceilândia áreas que detém forte produção agrícola.

A áreas de produção agrícola do Distrito federal correspondem a 156.883,60 ha, as grandes culturas ocupam 147.397,49 ha, olericulturas 8.064,98 ha e fruticultura 1.421,13 ha (EMATER, 2019). As áreas de maior concentração de agricultura do Distrito Federal estão localizadas nas bacias do rio preto, São Bartolomeu, São marcos e Descoberto.

Na produção de grãos, como soja, milho, feijão, café, sorgo, trigo e outras se destacam as regiões administrativas Planaltina com a produção de 412.983,74 toneladas e 51,16% de participação na produção total do DF, e o Paranoá com 336.465,34 toneladas e 41,68% de participação no DF (EMATER, 2018).

As áreas de produção de olerícolas no Distrito Federal estão concentradas em maior parte nas regiões administrativas Brazlândia, Paranoá, Planaltina, Ceilândia e Gama. A RA Brazlândia produz 54.518,05 ton e possui 22,8% de participação na produção do DF, a RA Paranoá produz 63.001,58 toneladas e detém 26,34% de participação no DF, a produção na RA Planaltina é de 51.726,99 toneladas e possui 21,63% de participação no DF, a RA Ceilândia produz 27.694,76 toneladas equivalente a 11,58% de participação e a RA Gama produzindo 19.832,08 toneladas e com 8,29% de Produção. As regiões administrativas Sobradinho, Núcleo Bandeirantes e São Sebastião também possuem áreas de olericultura, juntas possuem 9,36% da participação na produção do DF (EMATER 2019).

A maior parte da produção de frutas no Distrito Federal está concentrada em duas regiões administrativas, Brazlândia conhecida pela grande produção de morango, possui uma produção de 14.841,43 toneladas e 45,87% de participação na produção do DF, e Planaltina com a produção de 10.109,84 toneladas e 31,24% de participação no DF. A região de Sobradinho também possui uma área relevante

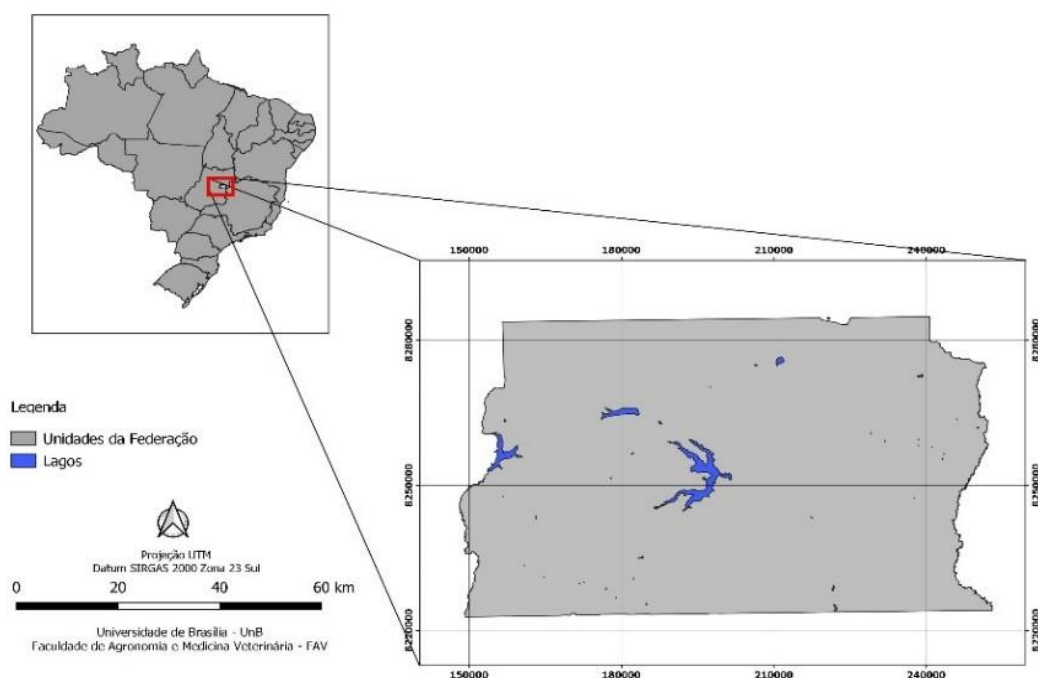
de fruticultura, com destaque na produção de banana, a RA sobradinho produz 2.278,11 toneladas de fruta e possui 7,04% de participação (EMATER 2019).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi realizado no Distrito Federal (Figura 4), área que se situa na Região Centro-Oeste do Brasil, ocupando o centro-leste do Estado de Goiás, sendo a menor unidade federativa brasileira. É dividida em 31 regiões administrativas, compreendendo uma área de 5801,9 km², coordenadas geográficas. O Distrito Federal está localizado entre os paralelos de 15°30' e 16°03' de latitude sul e os meridianos de 47°25' e 48°12' de longitude (CODEPLAN, 2006).

FIGURA 4 - Mapa de localização da área de estudo, Distrito Federal.



Elaboração própria.

Segundo a classificação climática de Köppen o clima do Distrito Federal é do tipo Aw, região tropical caracterizada por duas estações bem definidas, uma seca

no inverno e uma chuvosa no verão. A precipitação média anual varia de 1200 mm a 1750 mm com maior concentração na estação chuvosa (NUNES e ROIG, 2016). A vegetação do Distrito Federal é caracterizada pelo bioma cerrado, onde plantas nativas buscam se adaptar em condições ambientais de pouca água, falta de umidade e acidez no solo.

De acordo com a EMBRAPA (2004) as principais classes de solos identificadas no Distrito Federal são: Latossolos Vermelhos (38,92%), Cambissolos (30,98), Latossolos Vermelho-Amarelos (15,58%), Neossolos Quartzarênicos (0,51%), Argissolos (2,89%), Nitossolos (1,36%), Chernossolos (0,08%), Plintossolos (0,40%), Solos Hidromórficos, Gleissolos Hápicos e Gleissolos Melânicos, Espondossolos (3,98%) e Neossolos Flúvicos (0,18%).

4.2 Mapeamento das áreas ocupadas por agricultura irrigada no Distrito Federal

Para estimar a área ocupada pela agricultura irrigada no Distrito Federal, foi elaborado um mapa de uso e cobertura das áreas agrícolas que possuem sistema de irrigação. O mapa foi obtido através de classificação visual e vetorização manual, devido a divergência de culturas existentes na região, na escala de 1:3000, utilizando o programa QGIS 3.8.2. Foram utilizadas ortofotos do ano de 2015 disponibilizadas pela Companhia de Planejamento do Distrito Federal (CODEPLAN) (<http://geoservico.homologacao.codeplan.df.gov.br/>) com alta resolução espacial. O mapeamento foi atualizado utilizando dados do sentinel e imagens do google Earth.

Foram definidas 5 classes de uso e cobertura no DF a saber: culturas anuais/olericultura, culturas perenes/fruticultura, pousio, estufas e pivôs, a classificação foi definida de acordo com características específicas de cada uso seguindo a proposta de FERRIGO (2014). Foi utilizado também o mapa de ocupação do solo desenvolvido por LIMA, et al (2019) que realizou o mapeamento na bacia do Ribeirão Rodeador.

4.3 Validação do mapa

Ainda é necessário que seja feita a validação de dados obtidos no trabalho, porém, com a situação atípica de pandemia essa etapa ainda não foi realizada. Contudo, esforços estão sendo envidados para que essa etapa seja concluída.

4.4 Estimativa de demanda hídrica das principais culturas agrícolas do Distrito Federal

Para estimar a demanda hídrica agrícola (olericultura) e perenes (fruticultura), foram identificadas as culturas mais relevantes no Distrito Federal, de acordo com a Emater-DF (2020), sendo elas: goiaba, maracujá, banana, laranja, limão, tangerina, alface, batata, beterraba, cenoura, milho verde, pimentão, repolho, tomate, morango. A produção de grãos não foi abordada nesse estudo.

A estimativa do consumo médio diário de água para irrigação por cultura foi realizada por meio dos dados da ADASA, (2017).

As médias de demanda hídrica para fruticultura e olericultura, foram estabelecidas utilizando a equação 1. Para a média de consumo diário da fruticultura foram aplicadas na equação o consumo diário (ADASA 2017) das culturas: goiaba, maracujá, banana, laranja, limão, tangerina. Já para a obtenção da média para olerícolas, a demanda das culturas alface, batata, beterraba, cenoura, milho verde, pimentão, repolho, tomate e morango foram utilizadas.

$$M_s = \frac{X_1+X_2+X_3+\dots+X_n}{N} \text{ (Eq.1)}$$

Ms: Média simples

Xn: Consumo médio diário de água das culturas

N: Número de culturas utilizadas

Para estimar a demanda hídrica diária e mensal pela fruticultura e olericultura no Distrito Federal, a demanda hídrica média foi multiplicada pela área ocupada por cada atividade, conforme a equação 2 e 3.

O volume de água diário foi obtido por meio da equação 2:

$$\text{Demanda hídrica diária} = \text{Área} \times \text{Consumo médio diário} \text{ (Eq.2)}$$

O volume de água mensal demandado por mês foi obtido a partir da equação 3:

$$\text{Demanda hídrica mensal} = \text{Área} \times \text{Consumo médio diário} \times 30 \text{ dias} \text{ (Eq.3)}$$

Para possibilitar a avaliação da demanda por água para a agricultura na bacia hidrográfica do Rio Descoberto, sendo ela a de maior impacto para olericultura e fruticultura, foram realizadas estimativas da demanda hídrica mensal, considerando as áreas irrigadas ocupadas na bacia. (Eq. 4)

O volume de água diário foi obtido por meio da equação 4:

$$\text{Demanda hídrica diária} = \text{Área irrigada da bacia} \times \text{Consumo médio diário} \text{ (Eq.4)}$$

O volume de água mensal demandado por mês foi obtido a partir da equação 5:

$$\text{Demanda hídrica mensal} = \text{Área irrig. da bacia} \times \text{Consumo médio diário} \times 30 \text{ dias} \text{ (eq.5).}$$

4.5 Elaboração de cenários

Em função do fomento da Rota da Fruticultura RIDE-DF, que faz parte das Rotas de Integração Nacional, uma estratégia do Ministério do Desenvolvimento Regional-MDR para promover a inovação, incentivar das cadeias produtivas e o crescimento econômico (CODEVASF, 2020), foram elaborados dois cenários que contemplem possíveis mudanças no uso da terra nas áreas agrícolas do DF.

Considerando o levantamento realizado, dois cenários foram propostos. No Cenário 1 há a conversão de 100% de áreas mapeadas como pousio para fruticultura. Já no cenário 2 há a conversão de 50% de áreas mapeadas como olericultura para fruticultura.

A variação de demanda hídrica entre os cenários foi obtida a partir da equação 6:

$$\text{Variação} = \text{Demanda hídrica do Cenário (x)} - \text{Demanda hídrica do Cenário atual} \text{ (Eq.6)}$$

Foi estimado para cada cenário a demanda hídrica média diária e mensal, considerando a área cultivada.

O programa QGIS 3.8.2 foi utilizado para a elaboração de mapas e foram utilizados os *shapes* de uso e cobertura do solo do Distrito Federal. Para desenvolver os mapas de cada cenário foram feitas alterações específicas para cada representação. Foi realizado de maneira randômica mudança do uso e classificação, possibilitando uma melhor distribuição e visualização.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Mapeamento de áreas agrícolas irrigadas

Para o uso e ocupação do solo pela agricultura irrigada no Distrito Federal, A classificação visual nos permite definir áreas de forma mais precisa, devido a características específicas de algumas culturas como cor, altura, espaçamento e sistemas utilizados, por exemplo o grupo de olerícolas e fruticulturas (Figuras 5 e 6), por outro lado, as estufas foram classificadas de forma mais abrangente, devido a cobertura que dificulta a identificação da cultura presente (Figura 7).

FIGURA 5 - Área de Culturas Anuais/Olericultura



FIGURA 6 - Área de Culturas Perenes/Fruticultura

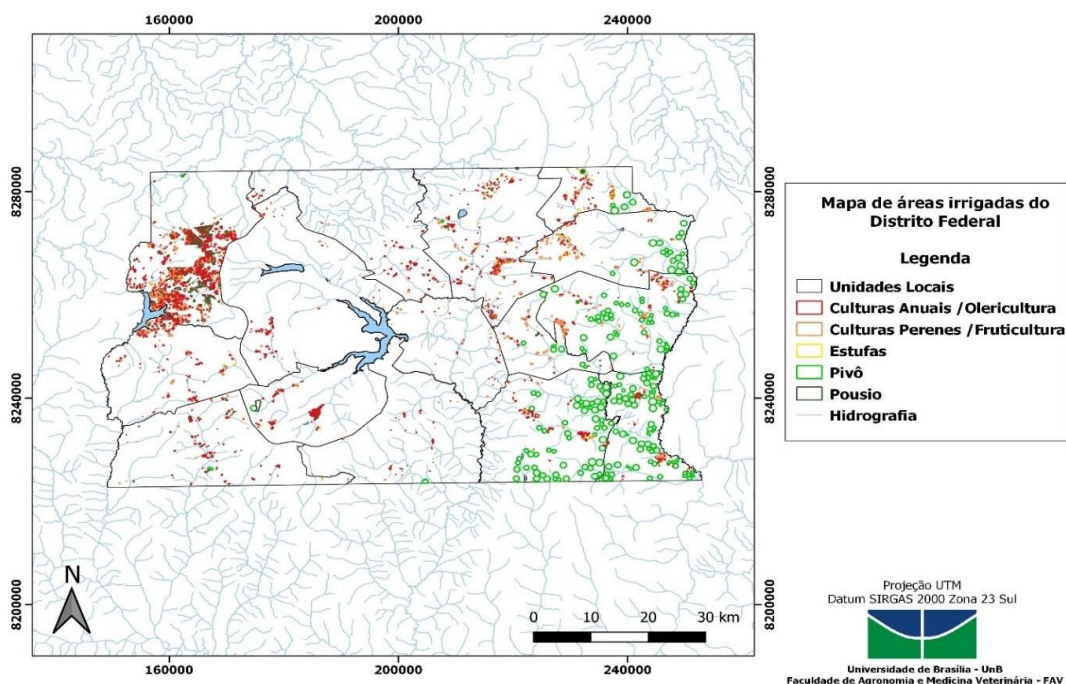


FIGURA 7 - Área de estufas



Dessa forma, após o mapeamento realizado, foi gerado o mapa de áreas irrigadas do Distrito Federal. Foi possível observar (Figura 8) que a distribuição de uso do solo pela agricultura irrigada está concentrada nos extremos leste e oeste onde se localizam áreas rurais, o centro do DF se caracteriza por possuir ocupação urbana.

FIGURA 8 - Mapa de Áreas irrigadas do Distrito Federal.



Elaboração própria.

De acordo com os dados gerados (Tabela 1), o Distrito Federal possui um total de 20.764,99 ha de áreas irrigadas, considerando que o DF possui 5801,9 km², isso equivale a cerca de 3,6 % da área total. A maior parte da área é ocupada por pivôs centrais, 65,95% localizados porção leste do DF, nas regiões administrativas Planaltina e Paranoá.

As áreas de culturas olerícolas correspondem a 19,12% das áreas irrigadas do DF, localizadas em maior parte na região Oeste, assim como as áreas de fruticultura que ocupam 9,55%, podemos destacar a região administrativa de Brazlândia como uma das maiores em concentração de canteiros. As terras que estão em pousio ocupam 4,89%, equivalente a 1.014,45 ha. Essas áreas são caracterizadas por estarem em um período de repouso para receber uma cultura, posteriormente. Já as áreas de estufas ocupam apenas 0,5% do total e equivale a 102,88 ha.

TABELA 1 – Áreas irrigadas do Distrito Federal

Uso	Área (Ha)	Área (%)
Pivôs	13.694,80	65,95%
Culturas anuais - olericultura	3.970,53	19,12%
Culturas perenes - Fruticultura	1.982,33	9,55%
Pousio	1.014,45	4,89%
Estufas	102,88	0,50%
Total	20.764,99	100%

LANDAU, E. C et al, (2013) realizaram o mapeamento de áreas irrigadas por pivôs centrais no Goiás e Distrito Federal por meio da identificação visual com base no mosaico formado por imagens do satélite Landsat 5-TM do ano de 2010, disponível no Google Earth. Os autores verificaram que o estado do Goiás possui 2.367 pivôs centrais e o Distrito Federal com 181 pivôs ocupando cerca de 11.733,2 ha. Já no presente trabalho, com imagens de 2015, foram mapeados 228 pivôs ocupando 13.694,8 ha. Como observado no (Figura 1), o aumento de áreas irrigadas por pivô vem crescendo desde a década de 90. Já REIS E LIMA, (2015) verificaram as áreas de pivô que ocupam cerca de 2,3% do território e outros métodos de irrigação, como gotejamento e aspersão, a estimativa da área irrigada no DF seja de 25 mil hectares, ou seja, cerca 3,5% do seu território. Os autores elaboraram um mapa de uso e ocupação do solo do DF por meio da vetorização digital, em escala 1:30.000, com base na interpretação visual (textura, cor e forma) de ortofotos aéreas de resolução espacial de 1 metro, disponibilizadas pela Companhia Imobiliária de Brasília (TERRACAP, 2010) do ano de 2009.

Verifica-se que existe uma similaridade entre o mapeamento elaborado e o mapeamento realizado por Reis e Lima, (2015), devido provavelmente à similaridade da metodologia utilizada e imagens de datas próximas. Já ADASA (2020), realizou o mapeamento por meio da imagem do satélite PlanetScope, do ano de 2020, com resolução espacial de 3 metros e com o auxílio de imagens do GoogleEarth e do Geoportal/DF. Dessa maneira, mostrou o cenário de áreas irrigadas no Distrito Federal com 34.200 ha de áreas irrigadas, sendo (22.000 ha outorgadas, 3.700 ha em análise e 7.000 ha sem outorga), valor esse superior ao encontrado no presente estudo. Verificou-se que a área de pivô central identificada

por ADASA (2020) foi em torno de 2000 ha a mais do mapeado no presente trabalho.

Cabe ressaltar que foi verificada divergência de resultados entre o trabalho da ADASA (2020) e o presente trabalho, e isso pode estar associado a alguns fatores, como o ano da imagem (2020) utilizada, ou seja, imagens mais recentes, metodologia diferente de mapeamento, informações asseguradas de propriedades cadastradas que fazem o uso de irrigação (Banco de dados), diferentes interpretações. O trabalho da ADASA 2020 classificou as áreas em apenas duas utilizações, “Pivô central” e “Outros métodos” não especificando o que cada área representa. A ADASA evidencia a dificuldade de mapear algumas áreas, devido a interpretação de imagens de porções que muitas vezes parecem ser áreas com sistema de irrigação, mas não possuem, como áreas de lavouras.

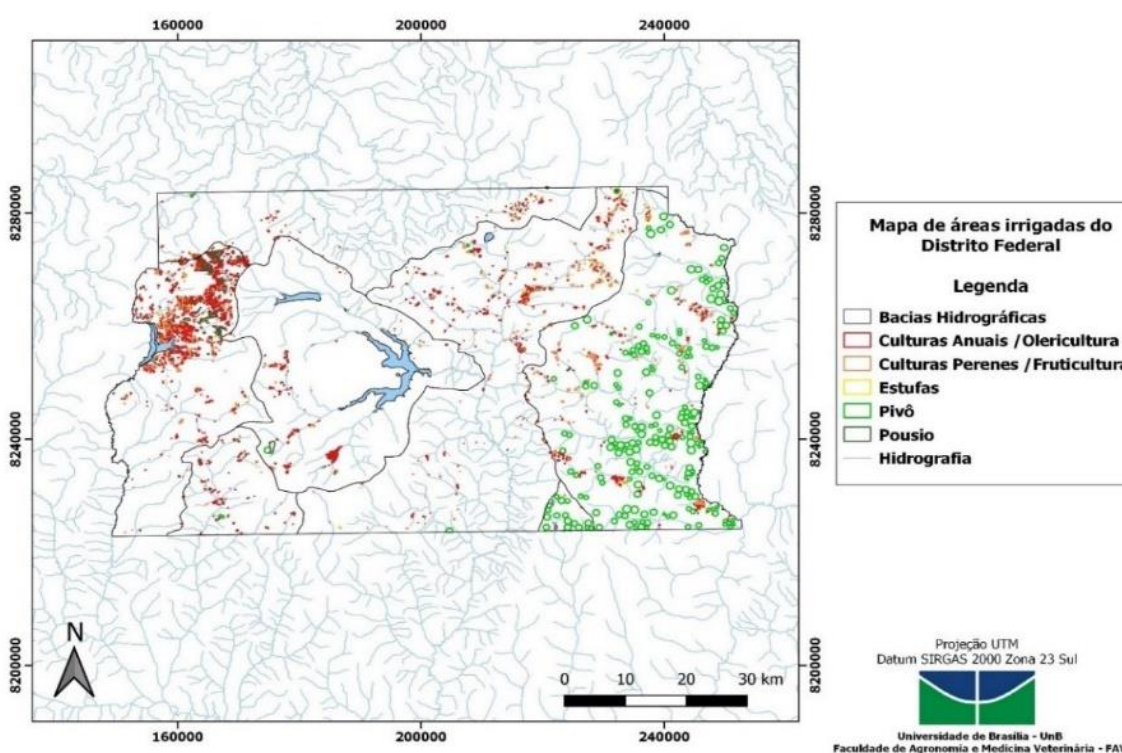
Avaliou-se as áreas irrigadas mapeadas por cada unidade local da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal (EMATER) (Tabela 2). As áreas de pivô são bem evidentes nas unidades locais do PAD-DF, Jardim e Rio Preto, já a concentração de olericultura e fruticultura se dá em sua maioria nas unidades de Brazlândia, Alexandre Gusmão e Planaltina.

TABELA 2 - Áreas irrigadas do Distrito Federal por unidades locais

Unidade local	Olericultura (ha)	Fruticultura (ha)	Pivô (ha)	Estufas (ha)	Pousio (ha)	Área (ha)
Gama	170,63	17,32	31,68	3,02	25,02	247,68
Jardim	90,12	94,96	4.174,64	0,61	10,65	4.370,99
Taquara	50,26	138,35	1.375,56	35,06	6,41	1.605,66
Brasília	90,39	18,89	0,00	1,26	3,13	113,68
Brazlândia	1.263,38	378,69	15,54	1,88	359,58	2.019,08
Sobradinho	113,63	12,84	0,00	0,17	5,79	132,45
Planaltina	328,60	188,24	13,73	14,88	50,75	596,20
Pipiripau	107,60	114,63	502,64	17,11	1,35	743,34
PaD-DF	140,12	49,74	4.432,15	7,81	4,30	4.634,14
Vargem Bonita	185,03	15,93	87,78	5,14	140,16	434,05
São Sebastião	41,70	6,40	61,78	0,24	1,24	111,37
Ceilândia	284,94	159,88	0,00	2,51	20,30	467,65
Paranoá	21,39	22,17	0,00	0,71	1,86	46,152
Tabatinga	32,99	106,66	403,65	1,06	14,58	558,94
Rio Preto	128,85	187,52	2.595,67	4,74	12,92	2.929,71
Alex. Gusmão	919,07	470,06	0,00	6,33	356,33	1.751,81

Destaca-se a bacia do Rio Preto (Figura 9), segunda maior do Distrito Federal, onde se localizam as regiões administrativas de planaltina e Paranoá, detendo a maior área irrigada dentre as bacias, devido à grande concentração de pivôs centrais, compreendendo também áreas de fruticultura, olericultura, pousio e estufas. Essa área irrigada representa cerca 13.355 ha, 65% do total. A bacia do Rio Descoberto vem em segundo lugar com 20% do total, abrangendo uma grande área, sendo ela ocupada em maior parte por olericultura (2.435 ha) e fruticultura (961 ha).

FIGURA 9 - Mapa de Áreas irrigadas do Distrito Federal por Bacia Hidrográfica.



Elaboração própria

Estudos indicam que devido a exploração de recursos hídricos na bacia do Rio Preto, a demanda pelo uso de água já ultrapassou a oferta. Sabendo que a utilização deste recurso é destinada quase em sua totalidade a agricultura irrigada devido à grande concentração de pivôs centrais, verifica-se que há conflito existente na bacia, indicando a necessidade de uma boa gestão. Ações adotadas pelos gestores (ADASA, EMBRAPA, EMATER e SEAGRI) e produtores rurais têm surtido efeitos positivos na gestão dos recursos hídricos (MESQUITA, 2017).

CHAVES ET AL, (2010) pelo diagnóstico do uso das terras, constatou que mesmo com a grande utilização de terras para agricultura, a ocupação da APA do

Rio Descoberto não chega a ser intensiva, levando em conta que a bacia é de captação de água para consumo da população do DF, isto se torna relevante para o não conflito da demanda de água. Por outro lado, atualmente essa é uma das unidades que demandam maiores preocupações em relação às infraestruturas de água e saneamento necessárias para a manutenção da qualidade.

A bacia do Rio São Bartolomeu corresponde a 6% da área irrigada total. Já as bacias do Rio Maranhão, Lago Paranoá e Corumbá ocupam juntas apenas cerca de 4% do total.

TABELA 3 - Áreas irrigadas do Distrito Federal, por bacia hidrográfica.

Bacias	Área irrigada total (ha)	Área (%)
São Marcos	1.086,95	5%
Corumbá	229,282	1%
Lago Paranoá	422,462	2%
Rio Descoberto	4.117,45	20%
Rio Maranhão	238,004	1%
Rio Paranã	0	0%
Rio Preto	13.355	65%
São Bartolomeu	1.173,51	6%

5.2 Estimativa da demanda hídrica

Sabendo que o mapeamento realizado no Distrito Federal, apresenta uma área de produção agrícola irrigada com cerca de 20.764,99 ha (Tabela 1) (Figura 9), e que as áreas ocupadas com produção de olericulturas correspondem a 3.970,53 ha (19%), e as culturas perenes, a fruticultura 1.982,33 ha (9,5%). Verificou-se, por meio da bibliografia consultada (GUIMARÃES et al., 2012), o aumento de áreas irrigadas no Distrito Federal, principalmente a implantação de pivôs centrais, em sua maioria na Bacia do Rio Preto, que em 1986 eram apenas 4 pivôs e em 2015 somaram 228 pivôs, tendo um aumento de mais de 13 mil ha.

A estimativa realizada apresentou para o cenário atual (Tabela 4), valores de demanda hídrica mensal média de 5.598.447.300,00 l/mês para áreas de olericultura e 3.544.406.040,00 l/mês para Fruticultura.

O cenário 1 (Tabela 5), onde se propôs uma conversão de 100% de áreas de pousio para o cultivo de frutas, a demanda para olericultura se manteve a mesma

e um acréscimo de 5.358.242.640 litros para a atividade da Fruticultura (Figura 10). Já no cenário 2 (Tabela 6), que propõe a conversão de 50% de áreas de olericultura para fruticultura, haveria uma demanda total de 2.799.223.650 l/mês para olericultura e 7.094.059.860 l/mês para Fruticultura (Figura 11).

TABELA 4 – Demanda hídrica do cenário atual.

Cenário Atual			
Uso		Área (há)	Demanda hídrica mensal l/mês
Pivôs	65,95%	13.694,80	-
Culturas anuais - olericultura	19,12%	3.970,53	5.598.447.300,00
Culturas perenes - Fruticultura	9,55%	1.982,33	3.544.406.040,00
Pousio	4,89%	1.014,45	0,00
Estufas	0,50%	102,88	-

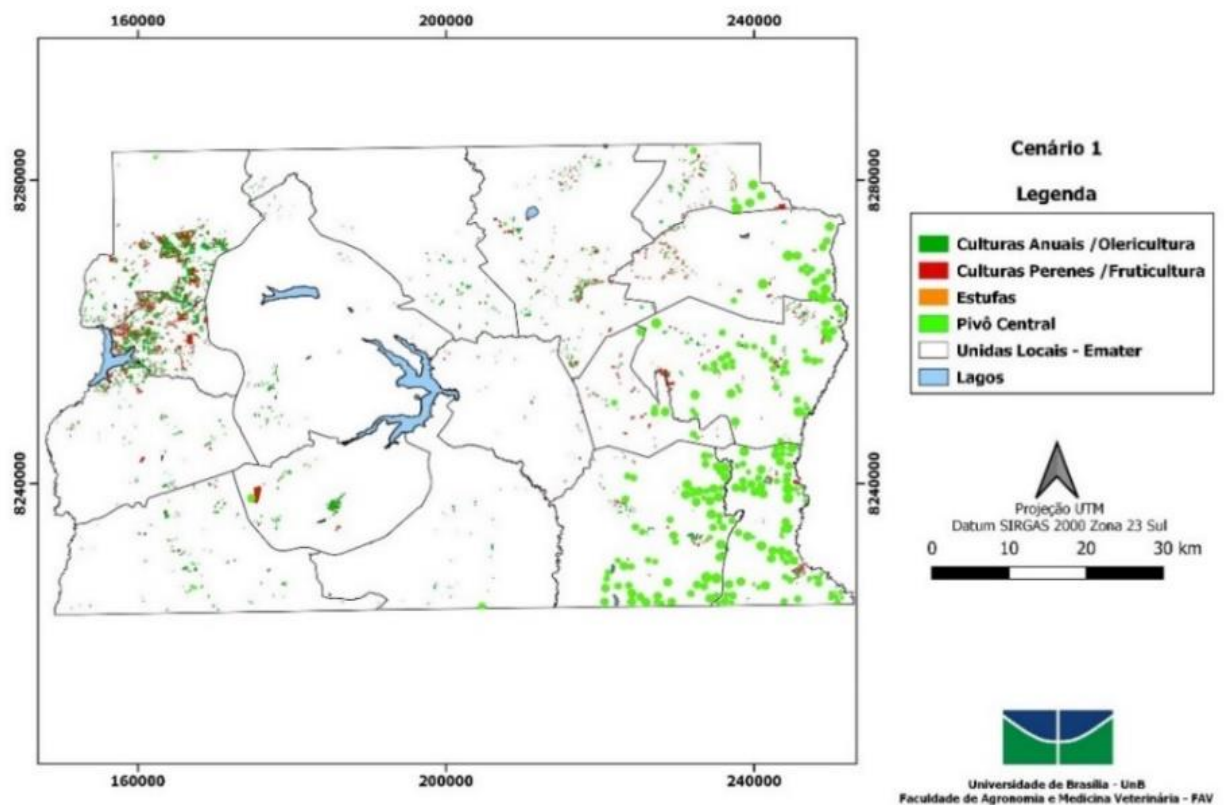
TABELA 5 – Demanda hídrica para o cenário 1.

Cenário 1			
Uso		Área (ha)	Demanda hídrica mensal l/mês
Pivôs	65,95%	13.694,80	-
Culturas anuais - olericultura	19,12%	3.970,53	5.598.447.300,00
Culturas perenes - Fruticultura	9,55%	2.996,78	3.544.406.040
Pousio (Fruticultura)	4,89%	1.014,45	1.813.836.600,00
Estufas	0,50%	102,88	-

TABELA 6 – Demanda hídrica para o cenário 2.

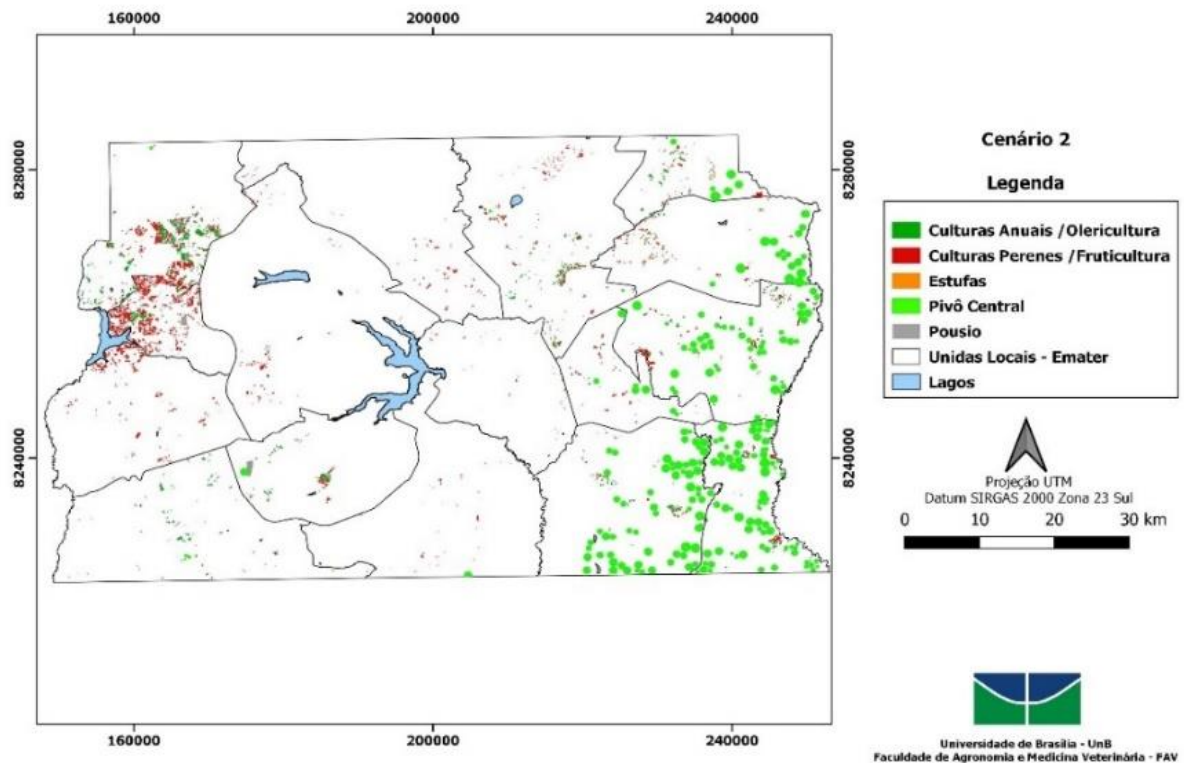
Cenário 2			
Uso		Área (ha)	Demanda hídrica mensal l/mês
Pivôs	65,95%	13.694,80	-
Culturas anuais - olericultura	9,56%	1.985,27	2.799.223.650,00
Culturas perenes - Fruticultura	19,11%	3.967,60	7.094.059.860,00
Pousio	4,89%	1.014,45	0,00
Estufas	0,50%	102,88	-

FIGURA 10 - Cenário 1.



Elaboração própria

FIGURA 11 - Cenário 2.



Elaboração própria

Assim, temos uma variação entre o cenário atual e o cenário 1 (Tabela 7) em que a demanda hídrica para fruticultura promoveria um aumento de cerca 1.813.836.600,00 litros por mês para essas novas áreas que antes não estariam sendo utilizadas para a agricultura irrigada. Já no cenário 2, a variação entre o cenário atual e o cenário 2 (Tabela 7), aponta que haveria uma diminuição de cerca de 2.799.223.650,00 litros/mês de água nas áreas de olericultura, e um aumento de 3.549.653.820,00 litros/mês nas áreas de fruticultura, devido a conversão de 50% das áreas de olericultura para fruticultura, isso resultaria no aumento total de 750.430.170,00 litros/mês para o cenário proposto.

TABELA 7 - Variação entre os cenários

Uso	Cenário 1 - Cenário atual (100% de Pousio para Fruticultura)	Cenário 2 - Cenário atual (50% de Olericultura para Fruticultura)
	Variação hídrica mensal (L/Mês)	Variação hídrica mensal (L/Mês)
Pivôs	-	-
Olericultura	0,00	-2.799.223.650,00
Fruticultura	1.813.836.600,00	3.549.653.820,00
Pousio (Fruticultura)	0,00	0,00
Estufas	-	-
Total	+ 1.813.836.600,00	+ 750.430.170,00

De acordo com o (ZEEDF, 2017), a bacia do Rio Descoberto, em destaque, apresenta um grau de comprometimento considerado “muito alto”, considerando as variações de vazão encontradas e as mudanças de uso e ocupação da bacia, devido a diversas ocupações ilegais. Dessa maneira, verifica-se a importância de qualificar o planejamento e controle territorial, juntamente com setores produtivos e de planejamento e gestão do poder público. A UH rio Descoberto, necessita de ações para a reversão do elevado comprometimento da capacidade suporte de recursos hídricos, visando o estancamento da intensidade de ocupação de uso do solo e a gestão de recursos hídricos da unidade hidrográfica para que não haja um elevado comprometimento dos cursos hídricos (ZEEDF, 2017).

Com a pormenorização da estimativa da demanda hídrica por bacias hidrográficas, há a possibilidade de uma melhor visualização do volume de água que está sendo demandado. Destacando a bacia do Rio Descoberto, que possui as maiores áreas de olericultura e fruticultura, é possível observar a estimativa da demanda hídrica para cada cenário proposto (Tabela 9). Há então uma demanda hídrica mensal de 5.152.594.248,00 l/mês para o cenário atual, teríamos uma demanda de 6.463.786.500,00 l/mês com a implantação do cenário 1, e cerca de 5.612.809.248,00 l/mês com o cenário 2. Assim, haveria para o cenário 1 o aumento

de 1.311.192.252,00 l/mês, cerca de 25,44% a mais, já para o cenário 2 teríamos um aumento de 460.215.000,00 l/mês equivalente a 9%.

Dessa forma, para que haja a implantação de novas áreas ou mudança de áreas de produção na região abastecida pela bacia do Rio Descoberto em qualquer um dos cenários, deve-se analisar as possibilidades de abastecimento e demanda hídrica para irrigação. Como propõe o (ZEE-DF, 2017), a bacia do rio descoberto necessita de ações de planejamento para controle dos recursos hídricos e consequentemente da expansão de novas áreas, para que os conflitos na UH não se intensifiquem.

Por meio do mapa de áreas agrícolas irrigadas do DF (Figura 9), é possível observar a distribuição do uso de áreas para o cultivo de olericultura e fruticultura. A bacia do Rio Descoberto, onde se localiza a Região Administrativa de Brazlândia, se destaca com 20% do total de áreas agrícolas irrigadas no Distrito Federal, sendo 2.435,00 ha ocupados com olericultura e 961,55 ha por fruticultura (Tabela 8). As bacias do Rio Preto e São Bartolomeu também são Unidades hidrográficas importantes no cenário produtivo do cultivo de frutas e hortaliças. A Bacia do Rio Preto, segunda maior do Distrito Federal, localizada na porção leste abrange 65% de áreas irrigadas, sendo a maior parte ocupada por pivôs centrais.

TABELA 8 - Áreas irrigadas do Distrito Federal por Bacia hidrografica.

Bacias	Olericultura (ha)	Fruticultura (ha)
São Marcos	0,679	2,241
Corumbá	164,794	11,245
Lago Paranoá	276,161	40,781
Rio Descoberto	2.435,00	961,546
Rio Maranhão	139,616	97,867
Rio Paranã	0,000	0
Rio Preto	410,420	536,081
São Bartolomeu	586,189	361,814

TABELA 9 – Cenários por Bacias.

Demanda hídrica - Bacia Rio Descoberto			
Uso	Cenário atual	Cenário 1	Cenário 2
Pivôs			
Culturas anuais			
- olericultura	3.433.350.000,00	3.433.350.000,00	1.716.675.000,00
Culturas perenes -			
Fruticultura	1.719.244.248,00	3.030.436.500,00	3.896.134.248,00
Pousio	0	0	0
Estufas			
TOTAL	5.152.594.248,00	6.463.786.500,00	5.612.809.248,00

5 Conclusão

O mapeamento realizado no Distrito Federal apresenta uma área de produção agrícola irrigada com cerca de 20.764,99 ha, sendo 13.694 ha (66%) áreas ocupadas por pivôs centrais concentrados na região leste que correspondem na maioria de culturas anuais. As áreas ocupadas com produção de olericulturas correspondem a 3.970,53 ha (19%), seguida as culturas perenes, a fruticultura com 1.982,33 ha (9,5%), as áreas de pousio ocupam 1.014,45 ha (4,9%) e em menor área de estufas com 102,88 ha (0,5%). Verificou-se por meio da bibliografia o aumento de áreas irrigadas no Distrito Federal, principalmente a implantação de pivôs centrais, em sua maioria na Bacia do Rio Preto, que subiu de 4 pivôs (1986) para 228 (2015) tendo um aumento de mais de 13 mil ha.

A estimativa da demanda hídrica para as áreas agrícola de fruticultura que correspondem à 1.982,33 ha, ou seja 9,5%, e olericultura 3.970,53 ha, 19% da área do Distrito Federal apresentaram para o cenário atual uma demanda hídrica total de 9.142.853.340,00 l/mês, sendo 3.544.406.040,00 l/mês (38,77%) para Fruticultura e 5.598.447.300,00 l/mês (61,23%) para olericultura. Com a avaliação dos cenários verificou-se que com a implantação do cenário 1, haveria um aumento na demanda hídrica de 1.813.836.600,00 l/mês totalizando 10.956.689.940 para toda a área. Já para o cenário 2, a demanda hídrica total foi estimada em cerca de

9.893.283.510,00 l/mês para o possível cenário, haveria então, um aumento de 750.430.170,00 l/mês, tornando o cenário 2 com grande potencial para o desenvolvimento da produção de frutas, como propõe a rota da fruticultura.

Contudo, apesar das dificuldades para estimar a demanda hídrica das culturas em áreas irrigadas, a possibilidade simular diferentes cenários de mudança de uso da terra pode oferecer informações auxiliares aos gestores da área de recursos hídricos na tomada de decisões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, S. A; SRIDHAR, V. Evapotranspiration Assessment in the Context of Food, Energy, and Water Nexus in the Lower Mekong River Basin. In: World Environmental and Water Resources Congress 2019: Watershed Management, Irrigation and Drainage, and Water Resources Planning and Management. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2019. p. 48-62.
- ALLEN, R G., et al. "Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56." *Fao, Rome* 300.9 (1998): D05109.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil – 2014: relatório síntese / Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2016. 33p.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2021. Disponível em: <https://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wpcontent/uploads/2021/04/HORTI_FRUTI_2021.pdf>.
- BERNARDI, AC de C. et al. Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar. Embrapa Instrumentação-Livro técnico (INFOTECA-E), 2014.
- BICUDO, Carlos Eduardo; TUNDISI, José G.; SCHEUENSTUHL, Marcos C. Barnsley (Ed.). Águas do Brasil: análises estratégicas. Instituto Botânica, 2010.
- BORGES, M. E. S.; SOARES, F. S; CARVALHO J, O. A.; MARTINS, E. S.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T. Relação dos compartimentos geomorfológicos com o uso agrícola na bacia do rio Preto. Espaço & Geografia, v.10, p.453-476, 20

- BRAVO, J.M; COLLISCHONN, W; TUCCI, C. E. M. Verificação da eficiência e eficácia de um algoritmo evolucionário multi-objetivo na calibração automática do modelo hidrológico IPH II. Rbrh: revista brasileira de recursos hídricos. Porto Alegre, RS. Vol. 14, n. 3 (jul./set. 2009), p. 37-50, 2009.
- BURROUGH, P.A.: Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Clarendon Press, Oxford, 1986.
- CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. Acta geográfica, v. 8, n. 16, p. 40-55, 2015.
- CARNEIRO, P. J. R. et al. Evolução do uso da água na bacia do rio Preto no Distrito Federal. Revista Espaço e Geografia, v. 10, n. 2, 2007.
- CARVALHO, I. R. et al. Demanda hídrica das culturas de interesse agrônomo. Enciclopédia Biosfera, v. 9, n. 17, p. 969-985, 2013.
- CHAVES, A. A. A. et al. Uso das terras da parte norte da bacia do Rio Descoberto, Distrito Federal, Brasil. Bragantia, Campinas , v. 69, n. 3, p. 711-718, 2010.
- CODEPLAN Distrito Federal: síntese de informações sócio-econômicas. Brasília, DF, CODEPLAN, 2006.
- COSTA, F.H.S.; PETTA, R.A.; LIMA, R.F.S. & MEDEIROS, C.N. 2006. Determinação da Vulnerabilidade ambiental na bacia Potiguar, região de Macau (RN), utilizando sistemas de informações geográficas. Revista Brasileira de Cartografia, 58(02):119-127.
- DE RESENDE, G. M.; CORDEIRO, G. G. uso da água salina e condicionador de solo na produtividade de beterraba e cenoura no semi-árido do submédio são francisco. embrapa semiárido-comunicado técnico (infoteca-e), 2007. zee-df. coordenação geral política; do zee-df, coordenação geral técnica. governo de Brasília governador.
- DISTRITO FEDERAL. Atlas Do Distrito Federal 2017.
- EMATER- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal (BRASIL). Informações agropecuárias do distrito federal – 2019.
- EMBRAPA. Custos de produção de hortaliças. BATATA. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalicas/batata/custos-de-producao>>. Acesso em: 25 de julho, 2021.
- EMBRAPA. Embrapa apresenta cultivares de tomate com elevada produtividade e alto valor agregado na Afubra 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/32600557/embrapa-apresenta-cultivares-de-tomate-com-elevada-produtividade-e-alto-valor-agregado-na-afubra-2018>>. Acesso em: 25 de julho, 2021.

- FERNANDES, E. S. Sinergia de dados dos satélites Sentinel-2 e Landsat-8 para estimar evapotranspiração na região do cerrado. Monografia de graduação. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade de Brasília-UnB. 2017.
- FERREIRA, C. S. Avaliação temporal do uso e ocupação das terras na Bacia do Rio São Bartolomeu, DF. 2006.
- FERREIRA, L. G., RIZENTAL, M., DAL MOLIN, Í. A., MONDIN, M., & JUNIOR, P. N. (2015). produtividade de cultivares de alface em dois ambientes em várzea grande-mt. connection line-revista eletrônica do univag, (13).
- FERRIGO, S. Análise de consistência dos parâmetros do modelo swat obtidos por calibração automática – estudo de caso da bacia do lago descoberto - DF. 2014. 147 f., il. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- FELGUEIRAS, C. A. Análises sobre modelos digitais de terreno em ambiente de sistemas de informações geográficas. **DPI/INPE**, p. 1-2, 1999.
- FISCHBECK, P.: "GIS: More than a Map." OR/MS Today, p. 42-45, agosto 1994.
- FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. Oficina de Textos, 2007.
- FONTENELLE, T. H. et al. Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil. Embrapa Milho e Sorgo-Livro científico (ALICE), 2019.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. Water for Sustainable Food and Agriculture: A report produced for the G20 Presidency of Germany. Rome, 2017.
- FORMAGGIO, A. R; SANCHES, I. D. Sensoriamento remoto em agricultura. Oficina de Textos, 2017.
- FRENCH, A. N.; HUNSAKER, D. J.; THORP, K. R. Remote sensing of evapotranspiration over cotton using the TSEB and METRIC energy balance models. Remote Sensing of Environment, New York, v. 158, n. 1, p. 281-294, 2015.
- FRIZZONE, J.A. Os métodos de irrigação. ESALQ/USP, 2017.
- GONSAGA, L.; ALVES, G. F.; LISMAR, W.; CASTRO, P. Evapotranspiração de Referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 41, n. 3, p. 456–465, 2011.
- GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL – GDF. Plano Diretor de Agricultura Irrigada do Distrito Federal. Brasília-DF, 2017. Disponível em: <<http://pdaidf.mi.gov.br/>>

- GOVERNO DO DISTRITO FERDEAL. Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal – ZEE-DF. Disponível em: < <http://www.zee.df.gov.br/fases-antecedentes/>>. Acesso em: 25 jul. 2022.
- GUERRA, A. T.; GUERRA A. J. T. Novo dicionário geológico- geomorfológico. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 652 p.
- GUIMARÃES, D. P.; SOUZA, A. O.; MARTINS, R. F. Crescimento da agricultura irrigada por pivô central no Distrito Federal. In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 9., 2012, Poços de Caldas. Como a tecnologia pode auxiliar na preservação do meio ambiente: anais. Poços de Caldas: GSC, 2012., 2012.
- GUIMARÃES, D. P.; SOUZA, A. O.; MARTINS, R. F. Crescimento da agricultura irrigada por pivô central no Distrito Federal. In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 9., 2012, Poços de Caldas. Como a tecnologia pode auxiliar na preservação do meio ambiente: anais. Poços de Caldas: GSC, 2012., 2012.
- Hidrográfica de gestão dos recursos hídricos. In: simpósio brasileiro de recursos hídricos,xxi., 2015, Brasília. Anais [...]. Brasília: ABRH, p. 1-8, 2015.
- HORTALIÇAS, Embrapa. Cultivo de tomate para industrialização. 2003. Disponível em: < <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/importancia.htm>>. Acesso em: 25 de julho, 2021.
- INACIO et al. Batata/CEPEA: Paraná bate recorde de produtividade. HF BRASIL. Disponível em: <<https://www.hfbrasil.org.br/br/batata-cepea-parana-bate-recorde-de-productividade.aspx>>. Acesso em: 25 de julho, 2021.
- JALILVAND, E. et al. Quantification of irrigation water using remote sensing of soil moisture in a semi-arid region. Remote Sensing of Environment, v. 231, p. 111226, 2019.
- JESEN, J. R. Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres.[S.l]: Jonh R. Jensen: tradução José Carlos Neves Epiphanyo (Coord.)-São José dos Campos, Parêntese, 2009.
- JÚNIOR, W. Q. R., ROCHA, O. C., RODRIGUES, L. N., & GUERRA, A. F. 7.1. A irrigação e a produção de alimentos.
- LAGO, W. NM et al. Ocupação e adequação do uso das terras na microbacia do Ribeirão Extrema, Distrito Federal-Parte I1. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi, v. 16, n. 3, 2012.
- LANDAU, E. C.; GUIMARAES, D. P.; DOS REIS, R. J. Mapeamento das áreas irrigadas por pivôs centrais no Estado de Goiás e no Distrito Federal-

Brasil. Embrapa Milho e Sorgo-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2013.

LAURIN, G. V.; BELLI, C.; BIANCONI, R.; LARANCI, P.; PAPALE, D. Early mapping of industrial tomato in Central and Southern Italy with Sentinel 2, aerial and RapidEye additional data. *The Journal of Agricultural Science, Cambridge*, v. 156, n. 3, p. 396- 407, 2018

LENA, B.P.; FLUMIGNAN, D.L.; FARIA, R.T. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo de cafeeiros adultos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.46, n.8, p.905-911, 2011

LIMA, C. F., CAMPOS, K. C. Análise de risco da fruticultura irrigada na microrregião do Cariri. *Revista de Política Agrícola*, v. 27, n. 2, p. 39, 2018.

LIMA, F. DO M.; ROIG, H. L.; NEUMANN, M. R. B.; LIMA, L. A. DE S.; SOUZA, A. L. F. DE. Serviços Ecossistêmicos e a Agricultura Irrigada na Bacia do Ribeirão Rodeador, Distrito Federal. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 72, n. 2, p. 202-215, 22 jun. 2020.

LIMA, J. E. F. W. et al. Gestão da crise hídrica 2016–2018-Experiências do Distrito Federal. Brasília, DF: ADASA, 2018.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. O estado das águas no Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica. CD-ROM, 1999.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. O estado das águas no Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica. CD-ROM, 1999.

MALDANER, V. I. (2003) Análise dos Conflitos do Uso da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Preto no DF. Dissertação de Mestrado. Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, 2003, 121p.:il.

MALTA, E. A. Avaliação do modelo SSEBop na estimativa de evapotranspiração real da cultura do trigo. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília-UnB. 2019.

MARIANO, A. M; ROCHA, M. S. Revisão da literatura: apresentação de uma abordagem integradora. In: AEDEM International Conference. 2017.

MARQUELLI, W. A.; CALBO, A. G. Manejo de irrigação em hortaliças com Sistema Irrigas. Embrapa Hortaliças. Circular técnica, 2009.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 1998.

MASON, Brooke et al. Intelligent urban irrigation systems: Saving water and maintaining crop yields. *Agricultural Water Management*, v. 226, p. 105812, 2019.

- MESQUITA, L. F. G. de. Gestão de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Preto: atores, ações e conflitos. 2017.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Governo Federal lança Rota da Fruticultura no Distrito Federal e Entorno. GOV. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/governo-federal-lanca-rota-da-fruticultura-no-distrito-federal-e-entorno>>. Acesso em: 20 de julho.
- NUNES, J. F; ROIG, H. L. Modelagem dos conflitos de uso e ocupação do solo como ferramenta para o planejamento territorial: o caso da bacia do alto curso do rio Descoberto DF/GO. Revista Brasileira de Cartografia, v. 68, n. 7, 2016.
- NUNES, S. P. O desenvolvimento da agricultura brasileira e mundial e a idéia de Desenvolvimento Rural. Boletim eletrônico, DESER–Departamento de Estudos Socioeconômicos Rurais, p. 1-15, 2007.
- OKA-FIORI, C. ; FIORI, A. P.; HASUI, Yociteru. Dinâmica da ocupação do solo bacia do Rio Itiquira, Mato Grosso, Brasil. RA'E GA-O Espaço Geografico em Analise, p. 19-31, 2003.
- OZDOGAN, MUTLU, et al. "Remote sensing of irrigated agriculture: Opportunities and challenges." Remote sensing 2.9 (2010): 2274-2304.
- PAZ, V. P. da S; TEODORO, Reges Eduardo Franco; MENDONÇA, Fernando Campos. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 4, n. 3, p. 465-473, 2000.
- PIERDONÁ, H. L., DE PAULA, A. C. P., DA SILVA, C. L., WARREN, M. S., & RODRIGUES, L. N. (2019). Comparação entre dois modelos usados na estimativa da evapotranspiração real da cultura da soja. Embrapa Cerrados-Artigo em periódico indexado (ALICE).
- PREISS, P. Challenges facing the Covid-19 pandemic in Brazil: lessons from short food supply systems. Agric Hum Values, Agriculture, Food & Covid-19, May 2020.
- PREISS, P. et al. Os sistemas agroalimentares e a crise Covid-19: é possível um cenário mais justo e equitativo? In: SANTOS, R; POCHMANN, M. (Org.) Brasil pós-pandemia: reflexões e propostas. São Paulo: Alexa Cultura: São Paulo, 2020a. Disponível em: Acesso em: 8 ago, 2020.
- RODRIGUES, L. M. R. Geoprocessamento aplicado ao estudo da evolução e adequação do uso agrícola das terras na microbacia do Córrego Lamarão, DF. Brasília: Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 1998, 109 p. Dissertação de Mestrado.
- RODRIGUES, L. N., MOREIRA, J. M. M. A. P., Lima, C., & de O. T, M. (2010). Alocação do uso do solo e da água em pivôs centrais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados.

- RODRIGUES, L. N.; ZACCARIA, D. Agricultura Irrigada: um breve olhar. Embrapa Cerrados-Livro técnico (INFOTECA-E), 2020.
- RODRIGUES, L. N., et al. "O modelo de Ritchie na determinação da evapotranspiração do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado." *Ceres* 44.252 (2015).
- RODRIGUES, L. N. Agricultura e recursos hídricos em bacias hidrográficas de diferentes biomas brasileiros: Rede AgroHidro. Embrapa Cerrados-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2010.
- RODRIGUES, L. N.; PRUSKI, F. F. Fundamentos e benefícios do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta para os recursos hídricos. Embrapa Cerrados-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E), 2019.
- SANO, E. E.; LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. & OLIVEIRA, E. C. Estimativa da variação na demanda de água para irrigação por pivô-central no distrito federal entre 1992 e 2002. *Engenharia Agrícola*, n.2, 2005. 508-515pp.
- SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, p.153-156, 200
- SENA, N. A; DA SILVA, Marcos Pereira. MONITORAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS: ESTUDO DA LAGOA DO SOBRADINHO EM LUÍS CORREIA-PI.
- SCHNEIDER, S., CASSOL, A., LEONARDI, A., & MARINHO, M. D. M. (2020). Os efeitos da pandemia da Covid-19 sobre o agronegócio e a alimentação. *Estudos Avançados*, 34, 167-188.
- SEBRAE. O cultivo e o Mercado do limão. SEBRAE. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-limao,9e7a9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 25 de julho, 2021.
- SILVA, L. L. O papel do Estado no processo de ocupação das áreas de Cerrado entre as décadas de 60 e 80. *Caminhos de Geografia*, v. 2, n. 2, 2001.
- SILVA, M. T. G; LACERDA, M. P. C; CHAVES, A. A. A. Geotecnologia aplicada na avaliação do uso das terras da microbacia do Ribeirão João Leite, Goiás. *Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)*, p. 330-337, 2009.
- TESTEZLAF, R. Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações. 1. ed. Campinas, SP: Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP 2017. 215p.
- UNESCO BRASIL. Vegetação no Distrito Federal: tempo e espaço. UNESCO Brasil, 2002.
- WARREN, M. S. et al. Utilização do Sensoriamento Remoto Termal na Gestão de Recursos Hídricos. Embrapa Territorial-Artigo em periódico indexado (ALICE),

2014. WU, Wenyong et al. Advances in research of reclaimed water irrigation in China. Irrigation and Drainage, 2020.

WIKIFARMER. Como cultivar Repolho – O Guia Completo do Cultivo do Repolho do Plantio à Colheita. Wikifarmer. Disponível em: <<https://wikifarmer.com/pt-br/como-cultivar-repolho-o-guia-completo-do-cultivo-do-repolho-do-plantio-a-colheita>>. Acesso em: 30 de julho.