

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA POLITÉCNICA
CURSO DE AGRONOMIA

**IMPACTOS DA IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL SOBRE A ECONOMIA DE
MORRINHOS - GOIÁS**

EDUARDO CARVALHO DE LIMA

GOIÂNIA
2024

EDUARDO CARVALHO DE LIMA

**IMPACTOS DA IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL SOBRE A ECONOMIA DE
MORRINHOS - GOIÁS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Agronomia da PUC-GO, como
parte dos requisitos para a obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. MSc. Ariston Alves Afonso

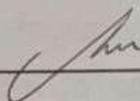
GOIÂNIA

2024

EDUARDO CARVALHO DE LIMA

**IMPACTOS DA IRRIGAÇÃO POR PIVOT CENTRAL SOBRE A ECONOMIA DE
MORRINHOS - GOIÁS**

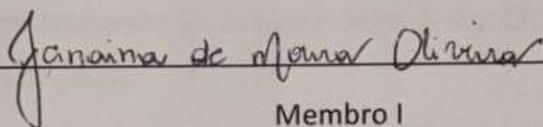
BANCA EXAMINADORA



Presidente

Prof. Me. Ariston Alves Afonso

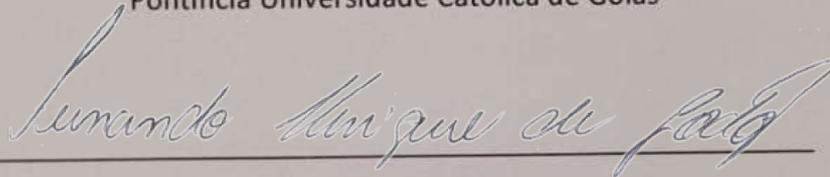
Pontifícia Universidade Católica de Goiás



Membro I

Prof.^a Me.^a. Janaina de Moura Oliveira

Pontifícia Universidade Católica de Goiás



Membro II

Eng. Arg. Me. Fernando Henrique de Godoy

Ágil Planejamento Ambiental

Aprovado em / /

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar os impactos econômicos que a irrigação por pivô central pode causar aos produtores rurais, à sociedade e o ambiente, discutindo tanto os benefícios quanto os desafios associados a essa prática. A análise será sustentada por uma revisão da literatura existente e por dados recentes sobre a situação da irrigação no Brasil, em Goiás e baseada nos dados disponíveis sobre a cidade de Morrinhos. O emprego da técnica de irrigação por pivôs centrais está consolidado em Goiás e tende a se expandir nos próximos anos, sendo este crescimento gradual e contínuo, o que facilita ações de gestão a longo prazo. O processo de expansão agrícola e diversificação de culturas através da irrigação por pivô central teve impacto direto na geração de renda e riqueza na economia do município de Morrinhos. Sendo um município, considerado um dos principais produtores de grãos do estado de Goiás, o avanço e a expansão da prática de irrigação por pivô central em áreas de chapada, tem preocupado a comunidade científica envolvida com as questões socioambientais, principalmente pelos impactos ambientais e conflitos sociais gerados em virtude da grande demanda por recursos hídricos para seu abastecimento. Isso se deve à significativa exigência de água por parte da agricultura irrigada.

Palavras-Chave: Irrigação. Pivô Central. Expansão.

ABSTRACT

This paper aims to analyze the economic impacts that central pivot irrigation can cause to rural producers, society and the environment, discussing both the benefits and challenges associated with this practice. The analysis will be supported by a review of the existing literature and recent data on the irrigation situation in Brazil, in Goiás and based on the available data on the city of Morrinhos. The use of the central pivot irrigation technique is consolidated in Goiás and tends to expand in the coming years, with this growth being gradual and continuous, which facilitates long-term management actions. The process of agricultural expansion and crop diversification through central pivot irrigation has had a direct impact on the generation of income and wealth in the economy of the municipality of Morrinhos. As a municipality considered one of the main grain producers in the state of Goiás, the advancement and expansion of the practice of central pivot irrigation in plateau areas has been a cause for concern for the scientific community involved in socio-environmental issues, mainly due to the environmental impacts and social conflicts generated by the high demand for water resources for its supply. This is due to the significant water requirement of irrigated agriculture.

Keywords: Irrigation. Central Pivot. Expansion.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 OBJETIVO.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1 Tipo de Estudo.....	9
3.2 Dados de Pesquisas.....	9
3.3 Métodos de Coleta de Dados.....	9
3.4 Análise e demonstração dos dados e dos impactos.....	9
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
4.1 Irrigação por pivô central.....	10
4.2 Irrigação por pivô central no Brasil.....	14
4.3 Irrigação por pivô central em Goiás.....	16
4.4 Irrigação por pivô central em Morrinhos.....	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
6 CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

As alterações mais importantes que as sociedades humanas têm promovido no ambiente global são oriundas da agropecuária associada aos expressivos avanços científicos e tecnológicos das últimas décadas. Essas alterações vêm causando impactos negativos, mas, por outro lado, têm sido suporte ao crescimento da população global por prover alimentos e outros produtos à base de biomassa. A irrigação se apresenta como um fator-chave nesse processo, por ter possibilitado um salto de produtividade no mundo nas últimas décadas. Trata-se de uma atividade que está em processo de expansão (Pereira Júnior; Ferreira; Miziara, 2017).

A história da irrigação se confunde, na maioria das vezes, com a história da agricultura e da prosperidade econômica de inúmeros povos. Muitas das antigas civilizações se originaram em regiões áridas, onde a produção só era possível com o concurso da irrigação. Os primeiros esforços bem-sucedidos para controlar o fluxo de água foram feitas na Mesopotâmia e Egito por volta de 8000 anos A.P., onde ainda existem os restos das obras de irrigação pré-históricas. Da mesma forma, as grandes aglomerações humanas que se fixaram nas margens dos rios Huang Ho e Lang-Tse-Kiang, na China (ano 2.000 a.C), do Nilo, no Egito, do Tigre e do Eufrates, na Mesopotâmia e do Ganges, na Índia (ano 1.000 a.C), nasceram e cresceram graças à utilização eficiente de seus recursos hídricos (Martins, 2017).

No Novo Mundo, os povos, Inca, Maia e Asteca fizeram amplo uso da irrigação, iniciando no atual território mexicano por volta de 600 anos A.P. Posteriormente, a tecnologia migrou para o norte até o Sudoeste dos Estados Unidos, onde os índios Hohokam construíram cerca de 1130 km de canais de irrigação, no que hoje é a região do Arizona central (Martins, 2017).

A prática de irrigação pode ser definida como sendo “[...] a aplicação artificial de água ao solo, em quantidades adequadas, visando proporcionar a umidade adequada ao desenvolvimento normal das plantas nele cultivadas, a fim de suprir a falta ou a má distribuição das chuvas” (Melo; Silva, 2007, p. 10).

A finalidade básica da irrigação é proporcionar água às culturas de maneira a atender às exigências hídricas durante todo seu ciclo, possibilitando altas produtividades e produtos de boa qualidade. Sendo que a quantidade de água necessária às culturas é função da espécie cultivada, da produtividade desejada, do

local de cultivo, do estágio de desenvolvimento da cultura, do tipo de solo e da época de plantio (Bernardo, 2008).

O sistema de irrigação vem trazendo recurso necessário para as produtividades de diversas culturas, apresentando grande importância para a agricultura, que estão diretamente relacionados com o sistema planta, água, clima e solo; desta forma é preciso ter o conhecimento das relações entre esses aspectos, que são importantes para o projeto da irrigação, que tem a finalidade de conseguir maior produtividade e qualidade do produto (Bispo et al., 2017).

Se no passado, a utilização da irrigação era apenas uma opção técnica de aplicação de água, que visava à luta contra a seca, atualmente se insere em um conceito mais amplo de agricultura irrigada, sendo uma estratégia para aumento da produção e da rentabilidade da propriedade agrícola (Silva; Reis, 2017). O futuro da irrigação envolve produtividade e rentabilidade com: eficiência no uso da água, eficiência no uso da energia, eficiência no uso de insumos, aliado ao respeito com o meio ambiente.

A prática de irrigação por pivô central vem se tornando cada vez mais habitual entre os grandes produtores e se expandiu no Brasil nos últimos anos, mais notadamente nos estados de São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Bahia (Sandri; Cortez, 2009). Os dados do Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) revelam a predominância do sistema de irrigação por pivô central na região Centro-Oeste (ANA, 2019).

Carvalho e Oliveira (2012) apontam que a irrigação por pivô central consiste em um sistema motomecanizado, caracterizado por irrigar grandes áreas, requer pouca mão de obra, apresenta facilidade em automação e quimificação, boa uniformidade de aplicação e facilita a sucessão de culturas por não precisar ser removido para plantio, tratos culturais nem colheita.

Nesse cenário, a possibilidade de evitar perdas por questões relacionadas às secas prolongadas ou possibilidade de produzir determinados produtos fora da época habitual da safra, fato que maximiza o lucro, fez com que agricultura irrigada se tornasse uma alternativa eficiente e rentável para os grandes agropecuaristas. Em decorrência, sobreveio um avanço contínuo, tanto no tempo, com um acréscimo do número de unidades implantadas, quanto no espaço, com a implantação em quase todos os municípios goianos (Martins, 2017), incluindo Morrinhos, objeto de estudo da presente pesquisa.

2 OBJETIVO

O objetivo geral do trabalho foi analisar e estudar os impactos econômicos que a irrigação pode causar, identificando seus benefícios e malefícios para os produtores rurais, a sociedade e o ambiente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Tipo de Estudo

Este trabalho é uma pesquisa qualitativa e quantitativa, visando compreender os impactos da irrigação na agricultura e seus reflexos na economia do município, no meio ambiente e na sociedade, por meio da análise de dados coletados sobre a região de Morrinhos, Goiás.

3.2 Dados de Pesquisas

Pesquisas bibliográficas e pesquisa documental em órgãos governamentais.

3.3 Métodos de Coleta de Dados

Revisão de literatura em publicações científicas sobre o tema e dados estatísticos fornecidos pelo site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

3.4 Análise e demonstração dos dados e dos impactos

Confronto entre o levantamento bibliográfico e os dados publicados pelos órgãos governamentais.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Irrigação por pivô central

Após a Segunda Guerra Mundial, nos anos de 1950, com o aperfeiçoamento dos aspersores, das bombas, dos tubos de alumínio e a ampla distribuição de energia elétrica nas fazendas, um novo tipo de irrigação foi fortemente impulsionado, principalmente nos países desenvolvidos e industrializados, porém, com as limitações impostas pela necessidade de desmontar e remontar manualmente todas as vezes que iria irrigar outras áreas (Marchetti, 1983).

A contínua inovação e evolução eletroeletrônica, juntamente com a modernização e mecanização da agricultura, engendrada pela Revolução Verde, culminou no desenvolvimento de novos sistemas automáticos de aspersão, totalmente programados. É nesse contexto que, em 1952, Frank Ziback, inventa no Colorado, o sistema de irrigação por pivô central, que originalmente “[...] foi desenvolvido através de um sistema mecânico denominado ‘trojam bar’ que, acionado pela água e atuando diretamente nas rodas das torres, promovia o deslocamento das mesmas” (Marchetti 1983, p. 6). Esse sistema permitiu a automação de todo o processo de irrigação e favoreceu a produção agrícola nas mais diversas estações do ano em diferentes lugares do Planeta.

A técnica de irrigação por pivô central consiste em se aplicar água ao solo sob a forma de aspersão, onde os aspersores são instalados sobre uma haste apoiadas em torres que se movem auxiliadas por rodas pneumáticas acionadas por meio de propulsão de motores hidráulicos à água, hidráulicos a óleo, a pressão do ar, mecânicos por cabo e elétrico, que é o tipo de propulsão mais utilizado atualmente. As torres se movem em círculo, daí a forma arredondada das áreas cultivadas com esse sistema de produção (Melo; Silva, 2007).

A irrigação de pivô central consiste de uma linha lateral autopropelida contendo emissores, com deslocamento lateral ocorrendo através da movimentação das torres em tempos distintos (Frizzone et al., 2018).

O sistema de pivô central ganhou grande visibilidade no cenário agrícola ao longo dos anos. Essa grande aceitação dos pivôs centrais deve-se a alguns fatores citados por Bernardo (2008), incluindo o fato da operação ser em sua maioria automatizada, apresentar simplicidade operacional, vida útil longa, entre outros

aspectos. Além disso, usufrui de uma implementação simplificada, embora sua aquisição exija laboriosos projetos e dimensionamentos. Quando comparados aos sistemas de microirrigação, por exemplo, é possível obter uma média de 1 ha de microirrigação para 10 ha de pivô central, em base no tempo de projeção e instalação (Coelho, 2007).

De acordo com Carvalho e Oliveira (2012), quando utilizada de forma correta, são excelentes as vantagens e os resultados de produção. A lavoura fica protegida contra secas, há aumento de desenvolvimento e lucratividade, diminuindo os riscos ocasionados pelas mudanças climáticas. As vantagens propiciadas pelo sistema de pivô central são: a simplicidade de operação, baixo custo com mão de obra, irrigação em grandes áreas, facilidade de adaptação em solos com algumas irregularidades e possibilidade de aplicação de fertilizantes. Entretanto, mesmo com tantas vantagens, é preciso que o produtor tenha um conhecimento adequado das técnicas para evitar gastos inadequados.

Visto que tudo que possui vantagens possui limitações, o sistema de pivô central não seria diferente. Devido ao seu formato circular, sua implementação em uma área quadrada faz com que, em média, apenas 80% da parte total seja irrigada. Além disso, só apresenta uma boa economicidade pivôs maiores de 50 ha. O fator de velocidade do vento, assim como a radiação, também pode ser prejudicial, pois a presença desses fatores afeta diretamente a uniformidade de aplicação de água. Em regiões que esses fatores são recorrentes, pode-se encontrar uma perda de 25% de água por evaporação (Frizzone et al.,2018).

Santos (2021) argumenta que o sistema de irrigação por pivô central possui algumas desvantagens: o aumento do desenvolvimento de doenças, devido às folhagens úmidas; os elevados custos iniciais, gastos devido à energia elétrica à manutenção; elevado consumo de água; limitações ao uso do sistema devido à ocorrência de ventos e também declividade do terreno. Além disso, o sistema pode causar possíveis danos ao solo, seja por compactação ou devido ao escoamento de água nas proximidades.

O abastecimento do pivô central se dá através de adutoras de conexão entre a fonte de água e a unidade do pivô, esta, pode ser interligada diretamente ao curso d'água ou, quando este não possui vazão suficiente para a captação, são construídos reservatórios para o regular da vazão. Esses reservatórios são de acordo com Ferreira (2003, p. 187) “[...] um dos principais fatores que vem degradando as

Veredas”.

Depois da água captada, transportada, tratada e controlada entram em ação os equipamentos de aplicação e distribuição de água na cultura. O ideal é que esses equipamentos apliquem a água de forma eficiente, evitando assim o desperdício com uma aplicação uniforme sobre o cultivo, não permitindo áreas irrigadas deficientemente ou com excesso de água. Enquadra-se nessas unidades equipamentos como, aspersores, sprays, gotejadores, microaspersores, tubos sifões (Testezlaf, 2017).

Nessa etapa da irrigação deve-se ter um cuidado todo especial com o planejamento e manejo da água. O conceito de manejo eficiente da irrigação é complexo, e no seu sentido mais amplo relaciona tanto o manejo da água como também do equipamento, com o objetivo de adequar a quantidade de água a ser aplicada e o momento desta aplicação. O dimensionamento correto dos equipamentos é fundamental, pois afetam diretamente a capacidade de aplicação de água no sistema, bem como sua uniformidade de distribuição (Pires et al, 1999).

O manejo apropriado da irrigação não pode ser considerado uma etapa independente dentro do processo de produção agrícola, tendo, por um lado, o compromisso com a produtividade da cultura explorada e, por outro, o uso eficiente da água, promovendo a conservação do meio ambiente (Mantovani, 2002).

Assim, o manejo adequado passa pelos princípios éticos e pela qualificação profissional, tanto dos responsáveis técnicos que elabora o projeto e que assessora o produtor no decorrer do processo de implantação, quanto dos funcionários responsáveis pelo manuseio do pivô central. Sobre esse assunto Testezlaf (2011) chama a atenção para a necessidade de:

[...] investimentos na formação de recursos humanos especializados em projetos de equipamentos e sistemas de irrigação e, principalmente, no manejo da água devem ser priorizados na busca pela sustentabilidade, sendo ainda, preciso o treinamento de mão de obra na operação e manutenção de sistemas de irrigação, que hoje ainda é um entrave importante para garantir qualidade no uso dessa técnica (Testezlaf, 2017, p. 193).

Para elaboração de projetos eficientes é necessário levantamento topográfico, estudo da disponibilidade e qualidade da água, determinações de parâmetros de solo e planta e estimativa do consumo de água, a fim de evitar prejuízos econômicos e potenciais conflitos com demais usuários localizados a jusante. Na etapa da estimativa de água, devem se tomar certos cuidados, haja vista que a falta de dados precisos

sobre a evapotranspiração, leva à “[...] utilização de valores médios mensais [...] podendo subestimar as necessidades de irrigação, por incluir em seu cálculo, as baixas evaporações dos dias chuvosos e nublados” (Pires et al, 1999, p. 9).

Por outro lado, a imprecisão na estimativa do consumo de água pode ocasionar adição de água em excesso. De acordo com Testezlaf (2017), uma lâmina excessiva de irrigação pode levar a lixiviação em solos permeáveis, podendo provocar a salinização do mesmo, bem como a contaminação de águas subterrâneas. Em solos com baixa velocidade de infiltração, pode causar o escoamento superficial determinando a contaminação de água subterrânea, no caso da aplicação de produtos químicos via irrigação, resultando em baixo rendimento da cultura, baixa rentabilidade da produção e graves alterações ambientais.

Não obstante, a não observância dos princípios do correto sistema de manejo e, principalmente, o desrespeito com a legislação ambiental, tem provocado impactos e alterações também nos ambientes ripários, principalmente matas ciliares e Veredas (Martins, 2010). O fato é que, para abastecer os pivôs é necessária a construção de reservatórios. A construção desses reservatórios, sem a observância das particularidades ambientais, tem provocado grandes transformações no ambiente de Vereda, levando-o a morte (Ferreira, 2003).

Guimarães e Landau (2020) colocam que com o constante desenvolvimento tecnológico presente nos dias atuais, os métodos de coleta de dados para projeção de um pivô central foram sendo modificados visando facilitar o processo. Atualmente, há a utilização de planilhas automatizadas para os cálculos hidráulicos da linha lateral, levando em consideração área de abrangência do pivô e medidas dos equipamentos utilizados pela empresa em questão. Além disso, o georreferenciamento torna a determinação de medidas das áreas mais simples e precisas, com a utilização de drones, imagens de satélites, entre outros recursos. Esses métodos contribuem para a determinação de status de uso, posição em relação às áreas de preservação, concentração de microbacias hidrográficas, avaliação de demanda hídrica e condições das lavouras por sensores remotos, entre outros aspectos que facilitam o estudo de uma área destinada ao pivô.

4.2 Irrigação por pivô central no Brasil

A expansão da irrigação no Brasil pode ser associada a um conjunto de políticas públicas de fomento ao setor. Segundo a Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico, a intervenção pública, por meio da instituição de programas de irrigação, buscou, desde a década de 1960, fomentar a economia regional pela geração de emprego e renda e consequente redução da pobreza, especialmente na região semiárida do nordeste e do norte de Minas Gerais (ANA, 2014).

A intensificação da atividade de agricultura irrigada no Brasil ocorreu a partir das décadas de 1970 e 1980 e se deve a alguns fatores-chave, em especial: a expansão da agricultura para regiões com clima desfavorável; estímulos governamentais de desenvolvimento regional; e benefícios observados na prática com boa disponibilidade de financiamentos. A maior parte da área irrigada atual é privada e a atividade está dispersa por todo o território (ANA, 2019).

Programas foram intensificados e difundidos pelo território nacional ao longo da década de 1980, com o Programa Nacional para Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis (PROVÁRZEAS), em 1981; o Programa de Financiamento de Equipamentos de Irrigação (PROFIR), em 1982; o Programa Nacional de Irrigação (PRONI), em 1986; e o Programa de Irrigação do Nordeste (PROINE), em 1986 (Bernardes, 1998).

Segundo Testezlaf, Matsura e Cardoso (2002), as ações provenientes de políticas em favor da irrigação foram voltadas ao desenvolvimento regional, associadas à implantação de programas especiais por parte dos governos federais e estaduais. Esses programas foram quase sempre estabelecidos em épocas específicas e, portanto, com forte conotação conjuntural e atendendo demandas regionais bem definidas.

Apesar do propósito difusor da tecnologia, a década de 1980 caracterizou-se pelas obras de irrigação de uso comum, pela infraestrutura elétrica e pelo apoio financeiro, realizados pelo governo federal. Essas ações promoveram a concentração da irrigação em regiões específicas e que, atualmente, em virtude da vazão demandada, têm gerado conflitos no setor agropecuário e entre os demais setores da economia local (Brasil, 2008).

A irrigação no Brasil iniciou uma nova fase, pelo Plano Agrícola 2013-2014, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), com as definições que

possibilitam a expansão das áreas irrigadas pelo setor privado, no aprimoramento da prática associada à agricultura irrigada e no desenvolvimento sustentável da irrigação, em especial com as medidas para redução da taxa de juros dos financiamentos, atuando em crédito e seguro rural, na modernização dos trâmites associados a prazos de outorgas, na formação de recursos humanos e pesquisa, ampliando apoio à irrigação do setor privado. Com essa política e estratégias associadas houve notável aumento da agricultura irrigada no Brasil, sempre a taxas superiores às do crescimento da área total plantada (Christofidis; Goretti, 2019).

Existe no Brasil um potencial significativo para o fomento da agricultura irrigada sustentável, o que representaria um aumento da produção de alimentos no país. A irrigação pode beneficiar potencialmente qualquer cultura de interesse comercial. Mas, como ferramenta de gestão de políticas públicas e de investimentos privados, deve-se privilegiar aquelas com maior potencial de geração de benefícios ambientais, econômicos e sociais (Borghetti et al., 2017).

No Brasil, antes de iniciar a instalação de sistemas de irrigação, a legislação obriga os produtores a consultar as autoridades locais, de forma a poder verificar se existem restrições ao uso de água para irrigação. Dependendo da região, obter uma autorização pode ser virtualmente impossível. Se o agricultor monta e instala o sistema à revelia, sem consulta aos órgãos públicos, corre o risco de ver a obra embargada e ter seus equipamentos confiscados, além de estar sujeito a multas.

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o Brasil está entre os países com a maior área equipada para irrigação do mundo, que são liderados por China e Índia, com cerca de 70 milhões de hectares cada, seguidos por Estados Unidos, com cerca de 27 milhões de hectares, Paquistão, com cerca de 20 milhões de hectares, e Irã, com cerca de 9 milhões de hectares. A agricultura irrigada é o maior uso da água no Brasil e no mundo. O potencial de expansão da agricultura irrigada em nível mundial é estimado pela FAO em cerca de 200 milhões de hectares (Levien; Figueirêdo; Arruda, 2021).

Landau et al. (2013) apresentaram a frequência de estabelecimentos rurais com pivôs centrais (número de estabelecimentos) no Brasil, em que Goiás aparece na terceira posição (com 552 estabelecimentos), atrás apenas de Minas Gerais (788) e São Paulo (741). Quando se depara com a percentagem de estabelecimentos rurais com pivôs centrais por unidades da federação, Goiás está na segunda posição (0,4%), atrás do Distrito Federal (1,4%).

Quanto às microrregiões do Brasil com maior frequência de estabelecimentos rurais com pivôs centrais em 31 de dezembro de 2006, Landau et al. (2013) se reporta à microrregião Paracatu, no noroeste mineiro, em primeira posição, com 174 estabelecimentos, enquanto a microrregião Meia Ponte no sul goiano contava com 132 estabelecimentos nessa situação.

Segundo o Mapeamento Atualizado da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil, o País superou os 30 mil pontos-pivôs em 2022, ocupando uma área equipada de 1,92 milhão de hectares. Em comparação com 2019, ano que foi considerado para a publicação do Atlas Irrigação 2021, houve um aumento de 370 mil hectares (+24%) e em relação a 2010 o incremento foi superior a 1 milhão de hectares (+225%). Além disso, entre 2010 e 2022, o ritmo médio de crescimento foi de 80,6 mil hectares ao ano, com tendência de aceleração. Atualmente somente seis estados concentram 92,5% da área equipada de pivôs. São eles: Minas Gerais (29,2%); Goiás (16,3%); Bahia (15,3%); São Paulo (12,9%); Rio Grande do Sul (10,2%); e Mato Grosso (8,6%) (ANA, 2024).

O Cerrado responde por 70,4% da área total de pivôs centrais, que é de 1,35 milhão de hectares. Geralmente essa concentração ocorre devido à expansão da agricultura para áreas de maior déficit hídrico, da estrutura fundiária de grandes e médias propriedades, da adequação desse sistema para grandes áreas relativamente planas e para os tipos de solos predominantes (ANA, 2023).

O levantamento dos pivôs centrais no Brasil em 2024 identificou uma área de 2.200.960 hectares em 33.846 equipamentos de irrigação. O crescimento anual de 140.842 ha foi o maior já registrado na série histórica desde o ano de 1985. Em relação ao levantamento de 2022 (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2023), foram identificados 3.807 novos pivôs centrais no País (Guimarães; Landau, 2024).

4.3 Irrigação por pivô central em Goiás

O Centro-Oeste é considerada uma região que sofre de escassez de água em períodos específicos do ano, com o verão se caracterizando-se por ocorrências de chuvas e o inverno com um grande período de escassez, tornando necessária a suplementação de água para as culturas semeadas durante esse período. Cada região geográfica do país exige demandas diferentes de acordo com características próprias (ANA, 2021).

Goiás está situado na região Centro-Oeste do Brasil. Cerca de 97% de seu território é ocupado pelo bioma Cerrado e os demais 3% são ocupados por formações de Mata Atlântica, pouco preservadas, situadas na região sul. O estado possui enorme riqueza de recursos hídricos, sendo berço de três grandes bacias hidrográficas nacionais: Tocantins, Paraná e São Francisco (Pereira Júnior; Ferreira; Miziara, 2017).

O bioma Cerrado apresenta como importante característica, o clima, sendo a precipitação a variável climática mais notável devido ao comportamento sazonal, com um longo período de estiagem – abril até outubro – e um longo período de chuvas – novembro a março. A precipitação média anual fica entre 1.200 e 1.800 mm (Marcuzzo, Faria; Pinto Filho, 2012).

Nos meses de seca mais severa, em julho e agosto, as taxas de precipitação chegam a 0 mm, contra 355 mm médios no mês de dezembro. Além disso, Silva et al. (2013) demonstram que o excesso hídrico climático apresenta uma distribuição espacial heterogênea no estado, ao passo que o déficit hídrico exibe um comportamento homogêneo.

Neste contexto, o clima, associado à baixa fertilidade natural dos solos do Cerrado, foi, até meados da década de 1970, o principal obstáculo à produção intensiva em Goiás. A partir daí, inicia-se um processo que pode ser denominado de expansão da fronteira agrícola, apoiado fortemente na modernização, que resultou na evolução dos sistemas de manejo e irrigação, viabilizando a produção em larga escala no território goiano (Silva et al., 2013).

Por outro lado, apesar de no século XX ter ocorrido uma importante expansão das atividades industriais no país, principalmente na região Sudeste, o estado de Goiás atuou como parte desse processo, intensificando a produção de matérias-primas. Assim, a ocupação de novas áreas na fronteira e a redução dos custos de produção tornaram-se a base do crescimento da produção agropecuária goiana (Bezerra; Cleps Júnior, 2004).

O avanço contínuo da modernização e mecanização no campo engendrou novas formas de produção e manejo. O avanço tecnológico contemplou desde a inovação de insumos e sementes, até a modernização do maquinário agrícola. É nesse contexto que surge, primeiramente no Brasil e posteriormente no Cerrado Goiano, a prática de irrigação por pivô central (Martins et al., 2016).

A localização mais afastada dos grandes centros consumidores da região Sudeste força uma redução do valor agregado da terra em Goiás (Rezende, 2002).

Esse valor é também fortemente influenciado pelas condições naturais (fertilidade e relevo) e pela tecnologia, que levou a produção agrícola no Cerrado a um novo patamar (Prado, Miziara; Ferreira, 2012). As técnicas de correção de solo, associadas ao melhoramento genético dos cultivares, sobretudo soja e trigo, permitiram um salto na produção agrícola da região, consolidando o agronegócio e colocando Goiás entre os principais exportadores de grãos do Brasil (IMB, 2015). Dentre as principais tecnologias empregadas, os pivôs centrais foram um dos meios de vencer a última barreira existente no Cerrado para a produção agrícola superintensiva: a chuva.

Dessa forma, o avanço desse tipo de irrigação está inserido em um processo maior, de expansão da fronteira agrícola, ocorrido em Goiás. Neste caso, norteado por programas governamentais, tais como o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER), cuja principal função foi tornar o Cerrado uma área produtora de grãos, sobretudo soja, produto deficitário no mercado japonês (Inocêncio; Calaça, 2009).

A década de 1980 e 1990 foi caracterizada pela consolidação do modelo da agricultura moderna em Goiás. Nesse momento a atuação do Estado concentra-se principalmente no campo, com infraestrutura voltada aos grandes proprietários que sobressaíram em relação aos pequenos proprietários que não obtiveram os mesmos incentivos. Esses investimentos eram a garantia de desenvolvimento econômico, justificando a força do campo no Cerrado goiano, no contexto da economia nacional. Esse processo interfere nos rearranjos territoriais, devido à intensa mobilidade socioeconômica imposta pelo avanço técnico e científico empregado no sistema produtivo do Cerrado goiano.

Conforme Martins (2017), as primeiras unidades de pivô central foram instaladas no estado de Goiás, no ano de 1982, sendo uma no município de Castelândia e outra no município de Uruaçu, respectivamente nas regiões Sul e Norte de Goiás. Já no ano de 2016 existem no Território Goiano, 3.244 unidades de pivô central instaladas, perfazendo 2.354 km² de área irrigada, um aumento de 20% na área irrigada em relação ao ano de 2011. Pode se observar também que, atualmente, tal prática está presente em 151 municípios goianos.

É relevante observar que entre os anos de 2011 a 2016 ocorreu um aumento considerável no quantitativo de unidade pivô central instalado no Estado de Goiás, fato que não foi acompanhado na mesma proporção pela área irrigada. Este evento

pode ser explicado, parcialmente, pelo tamanho dos novos pivôs centrais instalados, que em virtude da falta de áreas planas, que possibilitam a implantação de pivôs de grande porte, o agricultor se vê obrigado a optar por vários pivôs de pequeno porte, aumentando o número de unidades contido com pequenas áreas irrigadas (Martins, 2017).

Para Martins (2017), a irrigação por pivô central se adaptou muito bem ao Cerrado Goiano. Sendo as primeiras unidades implantadas no início dos anos de 1980 e, através de um crescimento e uma espacialização contínua, tal prática atingiu no ano de 2016, a maioria dos municípios goianos em diferentes proporções onde se faz presente em 151 dos 246 municípios, ou seja, em apenas 95 municípios esse sistema de manejo agrícola ainda não se faz presente. Todavia, deve ser ressaltado que tal prática concentra-se basicamente em trinta municípios goianos, somando juntos, 2.435 unidades e totalizando mais de 175.533 hectares de área irrigada. O que representa aproximadamente 76% total das unidades e também da área cultivada.

O informe técnico do Instituto Mauro Borges (IMB), de dezembro de 2019 apresenta o quantitativo do mapeamento de pivôs centrais para o estado de Goiás e o Distrito Federal referente ao ano de 2017, realizado pela Secretaria de Estado da Economia de Goiás, sob responsabilidade da Coordenação do Agronegócio. O Mapeamento identificou 3.885 equipamentos de pivôs centrais totalizando uma área irrigada de 274.485,95 hectares, sendo 3.649 equipamentos de pivôs centrais em Goiás e 236 no Distrito Federal. Em relação ao mapeamento realizado em 2016, observa-se um incremento de 323 equipamentos de pivôs centrais, e área irrigada de 17.454,77 ha para o estado de Goiás (IMB, 2019).

Com base nos dados definitivos do Censo Agropecuário de 2017, a área irrigada no estado de Goiás é de 492.390 ha distribuídos em 8.191 estabelecimentos agropecuários, de um total de 152.174 estabelecimentos que ocupam uma área total de 26.275.245 ha (Levien; Figueirêdo; Arruda, 2021).

Em relação à unidade administrativa, a cidade de Cristalina, a qual está localizada na Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE), é o município goiano que possui o maior quantitativo de pivôs centrais, tanto em números absolutos, com a existência de 704 unidades, quanto em área cultivada com um total de 56.406 hectares plantados. Essa concentração ocorre em virtude de condições propícias para a prática de irrigação, principalmente o relevo tabular que apresenta declividade abaixo de 15%. Possui também rede de drenagem

com padrões dendríticos, com média a alta densidade, possibilitando a construção de uma vasta rede de reservatórios que permitem abastecer um grande número de pivôs. Essa combinação, somando-se com as várias rodovias que ligam o município com os grandes centros consumidores/exportadores – Brasília, São Paulo, Rio de Janeiro – alavancou a implantação e expandiu a prática de irrigação por pivô central nesse município (Levien; Figueirêdo; Arruda, 2021).

O segundo e terceiro colocados em área plantada, são respectivamente, os municípios de Jussara, com 12.440 ha e Paraúna com 8.157 ha, ambos localizados na região Oeste Goiana, todavia, no que concerne ao número de unidades, a segunda e terceira posições são ocupadas respectivamente por Morrinhos, situado Região Sul, com 158 unidades, e Luziânia, no Entorno do Distrito Federal, com 104 unidades (Levien; Figueirêdo; Arruda, 2021).

.Em termos regionais, ainda merecem destaques, os municípios de Catalão localizado no Sudeste goiano com 66 unidades e área irrigada de 5.242 ha, o município de Niquelândia, localizado na região Norte goiana, com 2.381 ha de área irrigada distribuída por 25 pivôs e o município de Santa Isabel, no Centro goiano, com 27 unidades, porém, com uma área irrigada de 1.358 ha (Levien; Figueirêdo; Arruda, 2021).

Deve-se ressaltar que o Instituto Mauro Borges, em parceria com a atual SECIMA, na época SEMARH (Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos) realizou um estudo sobre o comprometimento hídrico no estado de Goiás, classificou os dez municípios goianos que apresentam as regiões hidrográficas mais críticas do Estado de Goiás, sendo eles em ordem decrescente: Cristalina, Água Fria de Goiás, Formosa, Cabeceiras, Ipameri, Luziânia, Itaberaí, Campo Alegre de Goiás, Jussara e Vianópolis (IMB, 2014).

Esses municípios, em decorrência da grande demanda de água para fins de irrigação apresentam seríssimos problemas hídricos em suas sub-bacias hidrográficas, merecendo assim, atenção especial por parte do órgão ambiental competente no momento de liberar novas outorga de uso da água. Nesse contexto, é importante observar que nem sempre o município que apresenta maior número de pivô central, apresenta necessariamente comprometimento hídrico, tal fato ocorre em virtude do comprometimento hídrico ser obtido através da relação entre a disponibilidade hídrica e a demanda (Levien; Figueirêdo; Arruda, 2021).

O processo de modernização da agricultura goiana aproximou,

sistemicamente, a agricultura com a indústria. O objetivo de expandir a produção agrícola efetivamente aconteceu. Para esse propósito, o setor agrícola foi se integrando ao Cerrado que apresentou, desde então, um grande potencial produtivo. O crescimento das redes de infraestrutura territoriais, sobretudo logísticas, apoiou a constituição de complexos agroindustriais e o alargamento das fronteiras agrícolas e, como consequência, a expansão desses complexos, em um processo de retroalimentação, exigiu investimentos públicos em modernização do território (Silva, 2008)

Pires (2008) destaca ainda que as agroindústrias instaladas na região centro sul de Goiás, além de buscarem os incentivos fiscais e a proximidade do mercado consumidor do Sudeste, levaram em consideração também o potencial e a produção agropecuária desta região. Já as culturas do arroz e feijão, típicas da cesta de alimentos dos trabalhadores, apresentaram uma tendência de deslocamento para a região centro-norte do estado, mostrando, assim, que a região centro-sul vai aos poucos se especializando em culturas ligadas aos elos dos complexos agroindustriais e ao mercado internacional, como é o caso da soja e, recentemente, da cana-de-açúcar.

4.4 Irrigação por pivô central em Morrinhos

O município de Morrinhos está situado na microrregião Meia Ponte, na Mesorregião Sul Goiano, sendo delimitado pelas coordenadas geográficas, 17° 30' 05" a 18° 06' 11" de latitude Sul, e 48° 48' 49" a 49° 27' 42" de longitude Oeste. A área total do município é de 2.830,17 km². Insere-se fundamentalmente nas grandes unidades geomorfológicas conhecidas como Planalto Central Goiano e Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná (Mamede et al., 1983).

Possui uma localização privilegiada, situado no entroncamento que dá acesso a importantes cidades do estado de Goiás. Suas principais vias de acesso são: a BR-153, que liga Morrinhos a Goiânia e a Itumbiara e de lá ao sudeste e ao sul do Brasil; GO-213, que liga o município à cidade de Caldas Novas e ao leste do estado; GO-147, que liga Morrinhos às cidades de Piracanjuba e Água Limpa; GO-446, que liga o município à cidade de Buriti Alegre; GO-215, que liga o município à cidade de Pontalina e ao sudoeste do estado.

De modo geral, o clima do município de Morrinhos, segundo o Sistema de Classificação de Strahler, em 1952, é um clima tropical típico, quente e semiúmido, apresentando verão quente e chuvoso e inverno frio e seco. O período chuvoso, com média de 1.200 a 1.800 mm, vai de novembro a março, intercalado com períodos de seca, chamados de veranicos, que podem ocorrer em meio à estação chuvosa, causando sérios problemas para a agricultura (Marcuzzo et al., 2012), e o período seco, de maio a setembro, sendo os meses de outubro e abril considerados como de transição.

A criação de gado bovino é considerada a principal atividade econômica do município. As finalidades principais do rebanho são o corte (recria e engorda), produção de leite e a seleção de reprodutores. Depois vem a agricultura, que, graças aos solos férteis e planos, vem ganhando nos últimos anos cada vez mais espaço na balança comercial do município, com destaque para o cultivo da soja, arroz, milho, feijão e tomate, cultivados tanto em manejo de sequeiro quanto irrigado, com uso de pivô central.

A logística de redes dos transportes foram determinantes para o desenvolvimento econômico de Goiás. O município de Morrinhos entra em destaque por ser contemplado por uma relevante logística, com destaque a presença da BR-153, que interliga o Município a importantes centros consumidores de produtos agrícolas, assim como, a importantes portos e aeroportos, que possibilitam acessos eficazes, ganhando destaque no cenário do agronegócio.

No dizer de de Marcelino, Mendonça e Borges (2016, p. 160):

A proximidade com Goiânia (128 Km) coloca Morrinhos no circuito locacional do desenvolvimento econômico de Goiás e, por isso, se beneficia dos investimentos públicos como é o caso da BR-153, que coloca a região em uma das principais rotas dos fluxos comerciais do país.

Cabe aqui ressaltar que o processo de modernização do município se desenvolveu aos moldes do que aconteceu no Estado de Goiás a partir da década de 1960, principalmente, na década de 1970. Ou seja, com base em um processo de modernização da agricultura que se estabeleceu com aquisição de implementos e suplementos agrícolas que resultaram em um salto de qualidade na produção e, também, na melhoria da pecuária no manejo e trato.

O início do processo de modernização das unidades de exploração agrícolas em Goiás, e sobretudo na região centro-sul, teve seu ponto inaugural a partir de

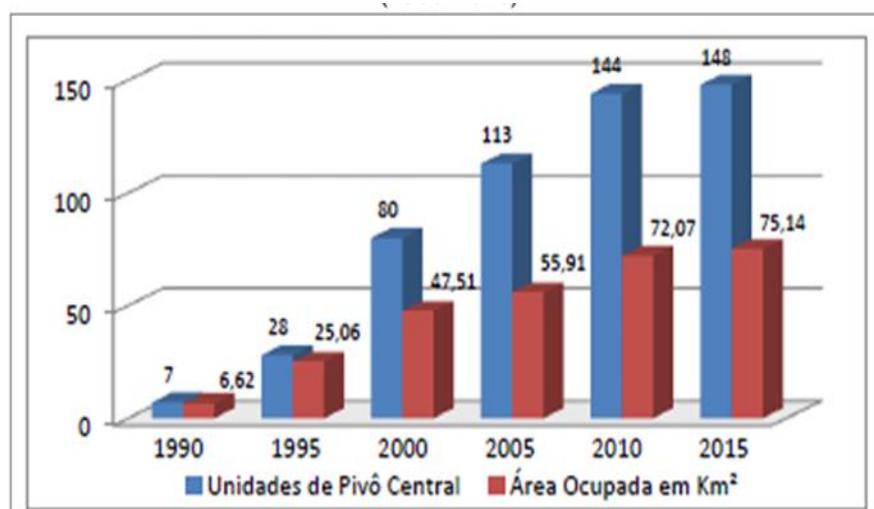
meados dos anos 70 do século XX, com as políticas desenhadas pelo POLOCENTRO (1975), Programa de Desenvolvimento da Região Geoeconômica de Brasília (1979), PRODECER (1985) e Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste - FCO (1989), os quais tiveram por objetivo difundir pacotes tecnológicos para os produtores rurais incrementarem a produtividade do trabalho.

Assim, a participação do Estado - em nível federal e estadual - teve um papel primordial para a mudança na estrutura e nas atividades agropecuárias da região de Morrinhos, pois proporcionou os instrumentos de crédito para investimento, custeio, comercialização e assistência técnica necessários para a implementação das inovações físico-química, biológica e mecânicas indispensáveis para os produtores rurais expandirem o produto do seu trabalho agrícola.

De acordo com dados do Instituto Mauro Borges, em 2013, Morrinhos contava com 143 unidades de pivôs de irrigação e estava posicionado em quarto lugar no ranking dos 25 municípios com maior área irrigada no estado de Goiás e o segundo em quantidade de equipamentos instalados (IMB, 2014).

Por outro lado Martins et al. (2016) apontam que em 1990 o município de Morrinhos contava com apenas sete equipamentos de irrigação, em 2000 estes eram em número de 80, em 2010 eram 144, e em 2015 o total era de 148 unidades. Já, a área irrigada era de 6,62km² em 1990, 47,51 km², em 2000, em 2.010 eram 72,07km², e em 2.015 o total era 75,14 km², com mostra a Figura 1.

Figura 1 – Gráfico das quantidades e áreas ocupadas por pivô central no município de Morrinhos/GO (1990-2015)



Fonte: Martins et al., 2016

No ano de 1990, existiam apenas 7 unidades de pivô central, com uma área irrigada de 6,62 km². Já no ano de 1995, esse número saltou para 28 unidades, perfazendo 25,06 km², um incremento 278,54% na área cultivada. Já entre os anos de 1995 a 2000, esse número saltou para 80 unidades, ocupando uma área de 47,51 km², um aumento na área irrigada em torno de 80,58%. Entre os anos de 2000 a 2005, o aumento foi de 33 unidades, passando de 80 em 2000, para 113 em 2005, responsável por um aumento de 17% na área irrigada. Contudo, entre os anos de 2005 e 2010, ocorreu um incremento de 28% na área irrigada, passando de 55,91 km² para 72,07 km², com um aumento de 31 unidades de pivô central no período. Por fim, entre os anos de 2010 e 2015, foram implantados apenas 04 novas unidades de pivô central no município, com incremento de apenas 4,25% na área irrigada.

Esses dados apontaram um incremento em torno de 2.000%, em 25 anos, a partir do que Martins et al. (2016 p. 888) concluíram:

[...] a prática agrícola com uso de pivô central, apesar da pouca representatividade espacial, causa grande pressão nos recursos hídricos tanto no município de Morrinhos como em outras localidades situadas à jusante das áreas de captação e que também são afetadas direta ou indiretamente por essa prática.

Esse pujante crescimento tem despertado a preocupação da comunidade científica em decorrência da grande demanda de água por parte da agricultura irrigada.

Segundo dados mais recentes publicados pelo Instituto Mauro Borges, Morrinhos ocupa a segunda posição, entre os municípios goianos, em número de pivôs centrais com 165 e a quinta posição em área cultivada de 8.212,33 ha (IBM, 2019).

De acordo com o Censo Demográfico do IBGE (2010), a agropecuária, com cerca de dois mil produtores, é responsável por 53% de geração de divisas do município. Na agricultura se destacam a cultura de soja, arroz, milho, algodão, abacaxi, banana, feijão, tomate, mandioca, contando também com uma expressiva produção de cana-de-açúcar, foram 1.032.750 toneladas produzidas em 2013 (IMB, 2014). Na produção de tomate para o uso da indústria o município ocupa o segundo lugar no ranking do Estado.

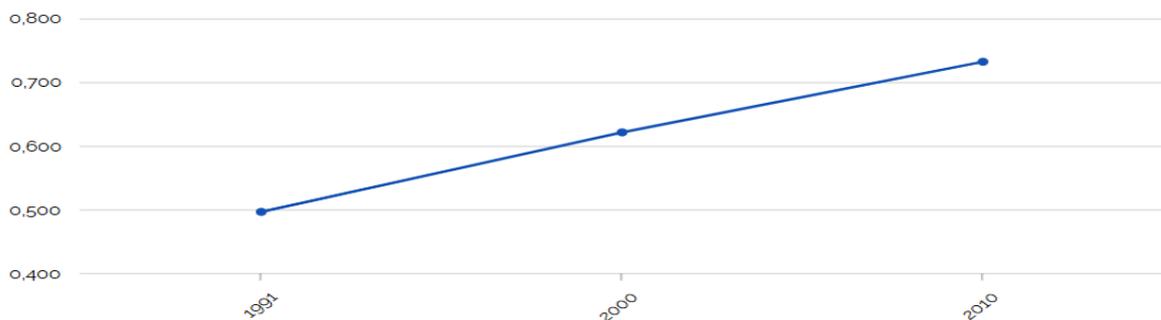
Martins (2013) coloca que no município de Morrinhos também se sobressai pelas agroindústrias. Situado a 289 km de São Simão, porto de acesso à hidrovias

Paranaíba/Paraná/Tietê principal ponto de ligação hidroviária entre o Centro-Oeste e os países do MERCOSUL, oferece facilidade tanto para a obtenção de matéria-prima para produção quanto para seu escoamento. Exemplo disso é a inserção do município no cenário do setor sucroenergético no ano de 2005, quando o Grupo Camargo Mendonça (CAMEM) do interior de São Paulo instalou a unidade de produção no município, que oferecia incentivos fiscais, além dos aspectos físicos favoráveis para o cultivo da cana-de-açúcar.

O município se empenha para atrair indústrias, pois tem como finalidade a geração de emprego e renda para a população visando o crescimento econômico, na medida em que a população empregada reflete-se na melhoria da qualidade de vida e contribui para o desenvolvimento econômico.

O Gráfico 1 mostra o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do município de Morrinhos:

Gráfico 1 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 1991-2010



Fonte: IPEA (2013)

De acordo IPEA (2013), de 1991 a 2010, período em que as atividades agroindustriais passam a ganhar projeção, em virtude de fatores como estabilização financeira econômica e abertura para o capital estrangeiro, o Índice de Desenvolvimento Humano do Município (IDHM), passou de 0,498, em 1991, para 0,734, em 2010. Isso implica em uma taxa de crescimento de 47,39% para o município; e em uma taxa de redução do hiato de desenvolvimento humano, ou seja, a distância entre o IDHM e o limite máximo do índice, que é 1, esse índice passou de 52,99%. No município, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,335), seguida por Longevidade e por Renda.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Christofidis e Goretti (2019) se verifica que o Brasil tem condições muito favoráveis com possibilidades de alcançar uma área total irrigada da ordem de 10 milhões de hectares, até 2030. Um crescimento relativamente insignificante, diante do potencial existente, na opinião dos referidos autores. As tomadas de decisões para que se logre um crescimento mais robusto encontram respaldo de diversas ordens, mas vão requerer intensificação de investimentos em setores estratégicos, como do fornecimento de energia elétrica em quantidade e em qualidade para aproveitar, ao máximo, os avanços existentes nos equipamentos de irrigação, hoje disponíveis no mercado. Por outro lado, os avanços na capacitação de pessoas, o desenvolvimento científico e tecnológico e as demonstrações práticas de muitos produtores são um acervo cada vez maior, para crescentes melhoramentos na gestão integrada das bacias hidrográficas, com boas práticas de conservação dos recursos naturais, a melhor recarga dos aquíferos que, associada à reservação superficial das águas no espaço rural, têm a capacidade de melhor regularizar o fluxo hídrico ao longo do ano, com melhor atendimento de todos os usuários da água (Levien; Figueirêdo; Arruda, 2021).

O emprego da técnica de irrigação por pivôs centrais está consolidado em Goiás e tende a se expandir nos próximos anos, sendo esta uma expansão gradual e contínua, o que facilita ações de gestão a longo prazo. Regiões de grande densificação como Cristalina, Morrinhos e Jussara precisam ser observadas em contexto global nas ações de gestão. Existe uma forte necessidade de analisar a demanda hídrica desses equipamentos, bem como as técnicas utilizadas e a relação consumo hídrico/produção no estado de Goiás. Esse esforço permitiria um melhor delineamento da capacidade de expansão e da vulnerabilidade dos recursos hídricos no território goiano, que são de suma importância para praticamente todo o território nacional (Pereira Júnior; Ferreira; Miziara, 2017).

Os dados revelam ainda, que o estado de Goiás apresenta significativa porcentagem dos equipamentos de irrigação com mais de vinte anos de uso, do total de equipamentos existentes até 2014, 470 possuíam mais de 20 anos de uso e, destes, 408 são do tipo pivô central, o que contribui para reduzir a eficiência do método de irrigação para até 50%, ou seja, na contramão do que preconiza a eficiência

econômica dos recursos. Além disso, fato notório que aproximadamente 30% da população amostrada não possuem outorga para captação do recurso hídrico, o que constitui um indicativo de inadequação do sistema de irrigação aos parâmetros técnicos e ecológicos exigidos para concessão de uso do recurso. Todavia, é possível encontrar ainda, como técnica de eficiência de uso do recurso hídrico na irrigação agrícola, a construção de barragens para represar a água da chuva, uma vez que as mesmas aumentam a oferta do recurso (Furquim; Abdala, 2019).

Entretanto, segundo Furquim e Abdala (2019), essa técnica ainda é incipiente para evitar conflitos pelo uso da água, pois esses barramentos não asseguram o fornecimento necessário para a realização de três safras/ano. Além disso, o grande desafio quanto ao uso de represas está nos custos de construção, que variam entre mil e quatro mil reais por hectare irrigado adicionais ao projeto. Mesmo assim, os dados da pesquisa cadastramento dos irrigantes do estado de Goiás (SEAGRO, 2014), revelam que aproximadamente 20% dos sistemas de irrigação não utilizam barramento, sendo a captação realizada diretamente na fonte do recurso hídrico.

Embora a agricultura irrigada contribua para enormes ganhos de produtividade e segurança alimentar, esse sistema de produção é dependente de alta demanda hídrica e alto potencial para gerar conflitos pelo uso da água. Santos et al. (2022) chamam a atenção para a necessidade de dimensionar os equipamentos de irrigação, para a seleção adequada da cultura agrícola e para a definição correta das lâminas de irrigação para buscar a maximização da eficiência no uso da água. Além de que a intensificação da irrigação implica maior utilização de nutrientes químicos, aumento do consumo de energia e aumento na emissão de gases de efeito estufa, sendo que a demanda por energia é agravada no caso da necessidade de bombeamentos das águas subterrâneas.

Segundo levantamentos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2022a, 2022b), a produção agrícola brasileira consome um volume de água de 9,2 mil m³/s, do qual 90,6% são oriundos do ciclo hidrológico (água verde proveniente das chuvas) e 9,4% são via irrigação derivada dos mananciais superficiais e/ou subterrâneos (água azul). O volume de água usado na irrigação corresponde a uma vazão média de 865 m³/s e representa mais do que o dobro utilizado pela população brasileira para suprir suas necessidades diárias (ANA, 2023).

Além dos impactos ecológicos, os dados da pesquisa aqui referenciada permitem também evidenciar aspectos relevantes aos impactos econômicos do uso

dos sistemas de irrigação. A água, quando utilizada por meio de infraestrutura hídrica de captação, consiste em fator de produção que compõe o sistema de produção agrícola, assim como sementes, máquinas e implementos, mão-de-obra, fertilizantes e defensivos agrícolas. Nesse sentido, ao contrário da agricultura de sequeiro, a agricultura irrigada normalmente contempla o recurso água como insumo a ser utilizado eficientemente, a fim de se obter elevado índice de produtividade e, conseqüentemente, mais retorno econômico.

O conceito de produtividade da água (WP), abordado por Kijine et al. (2003), descrito como a capacidade do sistema agrícola de produção de transformar água em alimentos e fazê-lo eficientemente, representa um indicador de desempenho econômico que considera os elementos básicos de um sistema de irrigação, expressos como a proporção da saída de produtos para cada unidade de entrada de fator (água que consome), ou seja, o componente água é apresentado, na irrigação, em um contexto econômico, constituindo um dos parâmetros (fator) de uma função de produção.

Dessa forma, os recursos hídricos, enquanto fator de produção, acarretam custos, mesmo que seu preço não esteja explícito. Ainda que na maioria das regiões do País não exista a cobrança pelo uso da água de irrigação, o valor econômico desse recurso se expressa no gasto com energia para realizar o bombeamento, no investimento para aquisição de equipamento para levar a água do manancial à lavoura e, especialmente, no custo social de oportunidade, por ser ela um bem público (Albuquerque, 2004).

Cook et al. (2006) apresenta, a partir do conceito de produtividade da água (Kijine et al., 2003), diferentes parâmetros para estimar esse indicador. Segundo Cook et al. (2006), no âmbito privado, o uso de sistemas com elevado custo de implantação deveria ser planejado para produzir culturas que agregassem mais valor, bruto ou líquido, ao recurso utilizado. Já na dimensão social, deveriam estar contabilizados os custos de oportunidade do uso do recurso hídrico e, entre eles, a possibilidade de aumento de oferta e a conseqüente redução de preços pagos ao consumidor de culturas de maior valor de mercado.

Nesse contexto, analisando as culturas irrigadas mais produzidas, de acordo com o cadastramento (SEAGRO, 2014) - algodão, alho, batata, beterraba, cabotiá, café, cebola, cenoura, cevada, feijão, kinoa, linhaça, milho, milho doce, milho

pamonha, milho semente, pastagem, soja, tomate e trigo – é possível inferir uma diversificação de culturas sugerida pelo próprio cadastro.

Entretanto, Abdala (2012), analisando o uso do solo por sistemas de irrigação tipo pivô central no estado de Goiás, concluiu que, dos 26 municípios que usavam essa tecnologia, 16 deles estariam utilizando mais de 50% desse sistema para produzir culturas com reduzida renda bruta da terra, tais como milho, pastagem e soja, o que seria indicativo de ineficiência econômica do uso da água.

A expansão da irrigação no estado de Goiás tem sido um processo contraditório, segundo o qual programas de desenvolvimento do setor instituíram políticas visando a difusão tecnológica necessária ao aumento da produtividade da terra, da oferta de alimentos e do desenvolvimento regional, fomentando a formação de polos agroindustriais de processamento e beneficiamento de alimentos nas regiões onde o uso da irrigação vai se consolidando. Entretanto, é possível evidenciar distorções à efetividade dessas políticas.

Concentrada em sistemas de irrigação, regiões e culturas específicas, essa expansão manifesta uma série de impactos, que podem ser relacionados aos recursos hídricos demandados pela tecnologia. Assim, o uso ineficiente da tecnologia de irrigação cria condições de escassez física (demanda de consumo maior do que a oferta do recurso) ou bioquímica (contaminação, tornando o recurso impróprio para usos específicos) do recurso, com consequências ambientais e socioeconômicas negativas, o que pode, em uma análise custo-benefício, evidenciar custo-efetividade negativo ou ineficiência alocativa do recurso hídrico (Thomas et al., 2010).

Apesar da existência do instrumento de gestão pública do recurso hídrico, instituído por meio da política de outorga e licenciamento ambiental, verifica-se baixa adesão a ele, bem como a sua ineficácia em garantir que o recurso hídrico tenha destinação social mais efetiva, uma vez constatado o uso do recurso para produção de culturas de baixo valor comercial.

A sustentabilidade do uso da água pode ser alcançada por ações que limitam a quantidade utilizada por unidade de qualquer atividade, favorecendo a conservação dos corpos hídricos. Portanto, para que haja eficiência intertemporal, torna-se necessário adotar estratégias de manejo que reduzam as perdas que acontecem nos reservatórios, na condução e na aplicação de água nas áreas irrigadas, bem como aprimorar os métodos de irrigação e de manutenção em equipamentos.

Com a instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos, a água passou a ser caracterizada como bem econômico, sendo passível de cobrança o direito à sua utilização. Assim, cobrança pelo uso dos recursos hídricos pode ser considerada um dos mais eficazes indutores do uso racional desse recurso, com vistas a influenciar na decisão da localização espacial da atividade econômica, redistribuir os custos sociais e incorporar as dimensões social e ambiental ao planejamento global, além de promover a formação de fundos para projetos, intervenções, obras e outros trabalhos do setor. Entretanto, a eficácia desse instrumento em alcançar esses objetivos depende do valor unitário a ser cobrado pelo recurso hídrico e da forma de implantação desse mecanismo.

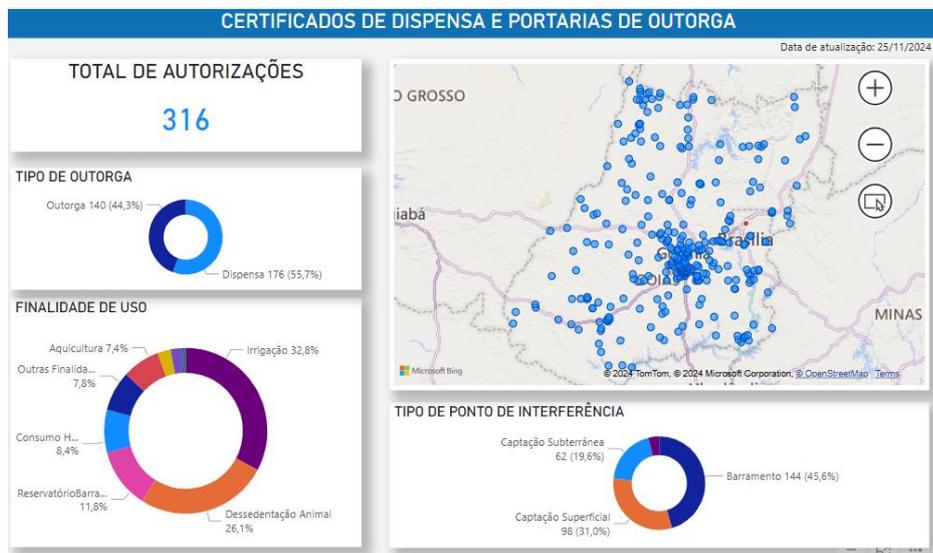
Nesse sentido, Finkler et al. (2015) esclarece que a iniciativa nacional de implantação desse instrumento tem se baseado em modelos de ampliação da oferta do recurso e se fundamentado na formação de fundos para projetos, intervenções, obras e outros trabalhos do setor.

No município de Morrinhos, um dos principais produtores de grãos do estado de Goiás, o avanço e a expansão da prática de irrigação por pivô central em áreas de chapada (topografia plana e presença de recursos hídricos) tem preocupado a comunidade científica envolvida com as questões socioambientais, principalmente pelos impactos ambientais e conflitos sociais gerados em virtude da grande demanda de recursos hídricos para seu abastecimento. Nesse sentido, conhecer o avanço e a espacialização dos pivôs é de suma importância para propor ações e medidas mitigadoras que possam contribuir para minimizar a pressão sobre os recursos hídricos.

A agricultura irrigada no município de Morrinhos mostrou-se dinâmica, com um crescimento considerável. Atenção especial deve ser dada à concessão de outorgas de água como inibidor da concentração dos pivôs, o que a médio e curto prazo pode comprometer a demanda hídrica no setor agrícola morrinhense.

A Figura 2 apresenta o número de certificados de dispensa e portarias de outorga no município de Morrinhos.

Figura 2 – Certificados de dispensa e portarias de outorga – Município de Morrinhos (GO)



Fonte: SiRHGO – SEMAD, 2024

Estudo realizado por Martins *et al.* (2013), no município de Morrinhos (GO), demonstrou que o represamento para captação de água para o abastecimento de pivô central tem papel de destaque na degradação do ambiente de Vereda. Haja vista que, nesse município foi comprovado que aproximadamente 60% das represas edificadas para o abastecimento do pivô central encontram-se localizadas na área núcleo do ambiente de Vereda.

Outro dado apresentado por Martins *et al.* (2013) é que a prática de irrigação por pivô central, quando desprovida de manejo adequado dos recursos hídricos, faz com que esses empreendimentos causem grandes impactos diretos e/ou indiretos sobre o meio ambiente, principalmente aumentando a pressão acerca dos recursos hídricos.

Um pivô de 70 ha com 470 metros de raio em média 83 l/s de água. Isso dá uma média de 1,18 l/s/ha. Se considerar que no município de Morrinhos a área ocupada com pivô central soma 75,14 km² ou 7.514 ha, pode se concluir que estes pivôs consomem aproximadamente 8.866,52 litros de água por segundo, levando em consideração que um pivô gasta em média oito horas para completar a irrigação. Se todos os pivôs fossem ligados ao mesmo tempo, gastaria um total de 255.355 m³ ou 255.355.776 litros de água para irrigar toda área ocupada por pivô no município de Morrinhos.

Em Morrinhos, a pressão sobre os recursos hídricos é tanta que trabalhos de

campo comprovaram a existência de pivô central inutilizado por falta de vazão dos mananciais entre os meses de agosto a outubro, o que acarreta, além de danos ambientais, prejuízos econômicos, haja vista que o custo de implantação de pivô central fica em média 7.000,00 reais por hectare ou 490.000,00 reais em um pivô com 70 ha, o que traduz grande prejuízo para o produtor.

Assim, pode-se deduzir que a prática agrícola com uso de pivô central, apesar da pouca representatividade espacial, causa grande pressão nos recursos hídricos tanto no município de Morrinhos como em outras localidades situadas à jusante das áreas de captação e que também são afetadas direta ou indiretamente por essa prática.

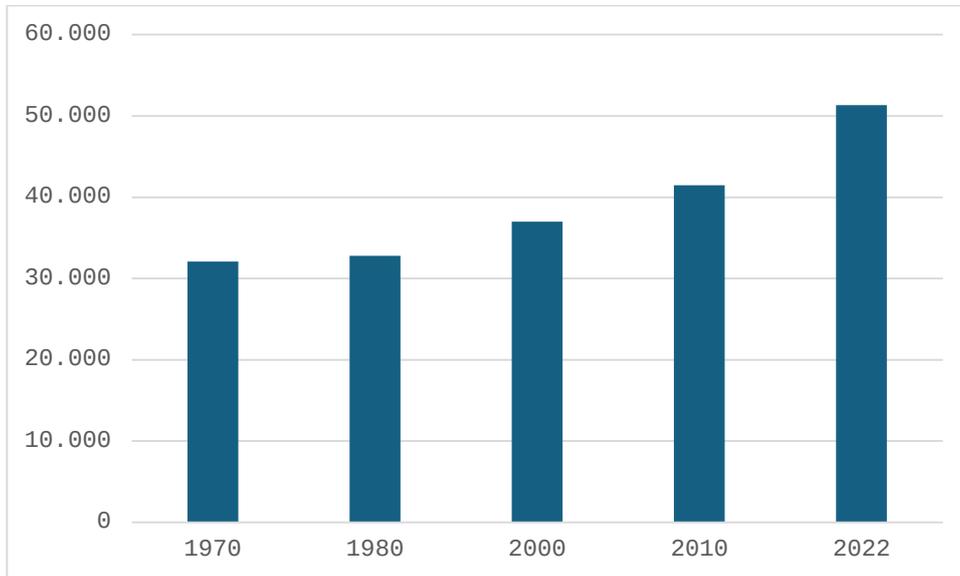
A irrigação por pivô central fez com que o município de Morrinhos se destacasse regionalmente na produção agrícola, sobretudo com a produção de grãos e de tomate. Nesse cenário, com o crescimento das atividades agrícolas, o setor industrial voltado para atender a demanda deste segmento também se desenvolveu, proporcionando novas transformações físicas, econômicas, como também sociais e culturais para a população do município, devido à reestruturação produtiva.

Aliado ao fato de o município de Morrinhos estar localizado às margens da BR-153, podemos citar a proximidade com a capital do estado, Goiânia (GO), como fator preponderante para o desenvolvimento e instalação de empresas e atividades agroindustriais, bem como os incentivos fiscais por conta de redução de carga tributária oferecida pela prefeitura ou do governo estadual.

Para Lobo (2004), a sociedade capitalista contemporânea vem passando por uma série de mudanças nas últimas décadas. Assim, essas transformações estão presentes na esfera econômica, mas também tem implicações nas demais esferas sociais e, assim, no mundo do trabalho e dos/as trabalhadores. Com isso, ocorreram transformações, também na cidade, até mesmo porque essa passou a atender algumas necessidades do campo, o que fez com que houvesse um estreitamento na relação cidade-campo.

O Gráfico 2 evidencia a dinâmica populacional no município de Morrinhos com os Censos realizados entre 1970 e 2022.

Gráfico 2 – População de Morrinhos (1970 – 2022)

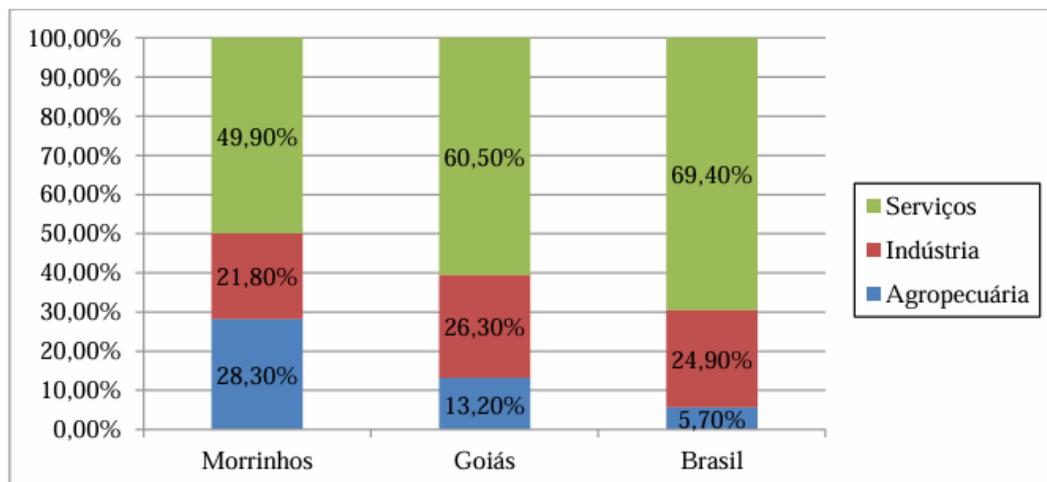


Fonte: IBGE

Em 1970 o município de Morrinhos tinha uma população de 32.085 habitantes, em 1980 de 32.803, em 2000 de 36.990, em 2010 de 41.460 e em 2022 era de 51.351 habitantes. Houve um aumento da população censitária de 2010 para 2022 de 3,84%.

Morrinhos apresenta uma dependência econômica com o setor primário da economia como mostra o Gráfico 3.

Gráfico 3 - Brasil, Goiás e Morrinhos: participação dos setores da economia no PIB, 2022

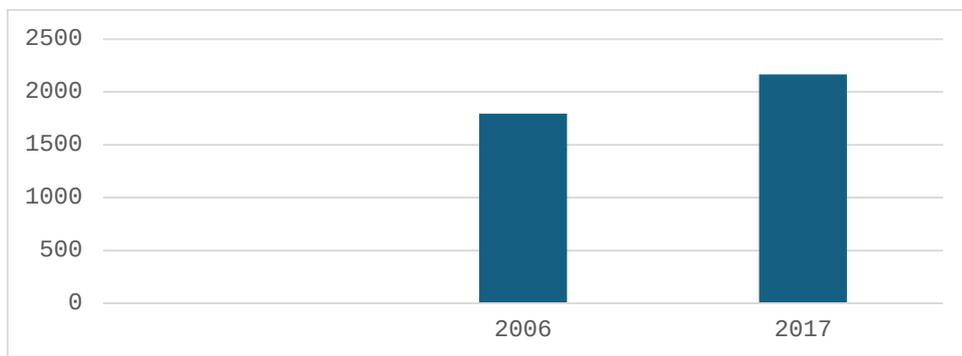


Fonte: IMB (2024)

A participação da agropecuária na economia de Morrinhos, em números percentuais, é mais do que o dobro que o mesmo setor representa para o estado de Goiás e quase cinco vezes maior do que representa para a economia do Brasil.

O Gráfico 4 mostra o comparativo da utilização de terras divulgado pelo Censo Agropecuário de 2006 e 2017 no número de estabelecimentos agropecuários no município de Morrinhos.

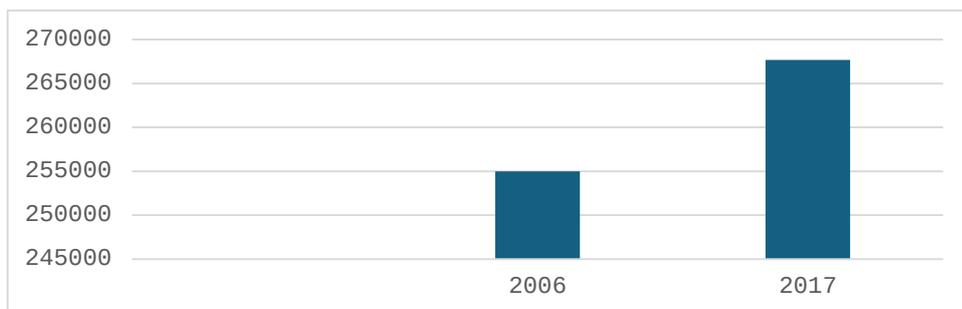
Gráfico 4 – Número estabelecimentos na utilização de terras no município de Morrinhos (2006 e 2017)



Fonte: Censo Agropecuario 2006, 2017

Conforme o Censo Agropecuário de 2006, o município de Morrinhos contava com 1.795 estabelecimentos agropecuários na utilização de terras, já no ano de 2017 este número subiu para 2.168. Houve um aumento de 373 estabelecimentos. A área total utilizada por estes estabelecimentos é ilustrado no Gráfico 5, mostrando que em 2006 havia uma ocupação de 255.017 ha e em 2017 houve um crescimento de 12.667 ha ficando com 267.684 ha.

Gráfico 5 – Área total na utilização de terras no município de Morrinhos (2006 e 2017)



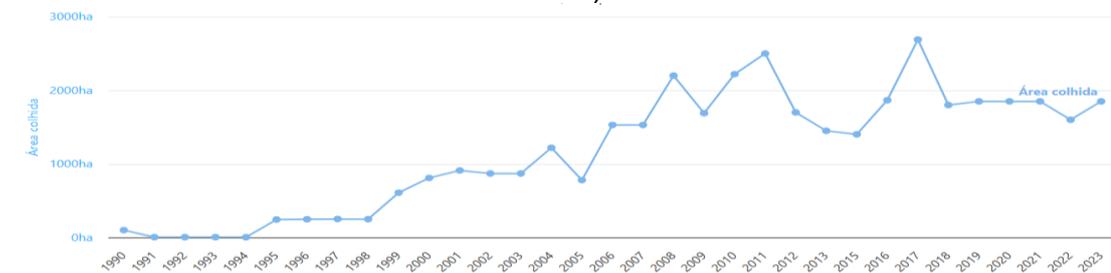
Fonte: Censo Agropecuario 2006, 2017

O Censo Agropecuário mostra o quantitativo de tratores, implementos e máquinas agrícolas no município de Morrinhos, no Censo de 2006 é apresentado apenas o número de tratores em um total de 712, enquanto que o de 2017 traz que possui: Tratores – 1.102; Sementadeiras/plantadeiras – 284; Colhedeiras – 148; e Adubadeiras e/ou distribuidoras de calcário – 228. Do Censo de 2006 para o de 2017 houve um incremento de 390 unidades.

Na irrigação por pivô central, Morrinhos se destaca a produção de tomate para o uso da indústria o município ocupa o segundo lugar no ranking do Estado, em 2022 foram produzidos 185.000t, de acordo com informações do Agro Dados de fevereiro de 2024. Outros produtos nos quais produzidos no município utilizando irrigação por pivô central, são: a soja, o feijão e o milho (IBM, 2024).

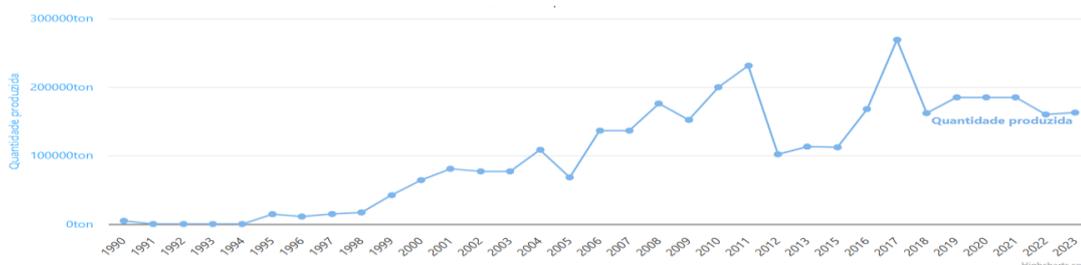
O Gráficos 6, 7, 8, 9 apresentam os dados da área colhida e planta, a quantidade produzida, o rendimento médio da produção e o valor da produção do tomate no município de Morrinhos de 1990 a 2023.

Gráfico 6 – Área colhida e plantada de Tomate no município de Morrinhos (1990-2023)



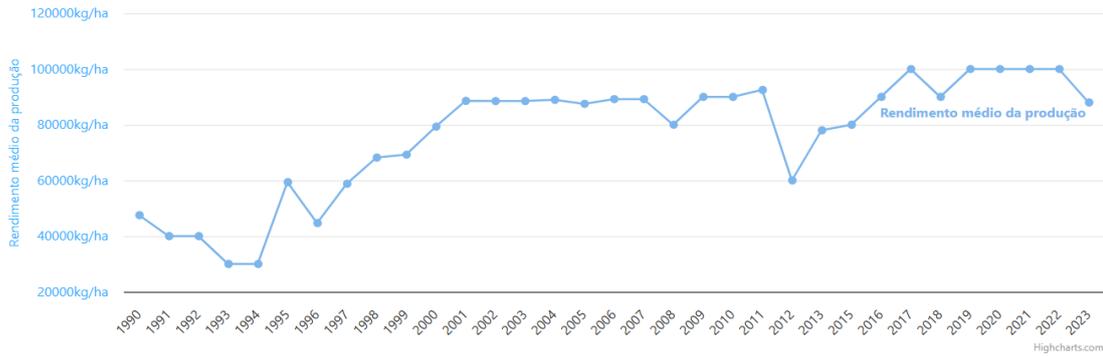
Fonte: Agrolink, 2024

Gráfico 7 – Quantidade produzida de Tomate no município de Morrinhos (1990-2023)



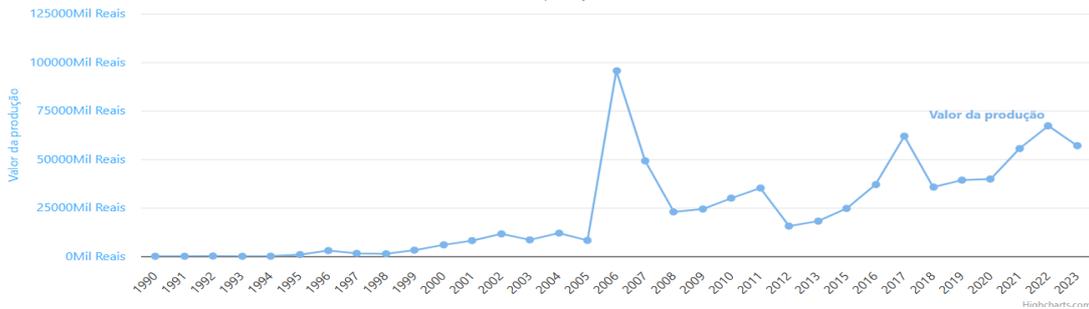
Fonte: Agrolink, 2024

Gráfico 8 – Rendimento médio da produção de Tomate no município de Morrinhos (1990-2023)



Fonte: Agrolink, 2024

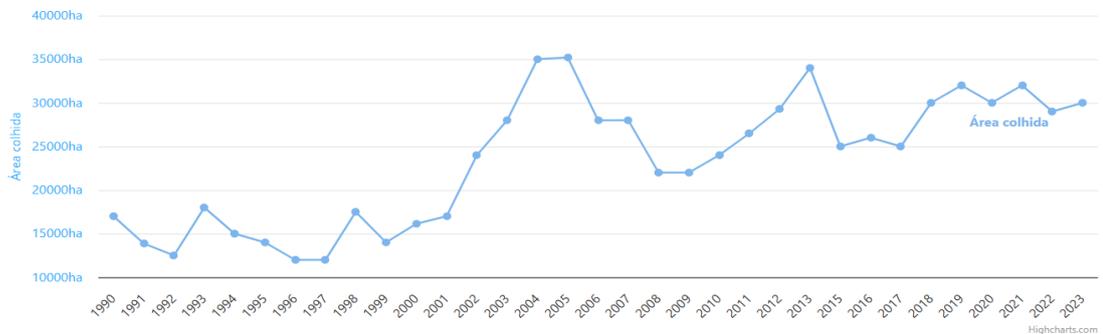
Gráfico 9 – Valor da produção de Tomate no município de Morrinhos (1990-2023)



Fonte: Agrolink, 2024

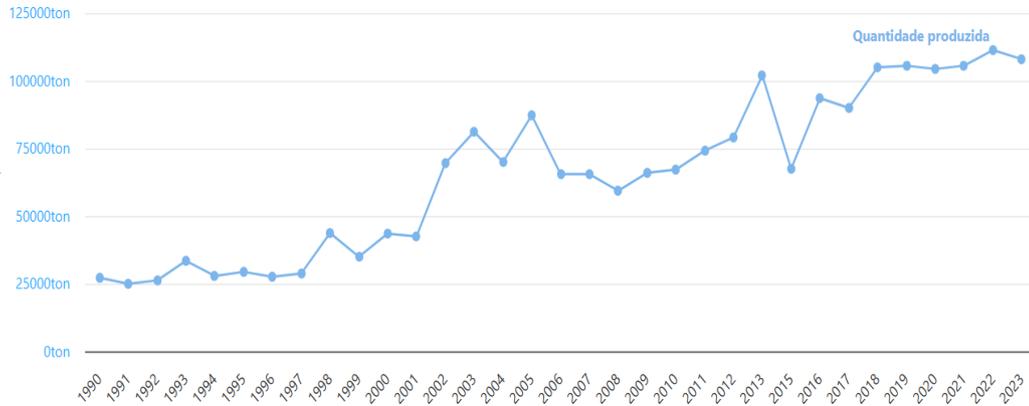
O Gráficos 10,11, 12, 13 apresentam os dados da área colhida e planta, a quantidade produzida, o rendimento médio da produção e o valor da produção de soja no município de Morrinhos de 1990 a 2023.

Gráfico 10 – Área colhida e plantada de Soja no município de Morrinhos (1990-2023)



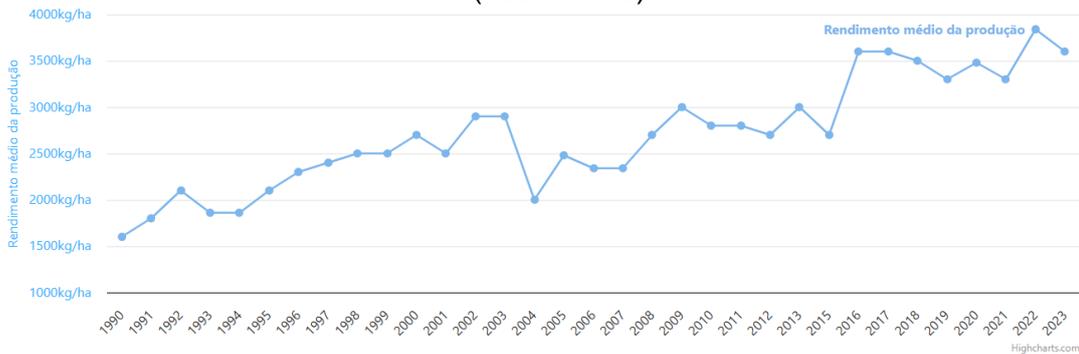
Fonte: Agrolink, 2024

Gráfico 11 – Quantidade produzida de Soja no município de Morrinhos (1990-2023)



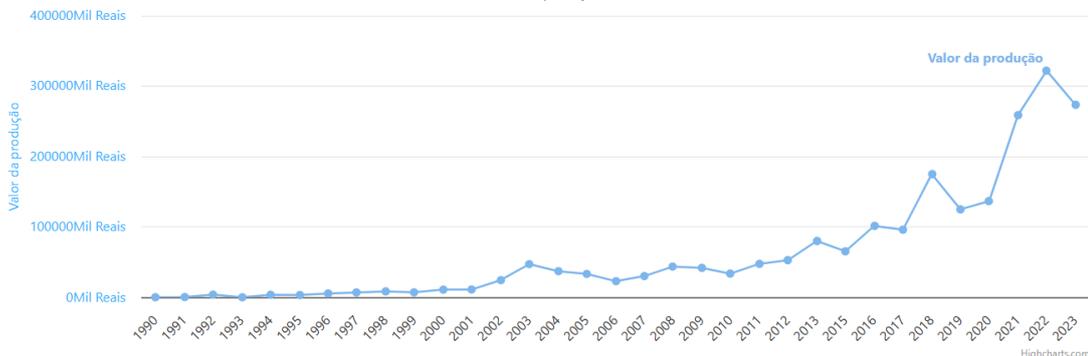
Fonte: Agrolink, 2024

Gráfico 12 – Rendimento médio da produção de Soja no município de Morrinhos (1990-2023)



Fonte: Agrolink, 2024

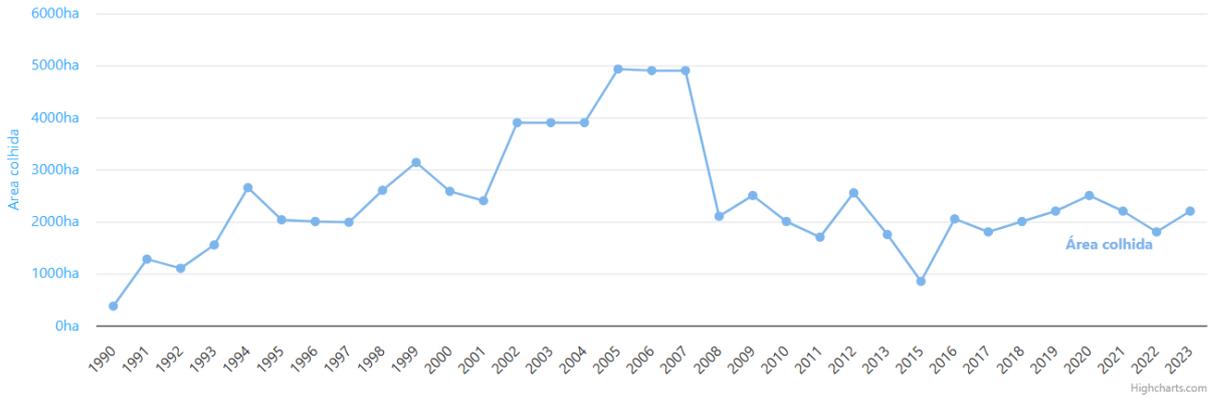
Gráfico 13 – Valor da produção de Soja no município de Morrinhos (1990-2023)



Fonte: Agrolink, 2024

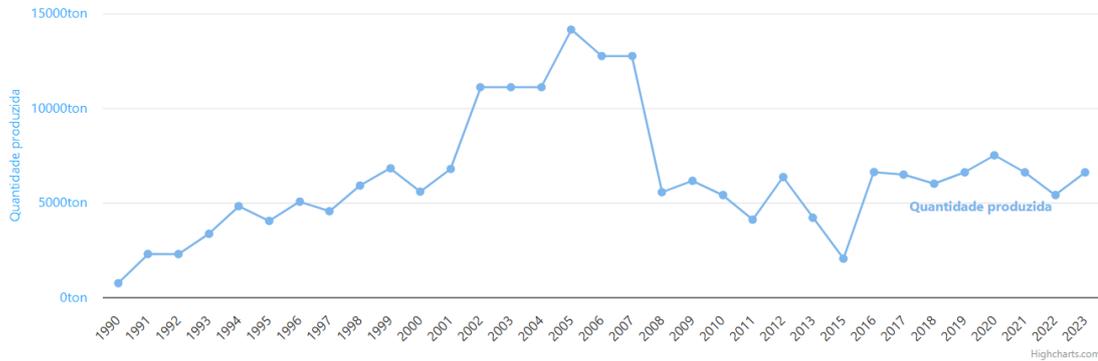
O Gráficos 14, 15, 16, 17 apresentam os dados da área colhida e planta, a quantidade produzida, o rendimento médio da produção e o valor da produção de feijão no município de Morrinhos de 1990 a 2023.

Gráfico 14 – Área colhida e plantada de Feijão no município de Morrinhos (1990-2023)



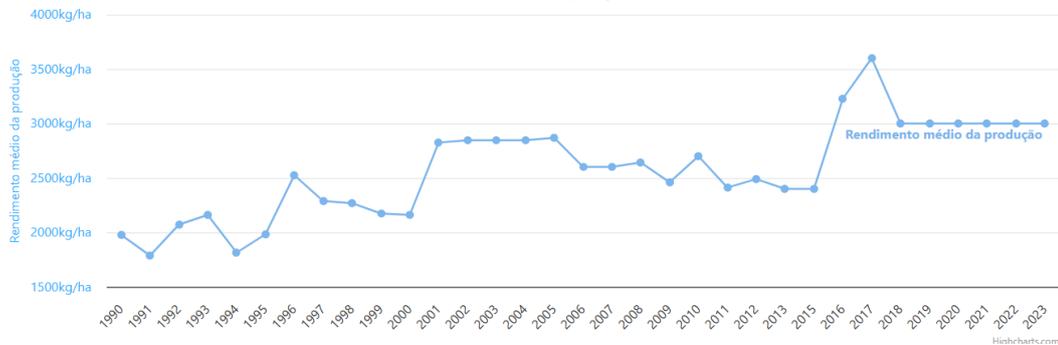
Fonte: Agrolink, 2024

Gráfico 15 – Quantidade produzida de Feijão no município de Morrinhos (1990-2023)



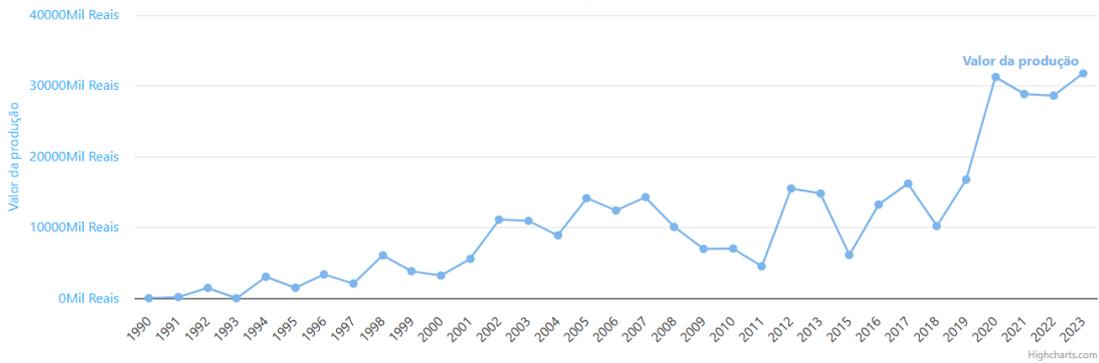
Fonte: Agrolink, 2024

Gráfico 16 – Rendimento médio da produção de Feijão no município de Morrinhos (1990-2023)



Fonte: Agrolink, 2024

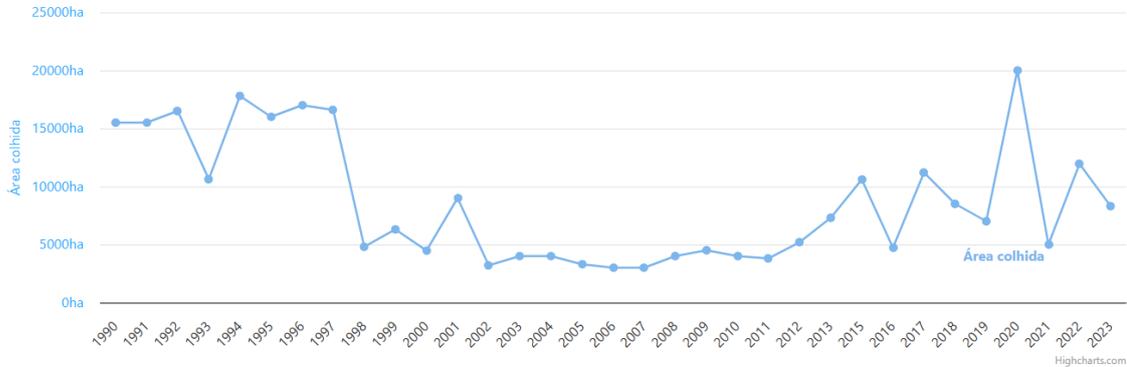
Gráfico 17 – Valor da produção de Feijão no município de Morrinhos (1990-2023)



Fonte: Agrolink, 2024

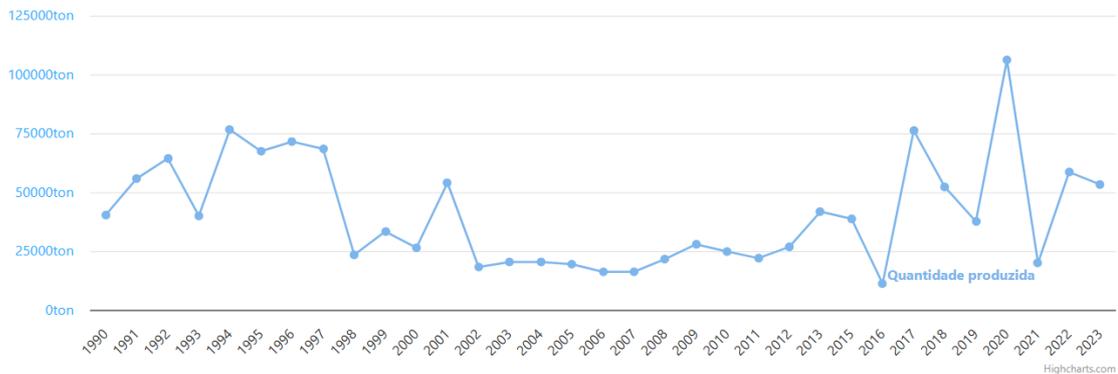
O Gráficos 18,19, 20, 21 apresentam os dados da área colhida e planta, a quantidade produzida, o rendimento médio da produção e o valor da produção de milho no município de Morrinhos de 1990 a 2023.

Gráfico 18 – Área colhida e plantada de Milho no município de Morrinhos (1990-2023)



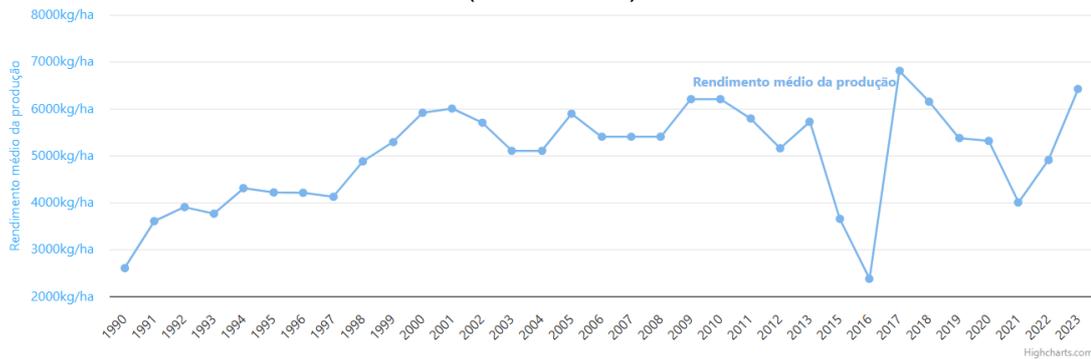
Fonte: Agrolink, 2024

Gráfico 19 – Quantidade produzida de Milho no município de Morrinhos (1990-2023)



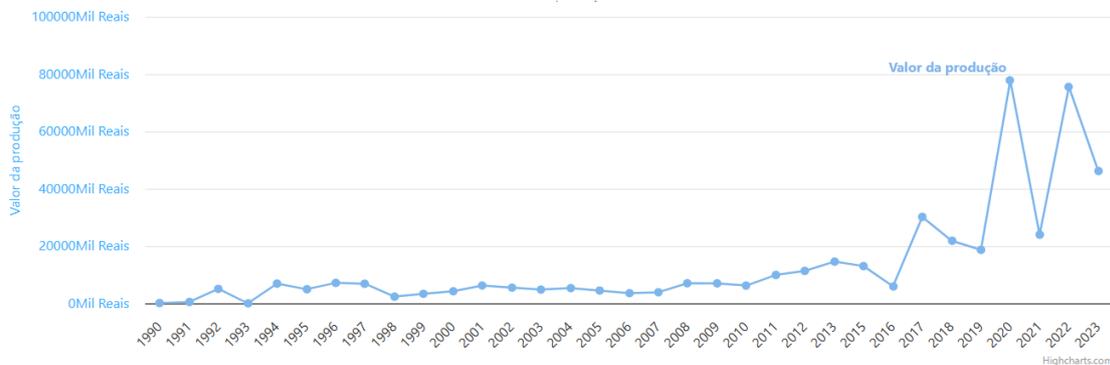
Fonte: Agrolink, 2024

Gráfico 20 – Rendimento médio da produção de Milho no município de Morrinhos (1990-2023)



Fonte: Agrolink, 2024

Gráfico 21 – Valor da produção de Milho no município de Morrinhos (1990-2023)



Fonte: Agrolink, 2024

Entretanto, a importância do setor da agropecuária não fica restrita aos números referentes à produção, uma vez que, sua colaboração é irrefutável para o desenvolvimento das demais atividades econômicas desenvolvidas na cidade de Morrinhos, seja no comércio ou serviço especializado para atender ao agricultor ou pecuarista, e/ou nas atividades industriais que dependem da produção oriunda do campo.

O município de Morrinhos possui várias indústrias. A maioria é pequena e está relacionada ao agronegócio oferecendo muitos empregos para a população local e vizinha dada a sua estrutura industrial.

Segundo os dados da Secretaria de Indústria e Comércio disponíveis no sítio da Prefeitura Municipal, a atividade industrial no município de Morrinhos concentra-se no Distrito Agroindustrial de Morrinhos (DAIMO), cuja administração é da Goiás industrial, uma autarquia estatal, do Governo Estadual, ocupando uma área de aproximadamente 146 hectares.

As indústrias que estão alocadas no DAIMO são: Mundi Tripas – empresa processadora de derivados de carne; Ecoplast – empresa que fabrica forros em PVC; CISAL Alimentos – indústria que produz a polpa de tomate; Indústrias Olé – também é uma indústria do ramo de alimentação, que beneficia polpa de tomate, além das conservas de milho, ervilha, cenoura e batata e; Cooperativa Mista de Produtores de Leite de Morrinhos (COMPLEM) – beneficia parte de sua captação de leite para a produção de queijos, doces e derivados lácteos.

Mais indústrias estão localizadas em outras partes no município de Morrinhos são: Qualitti – indústria frigorífica de aves; Produtos Dez – beneficiadora de tomate e conservas em geral; Central Energética de Morrinhos (CEM) – agroindústria de transformação da cana-de açúcar em álcool, açúcar e cogeração de energia elétrica.

Esses segmentos agroindustriais que estão instalados na cidade geram mais de 3.000 (três mil) empregos diretos para os habitantes da cidade, além dos empregos indiretos criados em virtude do que o desenvolvimento do setor de serviços no município considerando os demais setores, o de serviços respondem por 40,17% dos empregos do município, sendo que somente a agropecuária é responsável por 16,32% dos empregos entre esses setores seguido pela indústria com 15,63% e pelo setor de Serviços com 8,22%.

Os fatores acima mencionados servem de base para explicar a relação campo cidade que ocorre no município. Pois o setor agropecuário se faz presente com grande força no município, como podemos verificar na Tabela 1:

Tabela 1 – Valores gerados por segmentos agropecuária, Indústria e Serviços por unidades territoriais, 2010

Unidade Territorial	Variável		
	Agropecuária	Indústria	Serviços
Morrinhos	245.165	162.993	375,748
Goiás	5.977.907	11.623.682	25.151.019
Brasil	105.163.000	593.315.998	1.197.774.001

Fonte: IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA).

A força no segmento agropecuário, representando 4,1% dos valores gerados por Morrinhos em relação ao Estado de Goiás, ajuda a explicar então o fato das agroindústrias procurem a cidade de Morrinhos para se instalar e, assim contribuem

para ampliar o número de empresas do segmento que nele já existiam para fortalecer a relação campo cidade.

A participação da agropecuária na economia de Morrinhos, em números percentuais, é mais do que o dobro que o mesmo setor representa para o estado de Goiás e quase cinco vezes maior do que representa para a economia do Brasil. Entretanto, a importância do setor da agropecuária não fica restrita aos números referentes à produção, uma vez que, sua colaboração é irrefutável para o desenvolvimento das demais atividades econômicas desenvolvidas na cidade de Morrinhos, seja no comércio ou serviço especializado para atender ao agricultor ou pecuarista, e/ou nas atividades industriais que dependem da produção oriunda do campo.

O município possui 13,2 mil empregos com carteira assinada, a ocupação predominante destes trabalhadores é a de trabalhador da cultura de milho e sorgo (1199), seguido de assistente administrativo (705) e de trabalhador agropecuário em geral (700). A remuneração média dos trabalhadores formais do município é de R\$ 2,6 mil, valor abaixo da média do estado, de R\$ 3 mil.

Do total de trabalhadores, as três atividades que mais empregam são: administração pública em geral (1900), fabricação de álcool (1545) e produção de sementes (1199). Entre os setores característicos da cidade, também se destacam as atividades de produção de sementes e fabricação de conservas de legumes e outros vegetais, exceto palmito.

Quanto à empregabilidade, a agricultura se destaca no município em comparação com os outros setores da economia, tendo aumentado significativamente mais que os demais setores ao longo dos anos. Cabe destacar o benefício oriundo da adoção de sistema de irrigação na geração de emprego, uma vez que este setor tem, em média, uma pessoa contratada como mão de obra permanente a cada 9ha e uma pessoa contratada como mão de obra temporária a cada 6ha. Comparativamente a agricultura de sequeiro tem empregado apenas uma pessoa a cada 100ha plantados.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que o processo de expansão agrícola e diversificação de culturas através da irrigação por pivô central teve impacto direto na geração de renda e riqueza na economia do município.

A expansão da prática de irrigação por pivô central que ocorreu no Brasil, no final da década de 1980, repercutiu diretamente no município de Morrinhos. Com apenas sete unidades de pivô instaladas em Morrinhos em 1990, apenas cinco anos depois esse número subiu para 28 unidades. No período compreendido entre os anos de 1990 a 2015, ocorreu um contínuo e intenso incremento dessa prática agrícola, com aumento de 2.014% nas unidades implantadas.

O aumento na demanda por água provoca intensa pressão sobre os recursos hídricos do município, onde já é possível identificar desde prejuízo econômico até conflito pelo direito ao uso da água. Como a irrigação por pivô central consome grande quantidade de água e existem outros usos conflitantes para este recurso, a tendência é de prejuízo múltiplo para toda a sociedade. Desse modo, o poder público deverá ter maior atenção no momento da emissão de outorgas e licenciamento para a implantação de novos pivôs centrais, de modo a possibilitar o uso múltiplo da água pelos diversos segmentos da sociedade.

REFERÊNCIAS

- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ATLAS IRRIGAÇÃO. **Uso da água na agricultura irrigada**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2023.
- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ATLAS IRRIGAÇÃO. **Uso da água na agricultura irrigada**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2021.
- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ATLAS IRRIGAÇÃO. **Uso da água na agricultura irrigada**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2019.
- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ATLAS IRRIGAÇÃO. **Uso da água na agricultura irrigada**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2014.
- BERNARDES, L.. Papel do governo e da iniciativa privada no desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE POLÍTICAS DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. **Anais....** Brasília: MMA, 1998.
- BERNARDO, Salassier. Impacto ambiental da irrigação no Brasil. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Viçosa: MMA, SRH, ABEAS, UFV, v. 34, 2008.
- BEZERRA, L. M. C.; CLEPS JR., J. O desenvolvimento agrícola da região Centro Oeste e as transformações no espaço agrário do estado de Goiás. **Caminhos de Geografia**, v. 2, n. 12, p. 29-49, 2004.
- BISPO, R. de C. et al. Manejo de irrigação para cultivo de pimentão em ambiente protegido. Manejo de irrigação para cultivo de pimentão em ambiente protegido, IV **INOVAGRI International Meeting**, Botucatu, SP. 2017.
- BORGHETTI, J.R et al. **Agricultura irrigada sustentável no Brasil: Identificação de áreas prioritárias**. Brasília: FAO, 2017.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Infraestrutura Hídrica, Departamento de Desenvolvimento Hidroagrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura del Giudice Assessoria Técnica Ltda. **A irrigação no Brasil: situação e diretrizes**. Brasília: IICA, 2008.
- CARVALHO, D. F.; OLIVEIRA, L. F. C. **Planejamento e manejo da água na agricultura irrigada**. Viçosa: UFV, 2012.
- CHRISTOFIDIS, D.; GORETTI, G.S. Cenários da agricultura irrigada no Brasil. **Revista ITEM**, ABID, n. 118/119, p. 42-50, 2019.
- COELHO, R. D. **Contribuição pra a irrigação pressurizada no Brasil 1989-2011**. 2007. 192 f. Tese (Livre Docência) -Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

FERREIRA, I. M. **O afogar das Veredas**: uma análise comparativa espacial e temporal das Veredas do Chapadão de Catalão (GO). 2003. 242f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

FRIZZONE, J. A et al. **Irrigação por aspersão Sistema Pivô Central**. Maringá, EDUEM, 2018.

FURQUIM, Maria Gláucia Dourado; ABDALA, Klaus. Gestão da água sob sistema de irrigação tipo pivot central: uma análise exploratória do setor no estado de Goiás. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 8, n. 2, p. 260-283, 2019.

GUIMARAES, D. P.; LANDAU, E. C. **Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil em 2024**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2024. 33 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 261).

GUIMARAES, D. P.; LANDAU, E. C. **Georreferenciamento dos pivôs centrais de irrigação no Brasil**: ano base 2020. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 63 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 222).

INOCÊNCIO, M. E.; CALAÇA, M. Cerrado: fronteira da produção agrícola capitalista do século XX. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA. **Anais...** São Paulo: 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Dados das Cidades brasileiras** (2010). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?>>. Acessado em: 01 de nov. de 2024.

INSTITUTO MAURO BORGES DE ESTATÍSTICAS E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (IMB). Mapeamento de pivôs centrais do Estado de Goiás e Distrito Federal em 2017. Goiânia: IMB, 2019.

INSTITUTO MAURO BORGES DE ESTATÍSTICAS E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (IMB). **Estado de Goiás no contexto nacional – 2014**. Goiânia: IMB, 2015.

INSTITUTO MAURO BORGES DE ESTATÍSTICAS E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (IMB). **Mapeamento das Áreas Irrigadas por Pivôs Centrais no Estado de Goiás**. Goiânia: IMB, 2014.

LANDAU, E. C. et al. **Concentração geográfica de pivôs centrais no Brasil**. Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 37 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 69).

LEVIEN, Sérgio Luiz Aguiar; FIGUEIRÊDO, Vladimir Batista; ARRUDA, Luiz Eduardo Vieira. **Panorama da atual área de agricultura irrigada no Brasil**. Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2021.

MAMEDE, L. Compartimentação geomorfológica da região Centro Oeste. **Boletim da Soc. Brasil. Geologia-Núcleo Centro Oeste**, Goiânia: SBG, n. 16, p. 107-144. 1993.

MANTOVANI, E. C. O futuro da cafeicultura irrigada. **ITEM: Irrigação & Tecnologia Moderna**, n. 55, p. 42, 2002.

MARCHETTI, D. **Irrigação por pivô central**. Brasília: EMBRAPA. 1983.

MARCUZZO, F.; FARIA, T. G.; PINTO FILHO, R. F. Chuvas no estado de Goiás: análise histórica e tendência futura. **Revista ACTA Geográfica**, v. 6, n. 12, p. 125-137, 2012.

MARTINS, Renato Adriano. **O agrohidronegócio do pivô central no estado de Goiás: expansão, espacialização, e a conseqüente degradação do subsistema de Veredas**. 2017. 197p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

MARTINS, Renato Adriano et al. Evolução da prática de irrigação por pivô central no município de Morrinhos (GO) e a pressão sobre os recursos hídricos **Ambiência**, v. 12, n. 3, p. 881-890, 2016.

MARTINS, Renato Adriano. Uso do geoprocessamento como subsídio na análise dos impactos ambientais causados pela irrigação por pivô central no subsistema de vereda no município de Morrinhos (GO). In: XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2013, Vitória (ES). Anais ..., 2013. v. 15. p. 779 788.

MELO, J. L. P; SILVA, L. D. B. da. **Irrigação**. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007.

PEREIRA JÚNIOR, Lindolfo Caetano; FERREIRA, Nilson Clementino; MIZIARA, Fausto. A expansão da irrigação por pivôs centrais no estado de Goiás (1984-2015). **Boletim Goiano de Geografia**, v. 37, n. 2, p. 322-340, 2017.

PIRES, R. C. de M. et al. **Métodos e manejo da irrigação**. Portal agrometeorológico e hidrológico do estado de São Paulo. São Paulo 1999. Disponível em: <<http://www.ciiagro.org.br/janeladofruticultor/definicoes/irrigacao.doc>>. Acessado em: 10 de out. de 2016.

PIRES, M. J. S. **As implicações do processo de modernização conservadora na estrutura e nas atividades agropecuárias da região centro-sul de Goiás**. Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Economia:Campinas, 2008. Tese de Doutorado.

PRADO, L. A.; MIZIARA, F.; FERREIRA, M. E. Expansão da fronteira agrícola e mudanças no uso do solo na região sul de Goiás: ação antrópica e características naturais do espaço. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 32, n. 1, p. 151-165, 15 jun. 2012.

REZENDE, G. C. **Ocupação agrícola e estrutura agrária no Cerrado**: o papel do preço da terra, dos recursos naturais e da tecnologia. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2002.

SANDRI, D.; CORTEZ, D. Parâmetros de desempenho de dezesseis equipamentos de irrigação por pivô central. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 271-278, 2009.

SANTOS, D. **Principais tipos de irrigação**: Vantagens e Desvantagens, 2021. Disponível em: <<https://agrosmart.com.br/blog/vantagens-tipos-de-irrigacao/>>. Acesso em: 21 out. 2024.

SILVA, E. B. et al. A expansão da fronteira agrícola e a mudança de uso e cobertura da terra no centro-sul de Goiás, entre 1975 e 2010. **Ateliê Geográfico**, v. 7, n. 2, p. 116-138, 29 ago. 2013.

SILVA, J. G. F.; REIS, E. F. **Café Conilon**: Irrigação e Manejo da Água no Café Conilon. Vitória, ES. 2017.

TESTEZLAF, Roberto. **Irrigação**: métodos, sistemas e aplicações. Faculdade de Engenharia Agrícola Unicamp, Campinas, SP, 2017.

TESTEZLAF, R.; MATSURA, E. E.; CARDOSO, J. L.. **Importância da irrigação no desenvolvimento do Agronegócio**. Campinas: UNICAMP, 2002.