



**JANIO CAVALCANTI MEIRELES**

**EVOLUÇÃO DA IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL NOS  
MUNICÍPIOS DE LUÍS EDUARDO MAGALHÃES E  
BARREIRAS, BAHIA**

**LAVRAS – MG**

**2019**

**JANIO CAVALCANTI MEIRELES**

**EVOLUÇÃO DA IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL NOS MUNICÍPIOS DE LUÍS  
EDUARDO MAGALHÃES E BARREIRAS, BAHIA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Adriano Valentim Diotto

Orientador

**LAVRAS – MG**

**2019**

**JANIO CAVALCANTI MEIRELES**

**EVOLUÇÃO DA IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL NOS MUNICÍPIOS DE LUÍS  
EDUARDO MAGALHÃES E BARREIRAS, BAHIA**

**EVOLUTION OF CENTRAL PIVOT IRRIGATION IN THE MUNICIPALITIES OF  
LUÍS EDUARDO MAGALHÃES AND BARREIRAS, BAHIA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 17 de junho de 2019.

Dr. Adriano Valentim Diotto UFLA

Dr. Michael Silveira Thebaldi UFLA

Virgílio Henrique Barros Nogueira UFLA

Prof. Dr. Adriano Valentim Diotto

Orientador

**LAVRAS – MG**

**2019**

Dedico este trabalho primeiramente à **Deus**, que sempre foi minha fonte de inspiração, foco e energia diária.

À minha mãe **Rossiane Cavalcanti Meireles**, por ser meu exemplo de vida, essência de empenho e generosidade.

Ao meu pai **Janio José Meireles**, que sempre enfatizou a importância da dignidade e aprendizado incansável, possibilitando que os dois caminhem juntos em minha jornada de estudos.

À minha esposa **Arianna Caroline Batista Aguiar Cavalcanti**, responsável por minha felicidade diária, renovando a cada dia o meu ânimo para concretizar meus objetivos.

À minha filha **Elisabeth Aguiar Cavalcanti**, por ser o meu impulso na vida.

Em memória do meu avô **Milton Alves Cavalcanti**, por todos os ensinamentos e por sempre ser fonte de inspiração e exemplo de vida.

À minha avó **Ednilse Gomes Cavalcanti**, por todo o incentivo durante a realização dos meus estudos, e todos os ensinamentos dedicados aos filhos e netos.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras por todas as oportunidades oferecidas durante todo o curso.

Ao Grupo de Estudos de Máquinas e Mecanização Agrícola (GEMMA) por todos os conhecimentos compartilhados entre os membros.

Ao meu orientador Adriano Valentim Diotto, pela atenção e auxílio prestados durante a realização deste trabalho.

À empresa PIVODRIP, em especial para Hugo Soares Zaggo, por todos os conhecimentos fornecidos e pela disponibilidade em ajudar.

A todos os amigos feitos na universidade.

**MUITO OBRIGADO!**

*“No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz. ”*

*(Ayrton Senna)*

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo atualizar os dados de área irrigada por pivôs centrais nos municípios de Luís Eduardo Magalhães e Barreiras, mostrando a evolução da agricultura irrigada na região, por meio do sistema Obahia (disponível em: <<http://obahia.dea.ufv.br>>) desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa. O estudo foi realizado delimitando-se os municípios estudados e ativando as camadas de pivôs centrais instalados na região, iniciando em 2008 e finalizando em 2018, sendo os dados inseridos em planilha eletrônica e analisados posteriormente. No ano de 2008 o município de Luís Eduardo Magalhães apresentava 145 pivôs centrais instalados, já no ano de 2018 a quantidade de equipamentos instalados era de 216, representando uma taxa de crescimento de 48,97% no número de equipamentos, e um acréscimo de área de 51,08%. Já o município de Barreiras, no ano de 2008 apresentava 244 equipamentos e em 2018 esta quantidade aumentou para 353, representando um crescimento de 44,67% em número de equipamentos e uma taxa de crescimento de 85,20% em área irrigada. Portanto, através deste foi possível evidenciar a alta taxa de crescimento da agricultura irrigada na região, além de atualizar os dados de área e número de equipamentos.

**Palavras-chave:** Área irrigada. Pivô central. Oeste da Bahia.

## ABSTRACT

This study aim to updating the data of central pivot irrigation area in the municipalities of Luís Eduardo Magalhães and Barreiras cities, showing the evolution in irrigated agriculture in the region, through the Obahia system (available at: <http://obahia.dea.ufv.br>) created by the Federal University of Viçosa. The study was conducted by delimiting the study area and activating the layers of central pivot installed in the region, from 2008 to 2018, inserting the collected data in a spreadsheet for further analysis. In 2008, the region of Luís Eduardo Magalhães had 145 central pivots installed, then in 2018, there were 216 central pivots installed, an increase rate of 48.97% on the amount of equipment, representing an increase of 51.08% on the irrigated area by central pivot. The region of Barreiras in 2008 had 244 equipment, latterly in 2018 this amount increased to 353, representing an increase rate of 44.67% on installed equipment, and 85.20% on area. Therefore, through this it was possible to evidence the high expansion rate of irrigated agriculture in the region, besides updating the data of area and amount of equipment.

**Keywords:** Irrigated area. Central pivot. West of Bahia.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pivô central.....	13
Figura 2 – Estrutura da torre central de um pivô.....	14
Figura 3 – Painel de controle do pivô.....	14
Figura 4 – Anel coletor.....	15
Figura 5 – Estrutura de sustentação e tubulação de distribuição.....	15
Figura 6 – Torre móvel.....	16
Figura 7 – Motor-reductor elétrico.....	17
Figura 8 – Caixa de controle de alinhamento.....	17
Figura 9 – Lance em balanço.....	17
Figura 10 – Canhão final em funcionamento.....	18
Figura 11 – Pivô na posição inicial.....	19
Figura 12 – Início do movimento do pivô através da última torre.....	20
Figura 13 – Movimentação das demais torres.....	20
Figura 14 – Painel básico de um pivô da empresa Valley.....	22
Figura 15 – Painel moderno da empresa Fockink.....	22
Figura 16 – Irrigação em taxa variável, com detalhe do desligamento de seção.....	23
Figura 17 – Software de delimitação de áreas para aplicação em taxa variável.....	23
Figura 18 – Sistema de telemetria e controle utilizado pela empresa Lindsay.....	24
Figura 19 – Página inicial do site obahia.....	26
Figura 20 – Filtro utilizado para delimitação dos municípios.....	27
Figura 21 – Delimitação dos municípios estudados através do filtro.....	27
Figura 22 – Pivôs centrais instalados nos municípios de Luís Eduardo Magalhães e Barreiras no ano de 2008.....	28

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Evolução de pivôs centrais no município de Luís Eduardo Magalhães.....	30
Tabela 2 – Evolução de pivôs centrais no município de Barreiras.....	31

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5	CONCLUSÃO.....	32
	REFERÊNCIAS.....	33

## 1. INTRODUÇÃO

A irrigação pode ser definida como uma técnica utilizada para aplicar de forma artificial quantidades adequadas de água às plantas, com o objetivo de proporcionar uma umidade apropriada para o seu desenvolvimento. Durante milhares de anos a técnica da irrigação vem sendo utilizada por diversas civilizações para produzir alimentos, desenvolvendo-se ao longo de rios como Nilo no Egito, Tigre e Eufrates na Mesopotâmia, Huang na China e Hindus na Índia. A aplicação desta técnica tornou possível a habitação humana em regiões áridas e semiárida, onde sua utilização é praticamente obrigatória para produção de alimentos.

Apresentada por diversos autores como responsável por aproximadamente 40% de todo o alimento produzido mundialmente com uma área estimada de 18% de toda a terra agricultável, a irrigação passou a ser uma técnica empregada para aumentar a produtividade utilizando uma menor área, quando comparada a agricultura de sequeiro. De acordo com a Agência Nacional de Águas (2004), cada hectare irrigado equivale a três hectares de sequeiro em produtividade. O sistema de irrigação por aspersão via pivô central geralmente tem maior aceitação no mercado devido as suas características de uniformidade de aplicação de água, possibilidade de plantio de até três cultivos ao longo do ano agrícola, possibilidade de fertirrigação, baixo custo de mão de obra, além disso, com o aumento da área o custo por hectare é reduzido.

Estima-se que em todo o mundo existam aproximadamente 4 milhões de hectares irrigados por pivôs centrais, sendo que no Brasil a estimativa era de aproximadamente 650 mil hectares (BERNARDO et al., 2006). Este sistema apresenta um predomínio nas regiões Sudeste, Centro Oeste e Nordeste. De toda área ocupada por pivôs, aproximadamente 80% são concentradas nos estados de Minas Gerais (31%), Goiás (18%) e Bahia (16%) (GUIMARÃES E LANDAU, 2014), sendo que, no estado da Bahia a maior concentração de pivôs centrais ocorre no oeste do estado. Porém, a ausência de estudos e dados atualizados sobre a quantidade, área e o incremento de área irrigada anual por pivôs centrais instalados na região oeste da Bahia ainda continua sendo uma realidade.

Neste contexto, considerando o emprego progressivo de pivôs centrais na região oeste da Bahia, o presente estudo teve por objetivo quantificar a evolução da área irrigada pelo sistema de irrigação pivô central nos últimos 10 anos, nos municípios de Luís Eduardo Magalhães e Barreiras.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Visando a substituição do trabalho requerido nos sistemas de aspersão portáteis, Frank Zybach, no início da década de 1950, inventou o primeiro sistema de irrigação tipo pivô central, sendo patentado no ano de 1952 (TESTEZLAF, 2017). O pivô central (FIGURA 1), constituído das seguintes partes: torre central, painel de controle, anel coletor, tubulação de distribuição, torres móveis, conjunto motor-redutores, juntas flexíveis, lance final em balanço e canhão final. Este sistema apresenta uma longa lateral de irrigação que se move sobre a área irrigando as plantas com aspersores ou sprays distribuídos na tubulação. A torre central é ancorada a uma base de concreto no centro da área, onde existe um hidrante para alimentação hidráulica do sistema. A tubulação de distribuição de água é sustentada por estruturas treliçadas e torres de sustentação, que através dos moto-redutores (elétricos, mecânicos ou hidráulicos) e sistemas de rodados, é movimentada em torno da torre central. Em alguns casos, no lance final é inserido um aspersor do tipo canhão (FAO, 2007).

Figura 1 – Pivô central.

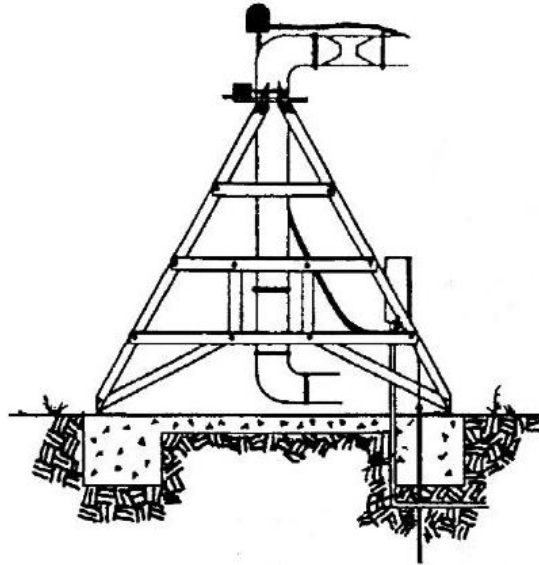


Fonte: Valley (2019b).

A torre central (FIGURA 2) possui uma estrutura piramidal com base quadrada posicionada no centro da área irrigada, podendo ser fixa ou móvel, tendo como principal função manter os lances centralizados no campo. Nela são aplicadas cargas de tração, quando os lances se movimentam, e compressão, pois suporta metade do peso do lance inicial. Dessa forma, sua estrutura e ancoragem devem ser projetadas adequadamente, devendo a torre central ser

instalada sobre uma base de concreto armado (TESTEZLAF, 2017). Em sua estrutura é fixada a tubulação de alimentação hidráulica, o lance inicial, o anel coletor e o painel de controle.

Figura 2 – Estrutura da torre central de um pivô.



Fonte: Valley (2018).

No painel de controle (FIGURA 3) ficam situados todos os comandos elétricos do sistema, através do qual o produtor o controla. O painel é composto por: chave seccionadora (faz a alimentação elétrica de todos os componentes), botões ou chaves de partida (liga ou desliga o pivô), botões ou chaves de sentido de rotação (faz o pivô girar no sentido horário ou anti-horário), voltímetro (apresenta a tensão de alimentação do sistema), horímetro (registra o número de horas em funcionamento), percentímetro (determina a velocidade de movimentação do sistema em valores percentuais da velocidade máxima).

Figura 3 – Painel de controle do pivô.



Fonte: Valley (2019c).

Para que as torres móveis sejam supridas com energia elétrica, um cabo de alimentação é conectado no anel coletor (FIGURA 4), o qual transfere a tensão para as torres móveis por meio de escovas que se movimentam em torno dos anéis de cobre.

Figura 4 – Anel coletor.



Fonte: Lindsay (2019a).

A tubulação de distribuição (FIGURA 5) é mantida suspensa com o uso de um sistema de torres móveis e suportada por treliças e tirantes, sendo composta por tubos de aço zincado com diâmetros entre 4” a 10”, porém, algumas empresas fazem uma tubulação especial de 12” para pivôs com mais de 200 hectares, sendo ela responsável por todo o transporte e distribuição de água para os aspersores ou sprays. Podendo estes ser instalados no topo da tubulação ou por meio de tubulações de descida, chamadas de pendurais, que são conectadas a tubulação de distribuição, podendo estas ser rígidas ou flexíveis (FAO, 2007; TESTEZLAF, 2017). O comprimento da tubulação varia entre 60 e 790 metros (SILVA; AZEVEDO, 1998), porém, existem pivôs em funcionamento com comprimento da tubulação de até 1055 metros.

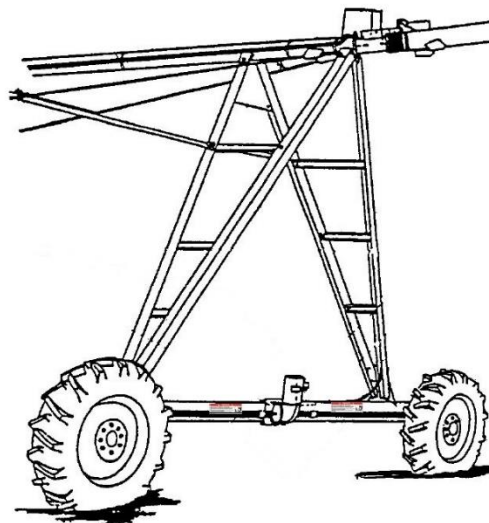
Figura 5 – Estrutura de sustentação e tubulação de distribuição.



Fonte: Lindsay (2019b).

A tubulação de distribuição é fixada sobre torres móveis (FIGURA 6), espaçadas a uma distância entre 25 e 70 metros, com uma distância do solo variando de acordo com o equipamento, podendo ter de 2,75 a 5,5 metros. Os lances de tubos, ou vãos do pivô, (são um conjunto de tubos interligados entre duas torres ou no balanço final) são equipados com juntas flexíveis em suas extremidades, o que possibilita a articulação da tubulação, permitindo o movimento em todas as direções sem que ocorra estresse mecânico na tubulação.

Figura 6 – Torre móvel.



Fonte: Valley (2018).

As torres móveis, também chamadas de unidades motoras, são projetadas para transferir as forças aplicadas aos pneus, aos tubos do lance e para a sustentação dos lances. O sistema é acionado por motor-redutores elétricos (FIGURA 7) montados um em cada torre móvel, sendo que a distância percorrida por cada torre é diferente, pois o perímetro do círculo percorrido é maior na extremidade. Todo o sistema se mantém alinhado por um sistema automático de alinhamento denominados de micro interruptores (FIGURA 8), que mantém o sistema alinhado operando os motores das torres internas. As torres movimentam-se de forma intermitente, através de uma série de partidas e paradas controladas pelo movimento da última torre. Conectada na última torre é possível inserir uma tubulação sustentada por cabos de aço, chamada de lance em balanço (FIGURA 9), com objetivo de aumentar a área irrigada e reduzir o custo por hectare do sistema.



Figura 7 – Motor-redutor elétrico.



Fonte: Valley (2019d).

Figura 8 – Caixa de controle de alinhamento.



Fonte: Fockink (2019a).

Figura 9 – Lance em balanço.



Fonte: Lindsay (2019c).

De acordo com Martin et al. (2017), o canhão final (FIGURA 10) é um aspersor de grande porte, que instalado no final da linha lateral apresenta a função de aumentar a área irrigada. Porém em casos onde pode acontecer ventos fortes, é possível que ocorra uma menor eficiência de aplicação de água (BISCARO, 2009).

Figura 10 – Canhão final em funcionamento.



Fonte: Lindsay (2019d).

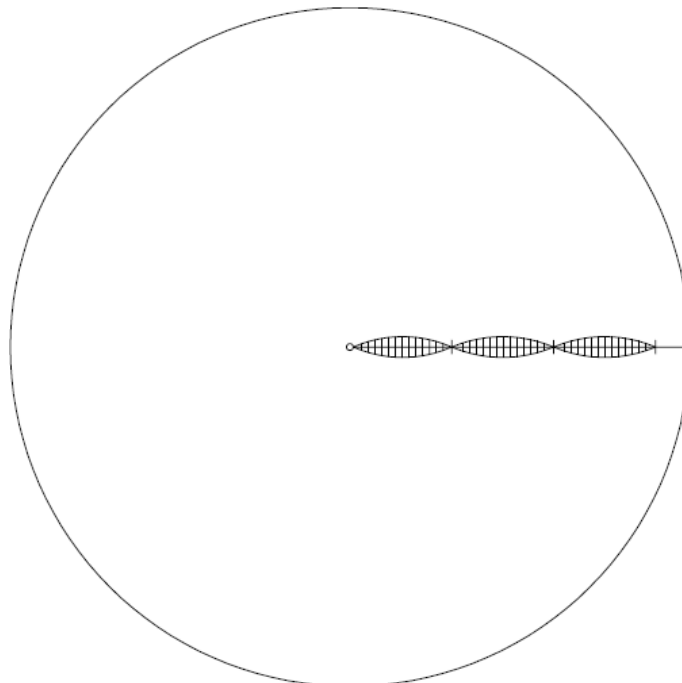
Inicialmente os pivôs centrais eram projetados para operar com aspersores rotativos de impacto instalados na parte superior da tubulação de distribuição, estes sistemas operavam com pressões superiores a 200 kPa e sua altura ocasionava perdas por deriva, com isto era necessário um sistema de bombeamento de alta potência e os equipamentos possuíam menor eficiência de aplicação. Para solucionar estes problemas foram desenvolvidos novos tipos de emissores, que operam com menor pressão e são instalados mais próximos a cultura (TESTEZLAF, 2017). Em virtude da área irrigada por cada emissor ser diferente, aumentando do centro para extremidade, torna-se fundamental que a vazão seja intensificada proporcionalmente ao aumento de área irrigada, fazendo com que seja aplicada uma lâmina uniforme em toda a área. Portanto, a vazão dos emissores deve aumentar de forma proporcional, visando o incremento da intensidade de aplicação, variando de menor vazão próximo ao centro para maior vazão na extremidade externa, sendo variado o diâmetro do bocal ao longo da linha ou, em alguns casos, o bocal é mantido e o espaçamento entre eles é variado (MELO; SILVA, 2011; FAO, 2007).

Para o funcionamento correto do sistema é essencial que seu projeto seja dimensionado de forma adequada, levando em consideração às características de campo, além disso, deve

possuir uma fonte de água e energia elétrica. A movimentação do pivô se dá de forma intermitente, sendo que a torre externa controla o movimento e a velocidade de todo o sistema. Sua velocidade é controlada através do relê percentual ou percentímetro, indicando o tempo percentual em que o motor ficará ligado e desligado (TESTEZLAF, 2017).

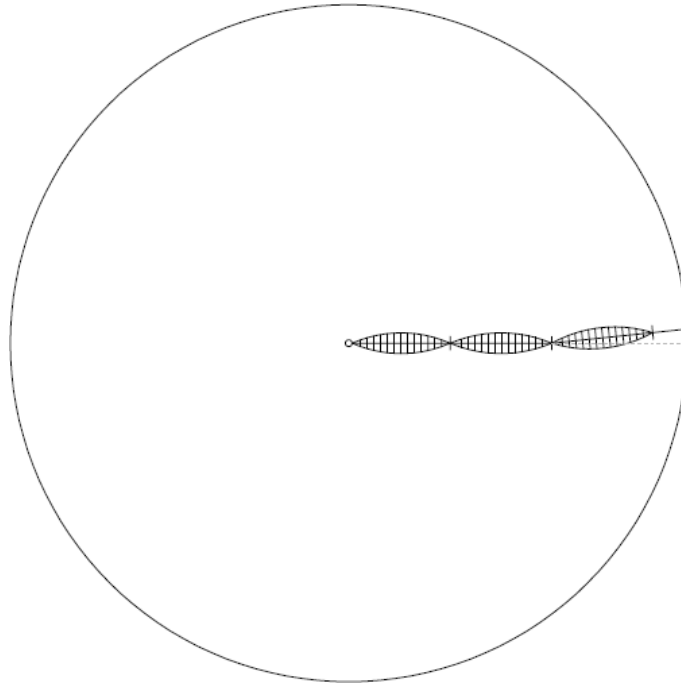
A partir do momento em que o sistema é iniciado (FIGURA 11), somente a última torre movimenta-se iniciando um desalinhamento dos lances (FIGURA 12), quando o ângulo de desalinhamento entre a última e a penúltima torre ultrapassa um determinado valor, geralmente  $6^\circ$ , a penúltima torre inicia seu movimento. Este movimento, iniciado pela última torre, desencadeia uma reação de avanço com início no anel externo do pivô, direcionando-se para o centro (FIGURA 13). O correto alinhamento das torres se dá pelas caixas de controle individuais instaladas em cada torre, que contam com micro interruptores de alta sensibilidade. Caso o sistema falhe e alguma torre desalinhe de forma acentuada, o sistema para automaticamente pelo acionamento de um dispositivo de segurança (DRUMOND, 2013), só liberando o sistema para dar partida novamente quando a segurança é liberada por um botão de liberação no painel de controle do equipamento.

Figura 11 – Pivô na posição inicial.



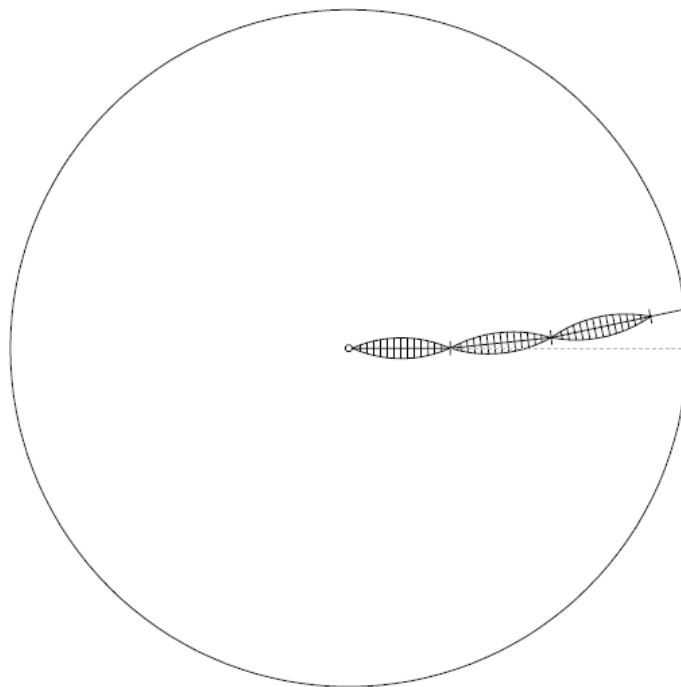
Fonte: Do autor (2019).

Figura 12 – Início do movimento do pivô através da última torre.



Fonte: Do autor (2019).

Figura 13 – Movimentação das demais torres.



Fonte: Do autor (2019).

Este tipo de sistema apresenta algumas vantagens e limitações. De acordo com Melo e Silva (2011), Drumond (2013), FAO (2007) e Testezlaf (2017), as principais vantagens do sistema são:

- Apresenta alta eficiência de aplicação (entre 70-90%).
- Alta uniformidade de aplicação.
- Ao final da aplicação o sistema fica na posicionado para o início de uma nova aplicação.
- Possibilidade de automação, reduzindo assim a mão de obra necessária.
- Possibilidade de deslocamento nos dois sentidos (horário e anti-horário).
- Possibilidade de quimigação e fertirrigação.
- Como o sistema apresenta a possibilidade de controlar a lâmina aplicada, o manejo da irrigação é facilitado.

Ainda segundo os autores supracitados, as principais limitações do sistema são:

- Devido ao seu formato circular, o sistema apresenta uma perda de área em torno de 20%.
- Apresenta altas intensidades de aplicação na extremidade externa da área circular.
- Apresenta alto custo inicial e de manutenção.
- Apresenta limitação de uso em determinadas topografias.
- Apresenta pouca viabilidade econômica em áreas pequenas.

Atualmente as empresas fabricantes de pivô central estão desenvolvendo constantemente novas tecnologias, como modernização dos painéis de controle, aplicação de água em taxa variável, sistema de movimento contínuo, sistemas de telemetria e controle.

Os painéis de controle desenvolvidos inicialmente apresentavam apenas botões, voltímetro, horímetro e o relé percentual (FIGURA 14). Atualmente as empresas estão desenvolvendo painéis mais modernos (FIGURA 15), utilizando telas sensíveis ao toque e adicionando diversas funcionalidades ao sistema que fazem uma programação completa do pivô, além da possibilidade de controle do sistema através de um aplicativo de celular. Estes painéis atuais apresentam também a possibilidade de determinar sua posição no campo através de GPS, através disso, torna-se possível a aplicação de lâmina de água em taxa variável de acordo com as condições do solo (SASKATCHEWAN, 2018).

Figura 14 – Painel básico de um pivô da empresa Valley.



Fonte: Valley (2019e).

Figura 15 – Painel moderno da empresa Fockink.



Fonte: Fockink (2019b).

A irrigação em taxa variável (FIGURA 16) propicia uma otimização da aplicação, na qual a lâmina aplicada varia de acordo com as condições de solo ou idade da cultura, por exemplo. Na aplicação tradicional a mesma lâmina de irrigação é aplicada em toda a área, o que em alguns casos apresentará excessos ou deficiência de água em determinados pontos, acarretando em desuniformidade de desenvolvimento da cultura. Já na irrigação em taxa variável de aplicação, a lâmina aplicada varia de acordo com as especificações pré-determinadas, geradas com o uso de um software que gera o mapa de aplicação, conforme a Figura 17, de forma

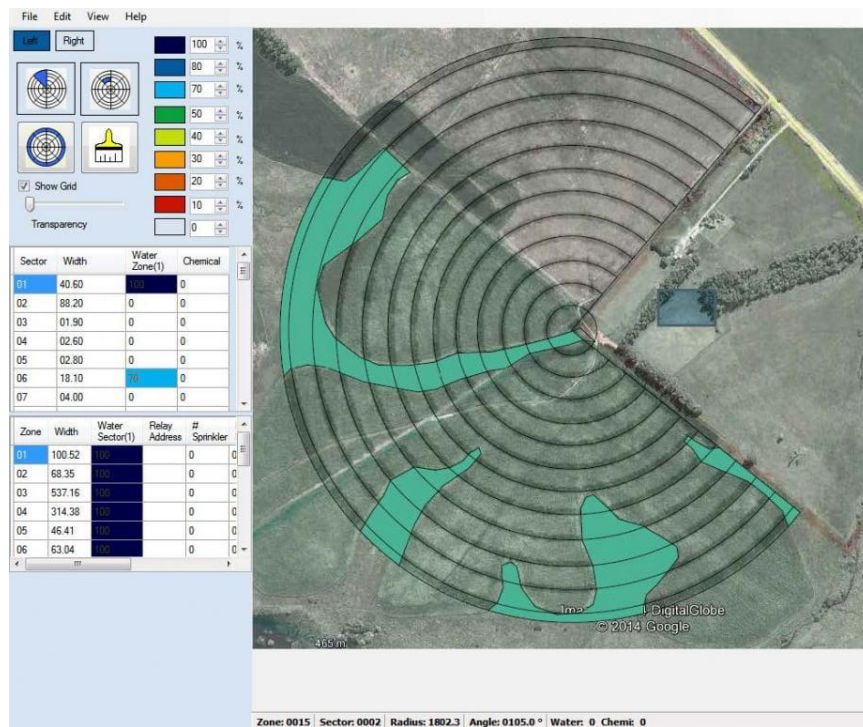
totalmente automatizada (VALLEY, 2019a; LINDSAY, 2016). Este sistema consiste em um sistema de GPS e válvulas ativadas eletronicamente, pneumaticamente ou hidraulicamente, acionadas por um controlador, liberando ou impedindo o fluxo de água pelos emissores. Em alguns casos pode ser adicionado um controlador para moto-bomba, visando um correto controle de pressão do sistema (USDA NIFA, 2016).

Figura 16 – Irrigação em taxa variável, com detalhe do desligamento de seção.



Fonte: Valley (2019f).

Figura 17 – Software de delimitação de áreas para aplicação em taxa variável.



Fonte: Reinke (2019).

O sistema de movimento contínuo é composto de inversores de frequência e sensores que substituem os microinterruptores de acionamento nas torres móveis. Cada torre é acionada pelos inversores de frequência que, alterando a frequência de trabalho dos motores, mudam a velocidade de rotação, fazendo com que as torres móveis se movimentem constantemente, porém ainda com o princípio de alinhamento e desalinhamento. Portanto, quando a última torre desalinha, as demais iniciam seu movimento constante alterando apenas a velocidade de movimentação de cada torre de acordo com o desalinhamento, mantendo assim o pivô sempre alinhado.

Os sistemas de telemetria e controle (FIGURA 18) proporcionam uma gestão de todo o sistema a partir de um ponto remoto, podendo ser através da central de controle instalada na fazenda ou através de aplicativos no celular ou tablet (VALLEY, 2019g; LINDSAY, 2013). Estes sistemas mantem-se atualizado com todos os status do pivô monitorado, proporcionando o monitoramento e controle de todo o sistema remotamente.

Figura 18 – Sistema de telemetria e controle utilizado pela empresa Lindsay.



Fonte: Lindsay (2019e).

De acordo com estudos da FAO (2012), o Brasil apresenta a nona maior área irrigada do planeta, porém o país apresenta uma grande possibilidade de expansão, apresentando condições favoráveis de recursos hídricos, além de apresentar uma grande extensão territorial com áreas agricultáveis. Estudos da ANA (2017), apresentam dados que demonstram incrementos anuais significativos de área irrigada, indicando desta forma que o potencial de



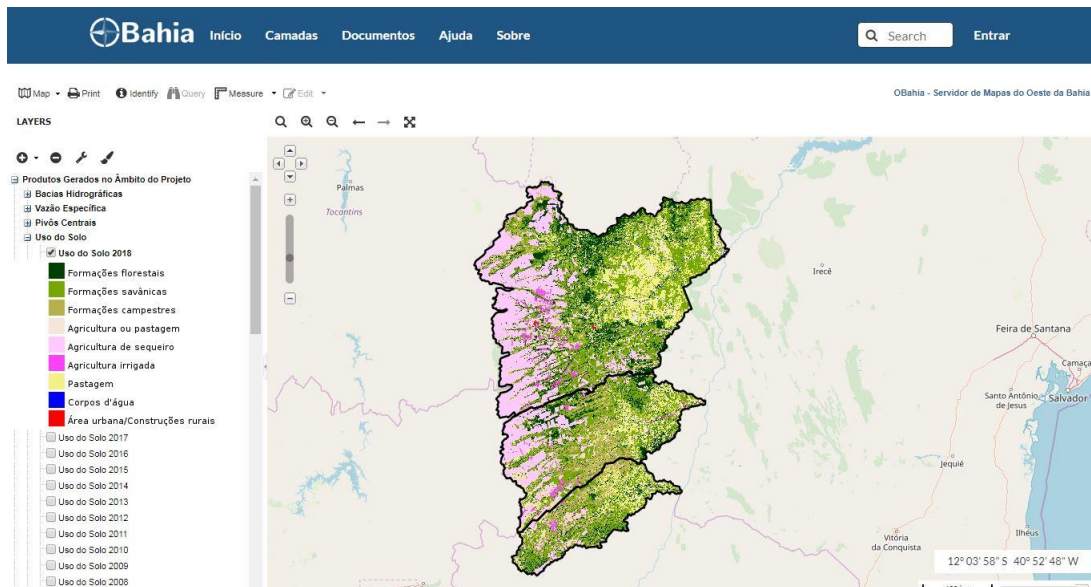
irrigação do país está sendo utilizado. Este crescimento vem apresentando taxas médias anuais entre 4,4% e 7,3% desde a década de 1960 (ANA 2014).

De acordo com dados da ANA (2014), no ano de 2014 o município de Luís Eduardo Magalhães apresentava 177 pivôs centrais instalados, com uma área total de 16298 hectares, apresentando uma área média de 92 hectares por pivô. Já o município de Barreiras apresentava 340 pivôs instalados, com área total de 34870 hectares, apresentando uma área média de 103 hectares por pivô. No contexto nacional, o município de Barreiras era o quarto município com maior área irrigada, e o município de Luís Eduardo Magalhães era o nono município Brasileiro com maior área irrigada.

### 3. MATERIAL E METODOS

A identificação da quantidade de pivôs instalados e sua área teve como principal método a identificação visual por meio de sistema online disponível no link <<http://obahia.dea.ufv.br>>. Em sua página inicial (FIGURA 19) a página web apresenta um mapa interativo, no qual é possível selecionar os dados a serem mostrados na tela, dar zoom, calcular distâncias e áreas, obter informações sobre as camadas, entre outras funções, sendo possível obter dados do ano de 1990 ao ano de 2018 sobre mapas anuais de pivôs centrais, uso e ocupação do solo, mapas de vazão específica e variação de nível de água do aquífero Urucuia, além disso, são apresentados dados de fontes externas como IBGE, EMBRAPA, ministério do meio ambiente, ANA e banco de dados do exército.

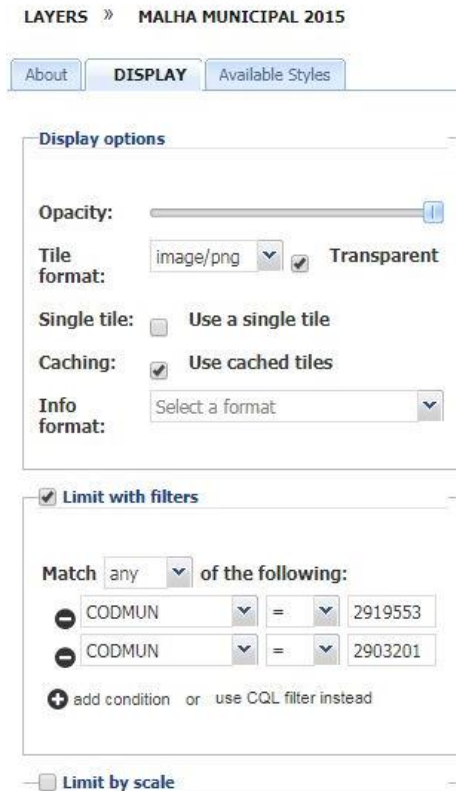
Figura 19 – Página inicial do site obahia.



Fonte: Obahia (2019).

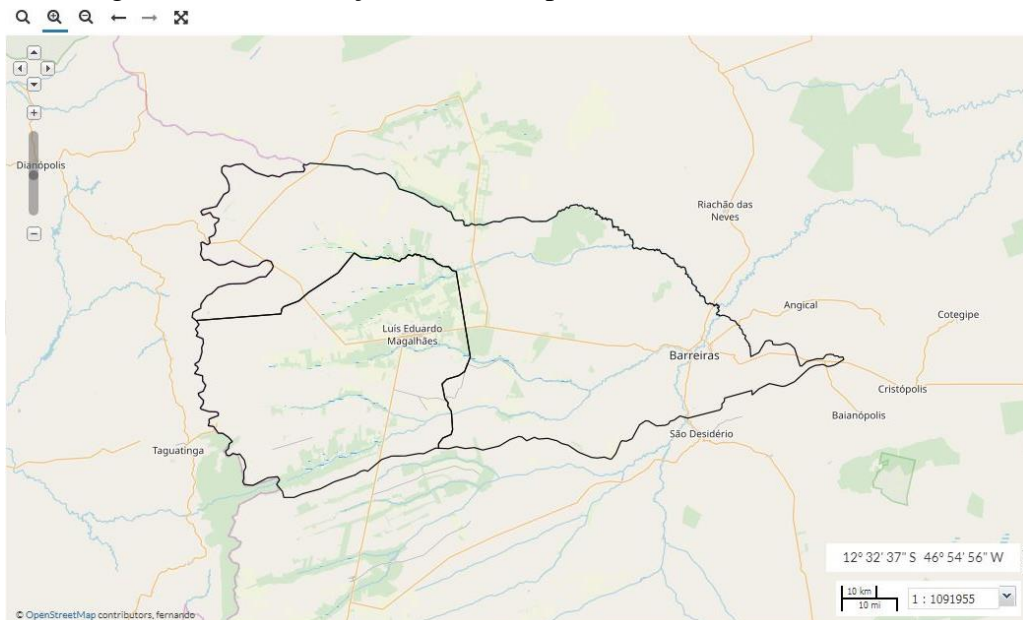
Inicialmente foram retiradas as informações não relevantes para o desenvolvimento do trabalho, como uso de solo e demarcação das bacias hidrográficas, sendo posteriormente, acrescentado a camada de malha municipal do IBGE, e nesta camada acrescentado um filtro (FIGURA 20) para demarcação apenas dos municípios de Luís Eduardo Magalhães e Barreiras (FIGURA 21), sendo estes identificados por meio do código utilizado pelo IBGE 2919553 e 2903201, respectivamente.

Figura 20 – Filtro utilizado para delimitação dos municípios.



Fonte: Obahia (2019)

Figura 21 – Delimitação dos municípios estudados através do filtro.

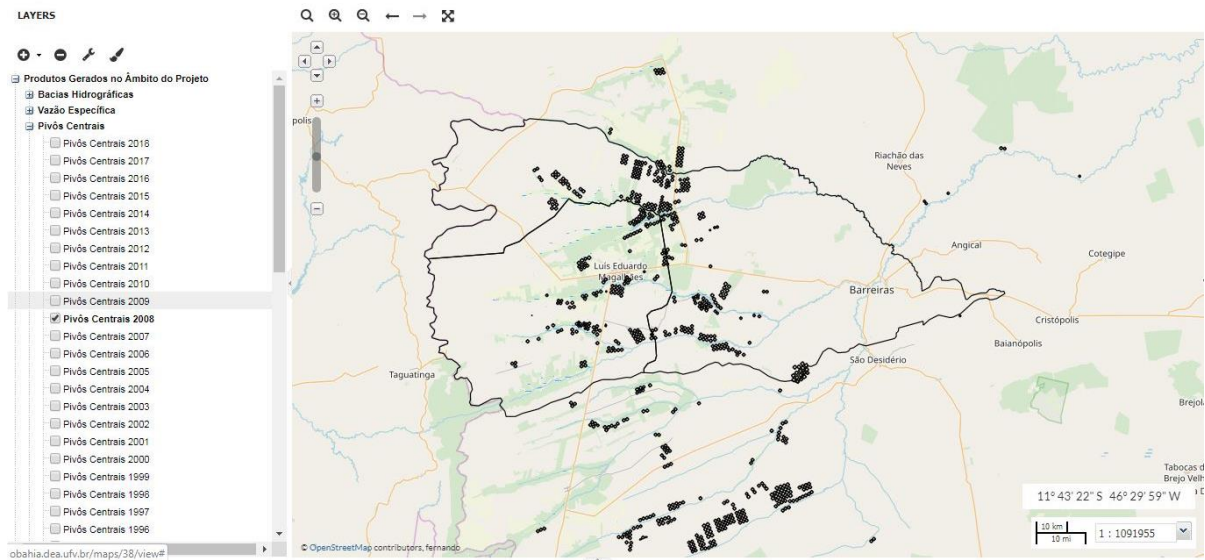


Fonte: Obahia (2019)

Em seguida, foi ativada a camada de pivôs centrais (FIGURA 22), inicialmente para o ano de 2008, sendo contados todos os pivôs anualmente de forma visual, identificando qual a

área de cada um, observando as alterações ocorridas no decorrer dos anos, sendo os dados inseridos em uma planilha eletrônica para posterior análise.

Figura 22 – Pivôs centrais instalados nos municípios de Luís Eduardo Magalhães e Barreiras no ano de 2008.



Fonte: Obahia (2019).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio do presente estudo foi possível observar o avanço da agricultura irrigada por pivôs centrais nos municípios de Luís Eduardo Magalhães e Barreiras. Sendo que, no período estudado (2008 a 2018), o município de Luís Eduardo Magalhães apresentou um crescimento de 48,97% em número de equipamentos, o que representou um crescimento de 51,08% em área irrigada por pivô central. Já para o município de Barreiras, houve um crescimento de 44,67% em quantidade de equipamentos, representativo de um crescimento de 85,20% em área. A área total irrigada no município de Luís Eduardo Magalhães e Barreiras, no ano de 2018, foi de respectivamente 20395,1 e 25467,3 hectares, apresentando um total de 45862,4 hectares irrigados por pivô central. Na tabela 1 encontra-se a evolução na quantidade de pivôs centrais e na área irrigada no município de Luís Eduardo Magalhães, e na tabela 2 encontra-se a evolução na quantidade de pivôs centrais e na área irrigada no município de Barreiras, respectivamente, mostrando a evolução anual da agricultura irrigada nos municípios.

O município de Luís Eduardo Magalhães apresentou uma média de crescimento em quantidade de equipamentos de 4,08 % ao ano, representando um acréscimo médio de área de 4,24 % ao ano. O ano de 2018 a taxa de crescimento em quantidade de equipamentos foi a maior do período estudado, apresentando 8,54 % de crescimento em relação ao ano anterior, o que representa um acréscimo de área de 7,72 %. Já no ano de 2011 o aumento no número de equipamentos foi o menor do período estudado, apresentando um acréscimo de 1,29 % ao ano, culminando em 0,30 % de crescimento da irrigação por pivô central em área. É apresentada na tabela 1 a evolução da quantidade de equipamentos instalados e de área no município de Luís Eduardo Magalhães.

Tabela 1 – Evolução de pivôs centrais no município de Luís Eduardo Magalhães.

Ano	Quantidade de pivôs	Área média por equipamento (ha)	Área total (ha)	Taxa de crescimento Área (%)	Taxa de crescimento pivôs (%)
2008	145	93,1	13499,3	-	-
2009	150	92,4	13861,4	2,68	3,45
2010	155	93,1	14363,8	3,62	3,33
2011	157	91,8	14407	0,30	1,29
2012	163	92,8	15122,1	4,96	3,82
2013	173	94,6	16359,6	8,18	6,13
2014	180	96,9	17447	6,65	4,05
2015	187	96,2	17982	3,07	3,89
2016	192	95,8	18384,6	2,24	2,67
2017	199	95,1	18933,2	2,98	3,65
2018	216	94,4	20395,1	7,72	8,54
			Média	4,24	4,08

Fonte: Do autor (2019).

Já o município de Barreiras apresentou uma taxa média de crescimento em quantidade de equipamentos de 3,82 % ao ano, o que representou um crescimento médio de área de 6,55% ao ano. No ano de 2015 a taxa de crescimento em quantidade de equipamentos foi a maior no período estudado, apresentando 9,65 % de crescimento em relação ao ano anterior, o que representou um acréscimo de área de 18,24 %. Já no ano de 2010 a taxa de crescimento de equipamentos foi a menor do período estudado, apresentando um decréscimo na quantidade de equipamentos de 0,78 %, o que representou um decréscimo de área de 1,47 %, este decréscimo pode ter ocorrido por reposicionamento de equipamentos em campo, que pode ter ocorrido por mudanças no layout de instalação ou até a remoção de equipamentos defasados para substituição, o que explicaria o aumento significativo no ano seguinte. O aumento da área média por equipamento observado no ano de 2015 ocorreu pelo acréscimo de uma quantidade considerável de pivôs centrais com área maior que 120 hectares. A tabela 2 demonstra a evolução da quantidade de equipamentos instalados e de área no município de Barreiras.

Tabela 2 – Evolução de pivôs centrais no município de Barreiras.

Ano	Quantidade de pivôs	Área média por equipamento (ha)	Área total (ha)	Taxa de crescimento Área (%)	Taxa de crescimento pivôs (%)
2008	244	98,1	13751,4	-	-
2009	258	98,7	15284,1	11,15	5,74
2010	256	98,6	15059,2	-1,47	-0,78
2011	279	98,9	17417,5	15,66	8,98
2012	294	98,9	18906,7	8,55	5,38
2013	308	99,2	20383,3	7,81	4,76
2014	311	99,1	20650,0	1,31	0,97
2015	341	101,5	24416,4	18,24	9,65
2016	341	101,5	24416,4	0,00	0,00
2017	349	100,9	25045,7	2,58	2,35
2018	353	101,0	25467,3	1,68	1,15
			Média	6,55	3,82

Fonte: Do autor (2019).

## 5. CONCLUSÃO

Apesar de a agricultura irrigada em âmbito nacional apresentar uma taxa média de crescimento entre 4,4% e 7,3%, o município de Luís Eduardo Magalhães apresentou um crescimento médio abaixo da média, sendo este de 4,24%, porém nos anos de 2013 e 2018 o crescimento da área irrigada foi acima da média. Já o município de Barreiras apresentou um crescimento na média nacional de 6,55%, porém nos anos de 2009, 2011, 2012, 2013 e 2015 o crescimento foi acima da média nacional. Constatou-se, assim, que os municípios de Luís Eduardo Magalhães e Barreiras apresentaram uma taxa de crescimento na área irrigada por pivôs centrais na média nacional.

Por meio deste estudo foi possível evidenciar a importância dos municípios estudados em relação a agricultura irrigada, apresentando dados atualizados da quantidade de equipamentos instalados e da área irrigada por pivôs centrais.



## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Agricultura irrigada: estudo técnico preliminar**. Brasília: ANA, 2004. 107p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil**. Brasília: ANA, 2014. 37p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília: ANA, 2017. 86 p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa – UFV, 2006. 625 p.
- BISCARO, G. A. **Sistemas de irrigação por aspersão**. Dourados: Editora UFGD, 2009.
- DRUMOND, L. C. D. **Curso de irrigação de pastagem**. Jaboticabal: Gestão e Assessoria de Pastagem e Pecuária Intensiva – GAPPI, 2013. 72p.
- FOCKINK. **Caixa de alinhamento**. Panambi, 2019a. Disponível em: <<https://www.fockink.ind.br/listaprodutos/index/8/Piv%C3%B4s+de+Irriga%C3%A7%C3%A3o/62/Caixa+de+Alinhamento#abreCategoria>>. Acesso em: 12 mai. 2019.
- FOCKINK. **Painel de controle**. Panambi, 2019b. Disponível em: <<https://www.fockink.ind.br/listaprodutos/index/8/Pivôs+de+Irrigação/52/Painel+de+Controle#abreCategoria>>. Acesso em: 17 mai. 2019.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Handbook on pressurized irrigation techniques**. 2nd ed. Rome: 2007.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Information system on water and agriculture - AQUASTAT**. 2012.
- GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil em 2013**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 40 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 106).
- GOVERNMENT OF SASKATCHEWAN. Ministry of Agricultural Irrigation. The centre pivot irrigation system. Saskatchewan, 2018. 5 p. Disponível em: <<https://www.saskatchewan.ca/business/agriculture-natural-resources-and-industry/agribusiness-farmers-and-ranchers/crops-and-irrigation/irrigation>>. Acesso em: 25 mar. 2019.
- LINDSAY, **Fieldnet: gerenciamento de irrigação via web**. Mogi-Mirim, 2013. Disponível em: <[http://www.lindsayafricapt.com/stuff/contentmgr/files/0/84bd144fc732911c52e2de0efe69e7a8/pdf/l\\_bro\\_fieldnet\\_portuguese.pdf](http://www.lindsayafricapt.com/stuff/contentmgr/files/0/84bd144fc732911c52e2de0efe69e7a8/pdf/l_bro_fieldnet_portuguese.pdf)>. Acesso em: 08 mai. 2019.
- LINDSAY, **Taxa variável de irrigação**. Mogi-Mirim, 2016. Disponível em: <[http://www.lindsaybrazil.com/stuff/contentmgr/files/0/4cf515fc65a1f2ab6bdfec7ac5bfc2/pdf/growsmart\\_precision\\_vri.pdf](http://www.lindsaybrazil.com/stuff/contentmgr/files/0/4cf515fc65a1f2ab6bdfec7ac5bfc2/pdf/growsmart_precision_vri.pdf)>. Acesso em: 02 mai. 2019.

LINDSAY. **Anel coletor zimmatic elimina restrição no fluxo de água.** Mogi-Mirim, 2019a. Disponível em: <<http://www.lindsaybrazil.com/9500p>>. Acesso em: 11 mai. 2019.

LINDSAY. **9500 – café.** Mogi-Mirim, 2019b. Disponível em: <<http://www.lindsaybrazil.com/fotos>>. Acesso em: 16 mai. 2019.

LINDSAY. **9500 – soja 2.** Mogi-Mirim, 2019c. Disponível em: <<http://www.lindsaybrazil.com/fotos>>. Acesso em: 19 mai. 2019.

LINDSAY. **9500 – milho.** Mogi-Mirim, 2019d. Disponível em: <<http://www.lindsaybrazil.com/fotos>>. Acesso em: 19 mai. 2019.

LINDSAY. **Multiplataformas web – computação em nuvem.** Mogi-Mirim, 2019e. Disponível em: <<http://www.lindsaybrazil.com/sobre-o-fieldnet>>. Acesso em: 25 mai. 2019.

MARTIN, D.; KRANZ, W.; SMITH, T.; IRMAK, S.; BURR, C.; YODER, R. **Center pivot irrigation handbook.** Lincoln: University of Nebraska-Lincoln, 2017.

MELO, J. L. P.; SILVA, L. D. B. **Irrigação.** Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2011.

OBAHIA. **OBahia – Servidor de mapas do oeste da Bahia.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2019. Disponível em: <<http://obahia.dea.ufv.br>>. Acesso em: 28 mai. 2019.

REINKE. **Reinke VRI prescription software.** Deshler, 2019. Disponível em: <<https://www.reinke.com/variable-rate.html>>. Acesso em: 22 mai. 2019.

SILVA, E. M.; AZEVEDO, J. A. **Dimensionamento da lateral de irrigação do pivô-central.** Planaltina: Embrapa – CPAC, 1998. 54 p. (Documentos, 71).

TESTEZLAF, R. **Irrigação: métodos, sistemas e aplicações.** Campinas: Unicamp/FEAGRI, 2017.

USDA NIFA. Climate variability to climate change: Extension challenges and opportunities in the Southeast USA. Outreach publication. 2016. Disponível em: <<http://agroclimate.org/wp-content/uploads/2016/03/Variable-rate-irrigation.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2019.

VALLEY, **Manual do proprietário do painel de controle ICON10 / ICON1.** Uberaba, 2018.

VALLEY. **Irrigação de taxa variável (VRI): prescrições.** Uberaba, 2019a. Disponível em: <<http://www.valleyirrigation.com.br/tecnologia-e-pain%20%20de-controle/gest%20de-aplica%20%20de-%20gua/prescri%20%20vri>>. Acesso em: 02 mai. 2019.

VALLEY. **Fotos da valley.** Uberaba, 2019b. Disponível em: <<http://www.valleyirrigation.com.br/recursos/materiais-do-produto/fotos>>. Acesso em: 21 mai. 2019.

VALLEY. **Smart panel ICON10 valley.** Uberaba, 2019c. Disponível em: <<http://www.valleyirrigation.com.br/tecnologia-e-pain%20%20de-controle/pain%20de-controle/painel-inteligente-icon10>>. Acesso em: 10 mai. 2019.

VALLEY. **Valley X-Tec unidade motora**. Uberaba, 2019d. Disponível em: <<http://www.valleyirrigation.com.br/equipamento/sistema-de-tra%C3%A7%C3%A3o/valley-x-tec>>. Acesso em: 15 mai. 2019.

VALLEY. **Painel standard valley (classic plus)**. Uberaba, 2019e. Disponível em: <<http://www.valleyirrigation.com.br/tecnologia-e-pain%C3%A9is-de-controle/pain%C3%A9is-de-controle/classicplus>>. Acesso em: 20 mai. 2019.

VALLEY. **Variable rate irrigation**. 2019f. Disponível em: <[http://az276019.vo.msecnd.net/valmontstaging/docs/librariesprovider87/brochures/new-brochures-rebrand-10-02-18/g11023-0718-vri\\_one-sheeter\\_lowres.pdf?sfvrsn=2](http://az276019.vo.msecnd.net/valmontstaging/docs/librariesprovider87/brochures/new-brochures-rebrand-10-02-18/g11023-0718-vri_one-sheeter_lowres.pdf?sfvrsn=2)>. Acesso em: 21 mai. 2019.

VALLEY. **Valley basestation3**. Uberaba, 2019g. Disponível em: <<http://www.valleyirrigation.com.br/tecnologia-e-pain%C3%A9is-de-controle/gest%C3%A3o-remota/basestation3>>. Acesso em: 25 mai. 2019.