IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA: Sistema de aspersão em campo de futebol

Matheus Marques Scarabelli[1], **Matheus Quadros Damasceno**[1], **Tatiane de Oliveira Lopes**[1]
[1,2]matheus.m.scarabelli@gmail.com[1] matheusrock300@gmail.com[2] tatianedeoliveira0336@gmail.com[3] Professora orientadora: Sheila Leal Oliveira Loureiro
Coordenação de curso de Engenharia Civil

Resumo

O objetivo deste trabalho é demonstrar a economicidade dos processos de irrigação por aspersores, utilizados no campo de futebol Municipal da Sede da Agremiação Vila Esporte Clube da cidade Morro da Garça. É sabido que o grande desafio da humanidade é o controle da água potável que é utilizada para diversos fins. Os sistemas de irrigação são responsáveis por prover manutenção hídrica para o gramado dos campos de futebol. Este estudo tem como objetivo específico identificar os principais tipos de sistemas de irrigação, assim como evidenciar suas especificidades, nível de performance, característica da manutenção e identificar qual sistema apresenta menor gasto hídrico. Analisando sistemas que utilizam o aproveitamento de água da chuva e águas cinza, assim como identificar as vantagens e desafios para a implantação do sistema de irrigação. O estudo nos conduziu para discussões e resultados demonstrando que o sistema de irrigação por aspersão automatizado é eficiente e gera uma economia energética, hídrica e de mão de obra em sua instalação e manuseio, economia essa significativa. Ao ser definida a utilização do sistema, que utiliza em seu conjunto de equipamentos um controlador que permite programar o horário e o tempo de irrigação em função da automação, evidenciou-se resultados positivos para manutenção do campo de futebol Vila Esporte de Morro da Garça.

Palavras-chave: Irrigação. Irrigação por aspersão. Campo de futebol. Irrigação Automatizada.

1 INTRODUÇÃO

Na antiguidade o homem fazia desvios do fluxo da água para uso próprio e isso já era uma forma de irrigação. No ano de 1933, no sul da Califórnia, foi inventado o primeiro aspersor de impacto. Essa invenção foi de grande importância na época e revolucionou o processo de irrigação mundial, tanto para gramados quanto para a agricultura (NETO, 2020).

Contudo, foi somente em 1950 que ocorreu o desenvolvimento dos produtos, com a introdução de programas computacionais para o controle de irrigação. Na década de 1980 deu-se início ao desenvolvimento da automação, que por sua vez, visa a utilização do sistema de equipamentos eletrônicos com o mínimo de intervenção possível do homem (NETO, 2020).

O objetivo deste trabalho é demonstrar como os projetos de irrigação por aspersão podem ser concebidos, sua eficiência e vantagens. Esse método tem sido cada vez mais utilizado no Brasil, visto que, é um país onde o esporte de maior expressão é o futebol, e um dos grandes pilares do Produto Interno Bruto (PIB) do país é a agricultura.

Foi realizado um estudo em um campo de futebol localizado no município de Morro da

---

[1]Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário UNA

Garça (MG), com foco na avaliação da irrigação utilizada no local, além de estabelecer as características quanto ao método utilizado, o detalhamento do sistema, o custo, e a viabilidade econômica em consequência da automação do projeto.

O sistema de irrigação utilizado no campo de futebol Municipal da Sede da Agremiação Vila Esporte Clube é o Automatizado. Nesse projeto os aspersores são fixados em locais estratégicos para garantir a qualidade da irrigação no gramado local, a partir de redes hidráulicas, válvulas, filtros e bombas reguladas por um controlador. A fonte hídrica utilizada para irrigação do campo é advinda de um poço artesiano.

2 DESENVOLVIMENTO

2.2 Breve retrospecto histórico da irrigação automatizada

A irrigação é uma técnica que começou na agricultura e foi introduzida nos gramados esportivos com a finalidade de regar as plantas de forma artificial e controlada no momento certo e da forma mais adequada, através de métodos mais apropriados ao solo e à cultura. O objetivo é fornecer umidade suficiente para o desenvolvimento normal das plantas, compensar a inadequação ou distribuição desigual das chuvas, aumentar a produtividade sem o inconveniente da erosão do solo ou acúmulo de sal, ou seja, minimizar os efeitos adversos sobre o meio ambiente (TESTEZLAF, 2011).

O sistema de irrigação complementa a precipitação natural, e enriquece o solo através da deposição de elementos fertilizantes. Para Paula et. al. (2011) os métodos mais importantes de irrigação são: a irrigação por aspersão, por micro irrigação ou irrigação localizada, por superfície e a subterrânea ou sub irrigação. É de suma importância saber os tipos de manutenções necessárias quanto ao uso de um sistema de irrigação. Um dos principais sistemas utilizados na irrigação em campos de futebol, são os aspersores (FERENC, 2021).

A implantação da irrigação automatizada no campo de futebol de Morro da Garça (MG) ocorreu seguindo um projeto pré-estabelecido de uma Planta Baixa, com os setores do campo, os materiais, os tempos, entre outros. Esse projeto também possui uma Planilha Orçamentária, que contém o preço de todos os materiais usados. Para uma melhor gestão da implantação, foi criado um cronograma Físico-Financeiro, para controlar o tempo e as finanças.

2.2 Aspersores

Os aspersores são responsáveis pela atividade de molhar uma determinada área circular, almejando melhor condicionamento de uniformidade e distribuição da água. Determinados aspersores são diferenciados pela tipologia de sistema de rotação, podendo ser do tipo estacionário ou rotativo (BISCARO, 2009).

Os aspersores de irrigação mais utilizados nos campos de futebol são fixos automáticos, isso significa que possuem pulverizadores e aspersores *pop-up* (de rotor retrátil). Esses são acionados através da programação feita no controlador, e no horário marcado ele salta para fora fazendo assim o processo de irrigação do tipo rotor. Há também micro aspersores, e cada um com ângulos e faixas variáveis, além das fitas de gotejamento muito utilizadas em plantações (JUSTI; VILAS BOAS.; SAMPAIO, 2010).

O aspersor pode possuir uma movimentação giratória decorrente da ação contrária do jato de água, ou devido ao impacto ocasionado pelo mesmo em uma peça denominada palheta, que desempenha função conjunta com uma mola. Os aspersores são encontrados em 5 tamanhos distintos: micro aspersores, aspersores pequenos, aspersores médios, aspersores grandes e canhões hidráulicos (BISCARO, 2009). A NBR ISO 15886-1:2017 fala dos equipamentos de

irrigação agrícola- Aspersores Parte 1: Definição de termos e classificação. Já a NBR 15084:2004 descreve a Irrigação a Irrigação Localizada-Microaspersores-Requisitos gerais de ensaio.

2.3 Tipos de automação na irrigação

2.3.1 Irrigação por aspersão convencional

É um sistema onde a água é aspergida sobre o solo semelhante a chuva artificial (FOLEGATTI, 2013). Esse efeito ocorre por causa da fração do jato de água em gotículas que se espalham no ar, devido à passagem sob pressão em orifícios de pequena dimensão, ocasionando a fração do jato. Com a ajuda de um sistema de bombeamento, a água percorre um conjunto de tubulações criando a pressão essencial para acionar os aspersores (BISCARO, 2009).

O sistema de irrigação por aspersão convencional se caracteriza pela composição, geralmente, de aspersores, tubulações, acessórios e agrupamento motobomba (BISCARO, 2009). Nesse sistema, como ilustrado na Figura 1, os equipamentos são movimentados manualmente pelo campo cobrindo em cada posição um setor da área irrigada, e também podem permanecer fixados na mesma posição ao longo do período de atuação, cobrindo toda a área irrigada ou setores específicos (TESTEZLAF, 2017).

Figura 1 – Irrigação por aspersão convencional

Fonte:(MAXMAQ, 2019).

2.3.2 Irrigação por aspersão automatizada

O sistema é constituído por um controlador, que possibilita uma programação para resolver as diferentes demandas da aplicação. Esse controlador gerencia os dias da irrigação, o tempo que deve ficar acionado e a quantidade de vezes necessárias durante o dia para que a grama fique bem irrigada, como é apresentado na Figura 2. O procedimento pode ser realizado de maneira inteiramente automatizada, pelo fato de que o controlador propicia essa funcionalidade (METZHKA; ALBAe MULLER, 2018).

Figura 2 – Sistema de controle de irrigação por asperção automatizada

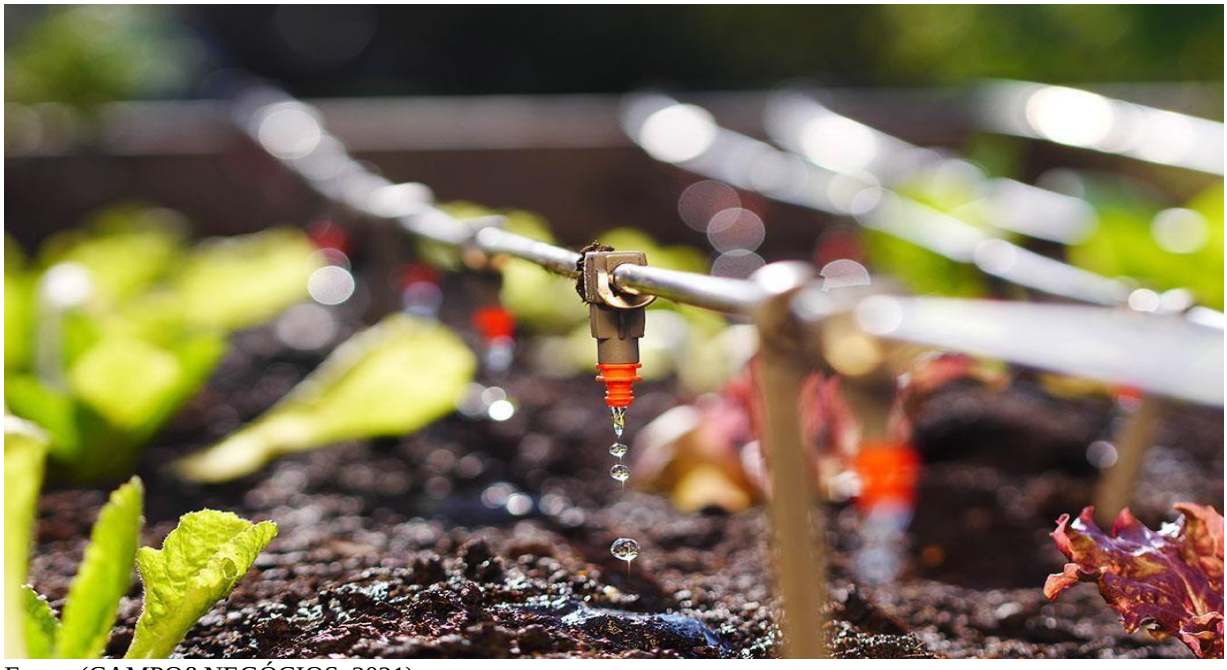
Fonte: Acervo dos autores

No sistema deste equipamento há um aparelho que controla a liberação da passagem de fluído, chamado válvula solenóide. Essa válvula, que é ativada pelo controlador, aciona a motobomba que efetua a captação da água no reservatório e, por meio de tubulações de PVC, distribui o sistema em partes no campo para a projeção da água na superfície através dos aspersores (METZHKA; ALBA e MULLER, 2018).

2.3.3 Irrigação localizada ou micro irrigação

Sistemas onde a água é aplicada em alta frequência e baixo volume, acima ou abaixo da superfície do solo, protege pequenas áreas e mantém um alto grau de umidade para as raízes das plantas (FRIZZONE, 2013), como apresentado na Figura 3. A micro irrigação é muito utilizada na agricultura onde as plantas presentes no campo recebem em quantidades pequenas e constantes, a hidratação necessária. O gasto hídrico a ser utilizado pode variar dependendo da plantação, terreno e localidade, podendo diariamente, haver diferença na quantidade de água utilizada (AITA, 2017).

Figura 3 – Irrigação Localizada



Fonte: (CAMPO&NEGÓCIOS, 2021).

2.3.4 Irrigação por superfície

Conforme a Figura 4, esse sistema distribui a umidade pela superfície do solo por gravidade. O terreno precisa ter pouca declividade, ou seja, é necessário que seja mais uniforme. Isso acontece porque a aplicação da água é feita diretamente sobre o local desejado, exigindo uma sistematização mais rigorosa do terreno, e consequentemente muita mão de obra (Figura 4) (ANDRADE e BRITO, 2006).

Figura 4 – Irrigação por superfície

Fonte:(BOAS PRÁTICAS AGRONÔMICAS, 2022).

2.3.5 Irrigação subterrânea ou subirrigação

Sistema para manter o lençol freático a uma certa profundidade, que permite o fluxo adequado de água para a zona radicular da cultura (ANDRADE e BRITO, 2006). É capaz de irrigar o solo com alta permeabilidade e baixa retenção de água. No entanto, esse sistema requer condições naturais que nem sempre estão disponíveis, sobretudo a presença de lençol freático profundo no solo e mão de obra abundante. É importante ressaltar que a subirrigação pode ocasionar grande agressão ao meio ambiente pelo risco de salinização (RIBEIRO, 2013). Esse sistema é apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Irrigação subterrânea

Fonte: (AGROPÓS, 2022).

2.4 Tipos de manutenção utilizadas na irrigação

A Manutenção Corretiva é realizada quando ocorre uma falha ou defeito no sistema, exigindo uma ação para correção do problema. Essas falhas críticas ao funcionamento do sistema podem ser elétricas ou hidráulicas. A correção pode ser de caráter imediato, isto é, sem a correção de tal falha, não há possibilidade de o sistema de irrigação funcionar; ou pode ser de caráter planejado, de modo que haja acompanhamento do sistema. Assim uma pequena falha pode se tornar um problema de correção imediata futuramente, devendo ser tratada na hora, mesmo não causando a paralisação do sistema (CORDEIRO e ASSUMPÇÃO, 2016).

A Manutenção Preventiva é realizada através das coletas de dados das máquinas e sistemas hidráulicos, do monitoramento por meio de ressonância do sistema de irrigação, da análise das vibrações de máquinas e tubos, como também de outras técnicas não-destrutivas, dessa forma é feita a manutenção preditiva. Assim, pode-se dizer que este é um processo que informa a vida útil das máquinas e sistemas hidráulicos, além das condições em que essa vida útil pode ser totalmente utilizada. Essa manutenção pode ser comparada a uma inspeção para monitorar a condição do equipamento. Para tanto, pode-se concluir que a manutenção preditiva

tem um propósito maior, como reduzir os custos de manutenção e aumentar o tempo de vida útil do sistema de irrigação completo (OLIVEIRA; CONCEIÇÃO e PARIZI, 2016).

Por fim, a Manutenção Preventiva visa diminuir o tempo de desgaste das máquinas e dos sistemas hidráulicos existentes na irrigação, prevenindo uma falha ou até mesmo um dano crítico. Com o planejamento ou programação correta é possível intervir numa falha antes mesmo que ela ocorra, mas para que isso aconteça deve estar tudo bem definido e o serviço de prevenção das peças e máquinas serem bem executados (OLIVEIRA; CONCEIÇÃO e PARIZI, 2016).

2.5 Diferenças entre as manutenções e suas especificidades

A diferença da manutenção Corretiva para a Preventiva, distingue-se, pois, a manutenção corretiva geralmente é solicitada quando há uma falha crítica no sistema da irrigação, podendo causar uma grande vazão de água. Dentre as causas, é possível ser um rompimento no sistema hidráulico, uma grande perda de energia ou desligamento do sistema de irrigação se for uma falha elétrica. Sendo assim, ela é uma manutenção de urgência, efetuada após a ocorrência de uma falha (TROJAN; MARÇAL e BARAN, 2013).

Já a preventiva tem como objetivo evitar o desgaste das peças, a manutenção adequada do sistema, o monitoramento das máquinas reduzindo o risco de haver uma falha ou o interrompimento completo do sistema de irrigação. Há um planejamento para manutenção quanto a cada item ou mesmo do sistema completo efetuada em intervalos predeterminados (TROJAN; MARÇAL e BARAN, 2013).

No que diz respeito a Preditiva e Preventiva, pode-se dizer que com o uso de equipamentos como ultrassom para tubos hidráulicos, câmeras termográficas e amperímetros para o sistema elétrico e até mesmo o uso de técnicas específicas, podendo muitas vezes serem baseadas no senso comum, a manutenção preditiva faz o uso desses (TROJAN; MARÇAL e BARAN, 2013).

A abordagem preditiva, visa mostrar em tempo real a condição do sistema, podendo até mesmo saber quando será necessária uma próxima manutenção. Diferente da manutenção preventiva que tem como objetivo prevenir e evitar por meio de manutenções recorrentes uma ou mais falhas. As manutenções podem ser programadas ou não, mas visam uma melhor vida útil das peças (TROJAN; MARÇAL e BARAN, 2013).

2.6 Reutilização da água pluvial e água cinza para irrigação

O aproveitamento da água da chuva ocorre de diversas formas, dentre os mais diferentes métodos de aproveitamento, o sistema considerado o mais eficiente para a reutilização em um campo de futebol, é realizado por meio de drenagem e escoamento no local. Neste sistema a água é direcionada para um reservatório, geralmente a água resultante desse processo é armazenada em uma cisterna, ela pode ser instalada em subterrâneo ou superfície (CARVALHO, 2014).

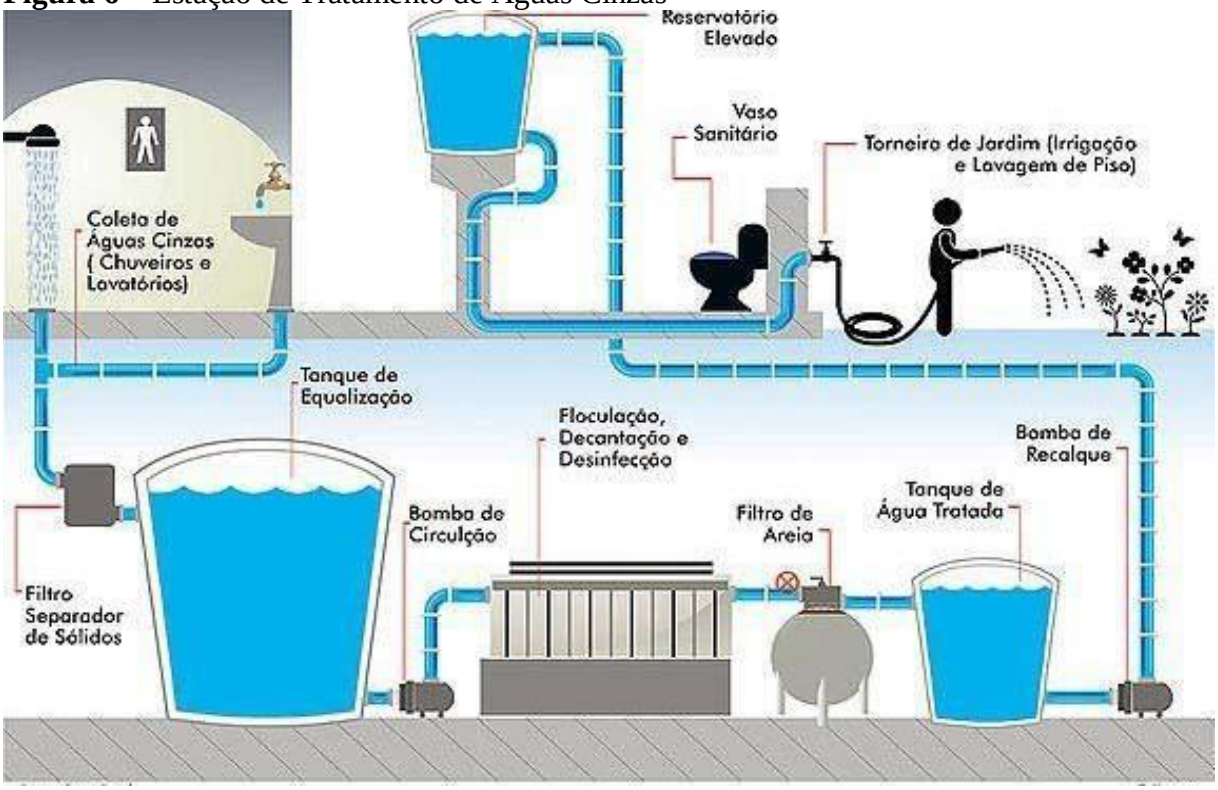
A reutilização da água captada da chuva pode ser feita diretamente no reservatório de armazenamento ou direcionada para o reservatório principal da fonte de irrigação,visto que não é necessário nenhum tipo de tratamento para utilização desta água na irrigação. É importante ressaltar que na reutilização da água cinza para irrigação, o processo ocorre de maneira similar (CARVALHO, 2014).

Quando há interesse em reaproveitar a água cinza é necessário a implantação de uma estação de tratamento de águas cinzas (ETAC), neste sistema toda água derivada dos banhos, das pias e máquinas de lavar passam por essa estação de tratamento. O processo se inicia após

as águas serem direcionadas a um filtro separador de sólidos (CARVALHO, 2014).

Logo depois ela cai em um tanque de equalização e através de uma bomba de circulação é lançada a uma caixa de floculação, decantação e desinfecção. Ao fim desse processo ela passa pelo filtro de areia e é conduzida prontamente para uso ao tanque de água tratada. Do tanque é direcionada a um reservatório elevado, através de uma bomba de recalque para distribuição do seu uso. Esse modelo de tratamento é representado pela Figura 6.

Figura 6 – Estação de Tratamento de Águas Cinzas



Fonte: (AQUACONTROLL, 2022).

2.7 Quimigação

A quimigação é a aplicação de produtos agroquímicos através da irrigação. Muito praticada na agricultura, essa abordagem visa a aplicação de produtos químicos como fertilizantes para crescimento das plantas, fungicidas para evitar fungos nas plantações, herbicidas para matar ervas parasitas e inseticidas para exterminar insetos através do sistema de irrigação. Dependendo do produto utilizado pode ser feito de modo a aspergir sobre toda a plantação, sua mistura pode ser feita com a própria água utilizada para irrigação (VIEIRA, 1994).

Há também a possibilidade de aplicação localizada, também feita através da irrigação. Nesse caso, haverá variação dependendo da necessidade de aplicação, se for sobre as folhas pode ser realizada através do processo de aspersão e se for diretamente na raiz, poderá ser feita pelo sistema de irrigação localizada. De todo modo, é preciso ser bem executada para que não haja obstrução no sistema de irrigação (PINTO e SOARES, 1990).

De acordo com Brito (2022), a irrigação por aspersão ou localizada realiza a quimigação de produtos como: “fertilizantes, herbicidas, inseticidas, fungicidas e até mesmo outros produtos não tradicionais, como bioinseticidas e vírus”. A maneira que esses sistemas utilizam para o processo é a injeção dos produtos na tubulação principal ou tubulação lateral que libera

o produto por meio dos aspersores ou da área de vazamento da irrigação localizada.

O processo de injeção dos produtos químicos depende do planejamento realizado a partir do cálculo e das variáveis de proporcionalidade, concentração dos produtos e tamanho do reservatório, esses fatores devem estar relacionados ao tamanho do campo. Neste processo é preciso considerar diversos fatores, inclusive a vazão com que os produtos chegam ao campo, dando importância a manutenção preventiva dos equipamentos que promovem a irrigação desses produtos (BRITO, 2022).

O Estádio do Mineirão iniciou a manutenção do gramado para apoio à maratona olímpica de 2022, serviço realizado pela Greenleaf Gramados, empresa profissional que atende diversos estádios do país. Nesta fase, além da irrigação, é importante a pulverização de inseticidas, o questionamento se perfaz sobre o fato de a água que é aspergida poder ser reaproveitada (MINEIRÃO, 2021).

2.8 Aspectos relevantes quanto ao sistema de irrigação

Power *et al*. (2011), aplicando seu modelo, buscaram o equilíbrio entre rentabilidade e irrigação sustentável. Bassi *et al*. (2014) também incluíram a variável ambiental em seu modelo, enfatizando que "os fatores econômicos não devem ser o único fator a ser perseguido". Tanure *et al* (2012) não incluem o modelo de proteção ambiental em seu sistema integrado de informações, mas, como um todo, visam ações sustentáveis.

Ressalta-se que a preocupação com a relação econômico-financeira e com o meio ambiente é um tema da moda e de grande importância para a humanidade. Seja para avaliar o impacto dos cenários climáticos nos sistemas produtivos e suas economias, seja para medir a adoção de ações ambientais, diversos estudos são realizados para ir além do aspecto puramente econômico da valorização dos negócios rurais (BASSI et. al, 2014).

A irrigação é uma atividade agrícola cujo objetivo principal é atender as necessidades hídricas das culturas no tempo certo e na quantidade certa. Como se trata de um grande investimento, a irrigação deve ser gerida de forma adequada e devem ser utilizados fertilizantes solúveis em água sempre que possível (fertirrigação) (BASSI et. al, 2014).

A racionalização do uso da água tem sido alvo de diversas investigações no setor agropecuário com o objetivo de reduzir os custos de mão de obra e energia e mitigar a degradação ambiental causada pela poluição hídrica e pelo uso excessivo da água. Portanto, técnicos e/ou agricultores devem ser capazes de determinar quando e quanta água deve ser regada (BASSO et. al, 2010).

A correta instalação do sistema de irrigação depende fundamentalmente da abertura dos sulcos em todo o solo, de modo que os bicos estejam posicionados corretamente para uma boa taxa de cobertura, ótima uniformidade de irrigação e, consequentemente, a qualidade do gramado (AGROCLIQUE, 2020).

Em termos de custo/investimento, como qualquer outro tipo de sistema de rega, necessita de um projeto de dimensionamento hidráulico/elétrico a orçamentar, mas pode ter uma ideia de estimativa das faixas de valores para a irrigação no campo de futebol. Para isso, é preciso primeiro entender quais são as partes de um sistema de irrigação de um campo de futebol (AGROCLIQUE, 2020):

> Reservatório de água: é necessário para garantir o abastecimento de água durantetoda a rega.
> Sistema Motobomba: é responsável pela captação da água do reservatório e sua distribuição pelas linhas de tubulação com a pressão necessária para que os aspersores funcionem e atinjam o seu ângulo ótimo de operação.
> Tubulação: leva água pressurizada da motobomba até os emissores nas linhas

> deirrigação.
> Abertura e fechamento das válvulas: pode ser manual ou automático. São as válvulas solenóides ou registros que vão abrir e fechar para irrigar cada setor do campo separadamente, dentro do período de tempo de cada estação.
> Aspersores Rotores: responsáveis pela emissão de água no gramado. Funcionam através de rotação de 40º a 360º possibilitando um ajuste perfeito de abertura. Tem alcance de até 25 metros (AGROCLIQUE, 2020).

Quanto aos custos de instalações e materiais, um estudo realizado na implantação de Campos Society 20x40m com Área aproximada de 800m², chegou-se aos seguintes parâmetros para os sistemas manuais, que utilizam partida da motobomba e os componentes de abertura (válvulas hidráulicas) onde são manuseados por um ou mais operadores. Esses sistemas chegam a custar a partir de R$ 9.000,00 (somente materiais). Já a irrigação de alto padrão, com mais de 95% de uniformidade, é automatizada através do uso de controles e válvulas elétricas (aspersores elétricos, aproximadamente R$ 20.000,00 no total, sem necessidade de trabalho manual) (AGROCLIQUE, 2020).

Com relação à Campos de Dimensão FIFA 45 a 60m x 90 a 120m e Área 4050 a 7200m²: São campos que necessitam de maiores quantidades de água de irrigação, utilizam tubos de maior diâmetro e motores de bomba mais potentes. A rega profissional desses campos custa em torno de R$ 30.000,00 no total, também levando em conta apenas o custo dos materiais. (AGROCLIQUE, 2020).

2.9 Vantagens e desafios do sistema de irrigação automatizada

Quanto às vantagens de um sistema de irrigação automática pode-se dizer que as vantagens associadas são condicionadas a facilidade em se adaptar aos mais variados tipos de culturas, solos e topografias, isso significa que uma das grandes vantagens dos sistemas é a possibilidade de ser instalado nos mais variados lugares, sendo de grande interesse nas áreas da irrigação, como na agricultura e em gramados e jardins (AITA, 2017).

Dessa forma, existe a possibilidade de ser tanto convencional quanto automatizado, uma grande vantagem do método de aspersão é ele possuir dois sistemas: o mecanizado e o automatizado. Com isso, é possível fazer análise de custos e benefícios e ver qual o melhor sistema a ser usado em cada projeto de irrigação. Possui maior eficiência do que o modelo de irrigação por superfície**,** pois esse método de irrigação faz uma simulação da chuva sobre a área, fazendo com que a absorção de água seja maior em relação ao outro método (SOUZA, 2001).

No que diz respeito às tubulações, pode-se dizer que podem ser desmontadas e retiradas do local, facilitando a preparação do solo, que demonstra outra vantagem importante. São materiais fáceis de trabalhar e manusear, durante os processos de instalação e preparação de terreno e suas necessárias manutenções (GOMES et. al., 2019).

A irrigação no período noturno, resulta em economia de água, pois a umidade relativa do ar é baixa, e com isso a evaporação da água é mínima. Melhora a uniformidade de água no local. Com as bases do projeto e com a distribuição dos aspersores, a irrigação é bem executada, fazendo com que não ocorra diferenças de produtividade de um local para o outro (GOMES et. al., 2019).

Possui menor ocupação de espaço por não ter canais ou sulcos. Além de possuir um sistema com tubulações enterradas, não ocorre uma ocupação na superfície do gramado, assim, não atrapalhando em nada as atividades que acontecem no local diariamente. A mão de obra é menor, e isso se dá pelo fato de que muitos campos de futebol antes eram irrigados manualmente ou com aspersores que tinham que ser mudados de lugar por uma pessoa para ser feito o processo completo (GOMES et. al., 2019).

Para tanto, tem maior efetividade no processo de condução de água, em razão das tubulações fechadas impedirem os desperdícios por evaporação ou encharcamentos, pois pela tubulação de PVC ser bem vedada e por ter acessórios que a ajudam na condução da água, ocorre um custo benefício muito bom no quesito sustentabilidade (GOMES et. al., 2019).

Os desafios quanto ao uso da irrigação são: Alto custo para instalação do sistema, dificultando o acesso da implantação para agricultores de algumas classes; Assistência técnica importada, visto que, uma grande parte dos materiais utilizados na instalação desses sistemas de irrigação são importados, o que acarreta em uma dificuldade na reposição das peças e em manutenções. O sistema de irrigação, sobretudo o automatizado, apresenta uma exigência maior de mão-de-obra, sendo ela qualificada, em razão das informações e as dificuldades de operar osistema, gerando assim um custo maior (OLIVEIRA et. al., 2020).

3 METODOLOGIA

Tendo como base conceitos relacionados à metodologia científica, esta pesquisa se classifica como uma pesquisa documental, baseado no conhecimento prático com o objetivo de realizar uma investigação quanto à aplicação dos conhecimentos mínimos necessários para a qualidade das construções dos sistemas de irrigação em um estádio de futebol.

Para realização do estudo adotou-se uma abordagem qualitativa descritiva, para coleta de dados foi realizado um estudo de caso sobre a concepção do projeto de irrigação do Campo de Futebol Municipal da Sede da Agremiação Vila Esporte Clube da cidade Morro da Garça (MG), situado no Bairro Pompéia. Neste estudo de caso será acompanhado a implantação de um sistema de aspersão automatizada, realizado para garantir uma irrigação por completo da área visando resultados expressivos.

Para embasar cientificamente este projeto, foi realizado uma revisão da bibliográfica priorizando documentos de cunho científico e orgãos oficiais que tratam do tema. Para a fundamentação teórica, coletou-se dados de artigos, livros e meios digitais sobre aimplantação do sistema de irrigação e suas vantagens para a utilização em um campo de futebol, a qual utilizou como referência o sistema de irrigação automatizado. As NBRs utilizadas na realização deste trabalho são NBR ISO 15886-1:2017 e NBR 15084:2004.

De acordo com Gil (2007) a ciência tem como objetivo principal chegar à veracidade dos fatos. Porém o conhecimento científico, distinto dos demais, tem como característica fundamental a sua verificabilidade. Para tal, é necessário ter operações técnicas e mentais, ou seja, a determinação de um caminho ou métodos intelectuais e técnicas para atingir o conhecimento de um determinado fim.

Para realização desta pesquisa, acompanhou-se a estruturação do projeto de irrigação do Campo de Futebol Municipal da Sede da Agremiação. Neste período os documentos formais analisados foram os dados disponibilizados pela prefeitura de Morro da Garça, dentre eles estão: Planta Baixa, a Planilha Orçamentária e o Cronograma Físico- Financeiro. Também foram realizadas visitas ao campo durante a implantação do novo sistema de irrigação, realizando registros fotográficos e acompanhando a evolução do processo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No transcorrer deste item, ocorreram as análises dos resultados do estudo de acordo com os objetivos do trabalho. Para execução do projeto foi adotado o sistema automatizado de irrigação no Campo de Futebol Municipal da Sede da Agremiação Vila Esporte Clube de Morro da Garça (MG). O modelo visual está representado na Figura 7. Neste modelo foi previsto um sistema para atender todo o campo com área total de 6.272 metros quadrados, com o objetivo

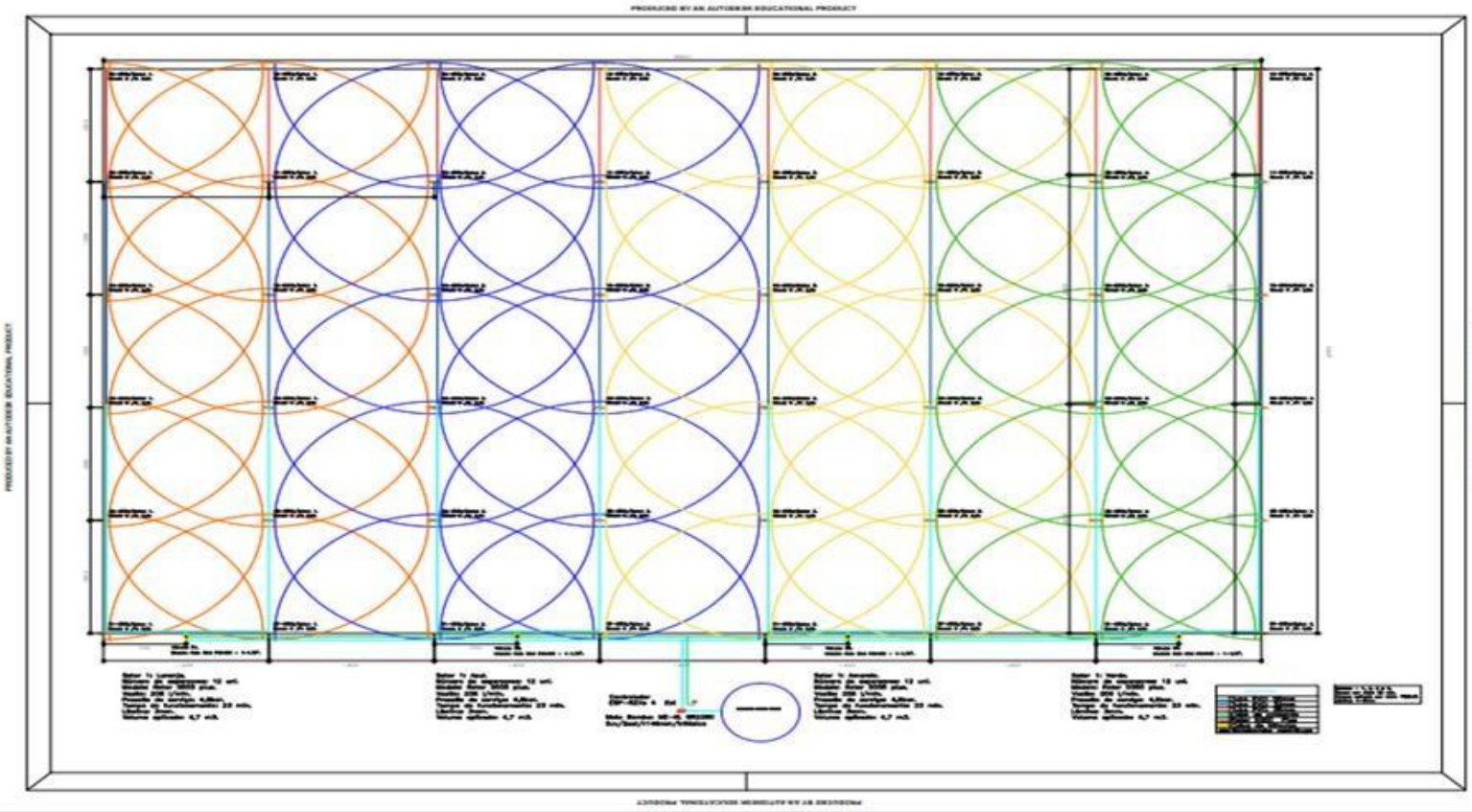
de proporcionar índices satisfatórios de umidade para manutenção do gramado, utilizando água do Poço Artesiano já perfurado no local.

A água do poço é bombeada para o reservatório de 13.500 litros também existente no local, para que este alimente o sistema de irrigação. Para desenvolvimento do projeto foram avaliadas as dimensões do campo, o tipo de gramado, a incidência solar, declividade do terreno, tipo de solo, as necessidades hídricas do gramado que varia conforme as características já citadas e a disponibilidade hídrica do local.

Os aspersores estão divididos em ramais menores, chamados de “setores”, na área total irrigada de 6.272 metros quadrados. Normalmente, são utilizados aspersores de impacto rotativos com um ou dois bocais de pressão média de 2 a 4 atmosferas e raio de 11 a 18 metros. (AZEVEDO, 2002).

Estes foram divididos em quatro: Setor Laranja, Azul, Amarelo e Verde com 12 aspersores rotor 5004 plus cada, vazão de 206 l/min, pressão de serviço de 4,5 bar, tempo de funcionamento de 23 minutos cada, duas vezes ao dia, lâmina de 3mm e volume aplicado é de 4,7 metros cúbicos sobre cada setor. A área de cada setor com seus aspersores é de 1.568 metros quadrados.

Figura 7- Projeto de Planta Baixa do Campo do Vila Esporte Clube em Morro da Garça (MG)



Fonte: morrodagarca.mg.gov.br

Os aspersores são acionados por válvulas solenoides, conforme apresentados na Figura 8, dispostas em uma caixa em cada setor do campo, e que são válvulas eletromecânicas controladas. Estas são responsáveis por responder os sinais gerados pelo controlador da central elétrica, programado para atender as demandas do projeto.

Figura 08 – Válvulas

Fonte: Acervo dos autores

A irrigação por setor apresenta horário programado e seus aspersores ficam ativados pelo período de 23 minutos em cada uma das duas regas realizadas ao dia. Sendo assim, às 4 horas da manhã quando a irrigação tem início, o sistema pertencente ao primeiro ramal permanece em funcionamento até às 4h23min, logo após esse tempo as válvulas são fechadas interrompendo o fluxo de água.

O segundo setor é acionado a partir das 5 horas da manhã programado até as 5h23min, seguindo assim sucessivamente até concluir a rega nos quatro setores. A segunda rega se inicia a partir das 19 horas da noite com o mesmo padrão da primeira. Este intervalo de 37 minutos a cada acionamento das válvulas, é o tempo para o poço se restabelecer pois possui profundidade de 160 metros, produzindo uma vazão de 5000 l/h.

O sistema de irrigação instalado utiliza tecnologia de automação avançada, utilizando controladores ESP-RZXe para acionamento de válvulas solenóides, que são alojadas em caixas plásticas de alta resistência e conectadas à rede.

Os aspersores utilizados no campo de futebol foram os escamoteáveis, o modelo selecionado foi o 5004 Plus como apresentado na Figura 9, este possui um dos melhores índices de eficiência do mercado, instalados submersos no solo emergindo apenas no momento de realizar a irrigação (*pop-up*).

Figura 09 - Rotor 5004 Plus

Fonte: Acervo dos autores

As redes hidráulicas utilizadas foram em PVC agropecuário azul, apresentado na Figura 10, foram enterrados a aproximadamente 25 centímetros de profundidade, os diâmetros foram dimensionados em função da vazão e da extensão das tubulações na área a ser irrigada.

Figura 10 – Tubo PVC agropecuário

Fonte: Acervo dos autores

As motobombas são projetadas para garantir a pressão e o fluxo necessários para o funcionamento do sistema de irrigação. A unidade escolhida possui uma bomba centrífuga e

um motor de 5Hp, modelo ME-AL/BR 2250 - 5cv trifásico, conforme mostrado na Figura 11. A ativação é feita automaticamente por um sinal enviado pelo controlador eletrônico de irrigação para a chave de partida, que recebe o sinal como 24VAC.

Figura 11 – Motobomba

Fonte: Acervo dos autores

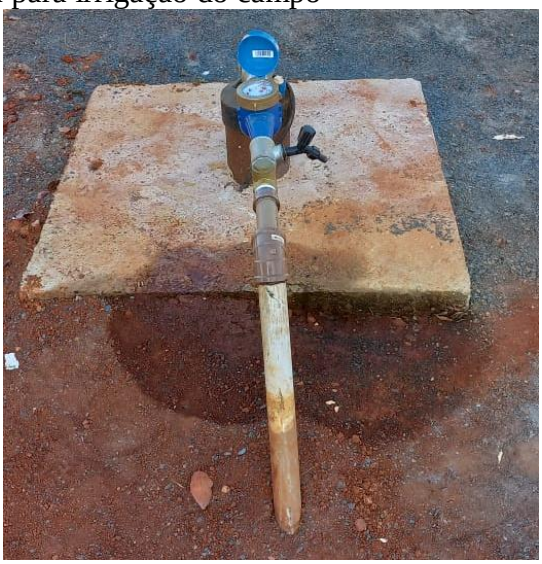
No controlador, são programados o horário para iniciar e parar a irrigação, o horário da irrigação, a duração de cada zona (setor), o número de vezes que o sistema funcionará por dia e o dia da semana para trabalhar. O acionamento é feito automaticamente através da unidade de controle, que envia um sinal elétrico para a válvula solenóide por meio de um cabo. Estas se abrem permitindo a passagem de água para os aspersores, decorrido o tempo o sinal é cortado cessando assim a rega do setor em funcionamento (Figura 12).

Figura 12 – Controlador

Fonte: Acervo dos autores

É importante ressaltar que a água utilizada para irrigação do campo Morro da Garça (MG) é fornecida por um poço artesiano pertencente ao território do campo (Figura 13). Não se sabe sobre a potabilidade da água fornecida, entanto a água é limpa, inodora e incolor. O sistema de irrigação impantado também conta com um reservatório nas dependências do terreno (Figura 14).

Figura 13 – Fonte hidríca para irrigação do campo



Fonte: Acervo dos autores

Figura 14 – Reservatório auxiliar para irrigação do campo

Fonte: Acervo dos autores

O custo médio da irrigação automatizada por metro quadrado é de aproximadamente R$ 12,00. Com uma área total do campo de 6.272 metros quadrados, o custo para a implantação desse sistema gira em torno de R$ 75.264,00, que está presente na planilha de orçamento como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Planilha orçamentária

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA									
ITEM	FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (SEM BDI) (R$)	BDI (%)	PREÇO UNITÁRIO (COM BDI) (R$)	PREÇO TOTAL
1	IRRIGAÇÃO CAMPO DO VILA - MORRO DA GARÇA								76.238,78
1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES								1.644,88
1.1.1	PLACA DE OBRA								1.644,88
1.1.1.1	SINAPI-I	4813	PLACA DE OBRA (PARA CONSTRUCAO CIVIL) EM CHAPA GALVANIZADA *N. 22*, ADESIVADA, DE *2,0 X 1,125* M (PLACA DE DIMENSÃO TOTAL 2,40 X 1,20)	M2	2,88	450,00	26,92	571,14	1.644,88
1.2	SISTEMA DE IRRIGAÇÃO								74.593,90
1.2.1	MATERIAIS								43.406,66
1.2.1.1	COTAÇÃO	1001	ADAPTADOR PVC - SOLDÁVEL CURTO LR - 50 - 1-1/2"	UN	16,00	7,86	26,92	9,98	159,61
1.2.1.2	COTAÇÃO	1002	ADAPTADOR PVC - SOLDÁVEL CURTO LR - 60 - 2"	UN	5,00	20,57	26,92	26,10	130,52
1.2.1.3	COTAÇÃO	1003	ADESIVO PLÁSTICO PARA TUBOS E CONEXÕES - 850 GRAMAS	UN	6,00	77,95	26,92	98,93	593,60
1.2.1.4	COTAÇÃO	1004	ASPERSOR ROTOR 5004 PLUS	UN	53,00	106,42	26,92	135,07	7.158,62
1.2.1.5	COTAÇÃO	1005	BOIA TORNEIRA DE ALTA VAZÃO 1 "	UN	2,00	120,45	26,92	152,88	305,76
1.2.1.6	COTAÇÃO	1006	BUCHA DE REDUÇÃO - PVC SOLDÁVEL - 32/25 MM	UN	12,00	3,06	26,92	3,89	46,66
1.2.1.7	COTAÇÃO	1007	CABO FLEXÍVEL - 6MM²	UN	100,00	9,53	26,92	12,10	1.209,97
1.2.1.8	COTAÇÃO	1008	CABO FLEXÍVEL PP 2 X 1,5 MM	UN	100,00	6,12	26,92	7,77	776,75
1.2.1.9	COTAÇÃO	1009	CABO FLEXÍVEL PP 4 X 1,5 MM	UN	350,00	11,32	26,92	14,37	5.030,05
1.2.1.10	COTAÇÃO	1010	CAIXA PLÁSTICA PARA VÁLVULAS 10" - MODELO VB10RND	UN	4,00	127,91	26,92	162,34	649,37
1.2.1.11	COTAÇÃO	1011	CHAVE BOIA ELÉTRICA DE NÍVEL	UN	1,00	66,97	26,92	84,99	84,99
1.2.1.12	COTAÇÃO	1012	CONECTORES COTOVELO SBE 3/4"	UN	106,00	3,31	26,92	4,21	445,76
1.2.1.13	COTAÇÃO	1013	CONTACTOR CWM 25 - 190/220 VOLTS	UN	1,00	180,16	26,92	228,65	228,65
1.2.1.14	COTAÇÃO	1014	CONTROLADOR PARA IRRIGAÇÃO ESP-RZX6E - OUTDOOR 6 ESP - RZX - 230 V	UN	1,00	841,39	26,92	1.067,89	1.067,89
1.2.1.15	COTAÇÃO	1015	CURVA - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL - 45 GRAUS / 50 MM	UN	26,00	22,31	26,92	28,32	736,32
1.2.1.16	COTAÇÃO	1016	CURVA - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL - 90 GRAUS / 25 MM	UN	6,00	8,03	26,92	10,19	61,15
1.2.1.17	COTAÇÃO	1017	CURVA - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL - 90 GRAUS / 32 MM	UN	6,00	14,73	26,92	18,70	112,20
1.2.1.18	COTAÇÃO	1018	CURVA - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL - 90 GRAUS / 50 MM	UN	28,00	16,48	26,92	20,92	585,78
1.2.1.19	COTAÇÃO	1019	DISJUNTOR TRIPOLAR - 25 A	UN	1,00	65,85	26,92	83,57	83,57
1.2.1.20	COTAÇÃO	1020	FITA ALTO FUSÃO - 3M - 20 METROS	UN	1,00	60,06	26,92	76,23	76,23
1.2.1.21	COTAÇÃO	1021	FITA ISOLANTE - 3M - 20 METROS	UN	2,00	21,69	26,92	27,53	55,07
1.2.1.22	COTAÇÃO	1022	FITA VEDA ROSCA 18MM/40 METROS	UN	10,00	16,60	26,92	21,07	210,69
1.2.1.23	COTAÇÃO	1023	FLANGE SOLDÁVEL 50 MM	UN	1,00	40,40	26,92	51,28	51,28
1.2.1.24	COTAÇÃO	1024	JOELHO PVC - COLA/ROSCA INTERNA - 25-3/4"	UN	16,00	3,46	26,92	4,40	70,33
1.2.1.25	COTAÇÃO	1025	LIXA GRÃO 80 PARA FERRO	UN	10,00	4,10	26,92	5,20	51,99
1.2.1.26	COTAÇÃO	1026	LUVA - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL - 25 MM	UN	8,00	2,80	26,92	3,55	28,43
1.2.1.27	COTAÇÃO	1027	LUVA - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL - 32 MM	UN	11,00	4,17	26,92	5,29	58,17
1.2.1.28	COTAÇÃO	1028	LUVA - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL - 50 MM	UN	13,00	6,73	26,92	8,55	111,10
1.2.1.29	COTAÇÃO	1029	LUVA MISTA - 32/1"	UN	4,00	12,04	26,92	15,28	61,11
1.2.1.30	COTAÇÃO	1030	LUVA DE REDUÇÃO - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL - 50/32 MM	UN	16,00	6,33	26,92	8,04	128,61
1.2.1.31	COTAÇÃO	1031	MANÔMETRO COM GLICERINA - (0 A 10 BAR) - CONEXÃO ROSCA MACHO 1/4"	UN	1,00	109,19	26,92	138,59	138,59
1.2.1.32	COTAÇÃO	1032	MINI CONTATORA CAW-04 22E/24 VOLTS	UN	1,00	90,00	26,92	114,23	114,23
1.2.1.33	COTAÇÃO	1033	MODULO LINK WIFI PARA CONTROLADORES	UN	1,00	917,55	26,92	1.164,55	1.164,55
1.2.1.34	COTAÇÃO	1034	MOTO BOMBA CENTRÍFUGA 2 EST. - ME-AL/BR 2250 - 5CV - R146MM TRIFÁSICO	UN	1,00	4.526,96	26,92	5.745,62	5.745,62
1.2.1.35	COTAÇÃO	1035	QUADRO ELÉTRICO EXTERNO - 40-30-18 - METAL	UN	1,00	341,01	26,92	432,81	432,81
1.2.1.36	COTAÇÃO	1036	REGISTRO - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL - 32MM	UN	2,00	21,54	26,92	27,34	54,69
1.2.1.37	COTAÇÃO	1037	REGISTRO - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL - 50MM	UN	3,00	38,22	26,92	48,50	145,51
1.2.1.38	COTAÇÃO	1038	RELÉ DE SOBRECARGA 25 A	UN	1,00	138,17	26,92	175,36	175,36
1.2.1.39	COTAÇÃO	1039	SENSOR DE CHUVA RSD	UN	1,00	269,07	26,92	341,50	341,50
1.2.1.40	COTAÇÃO	1040	TÊ - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL - 50 MM	UN	14,00	14,65	26,92	18,59	260,25
1.2.1.41	COTAÇÃO	1041	TÊ - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL - 50/32 MM	UN	6,00	21,86	26,92	27,75	166,49
1.2.1.42	COTAÇÃO	1042	TÊ - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL E COM ROSCA NA BOLSA CENTRAL - 32-3/4"	UN	16,00	15,49	26,92	19,66	314,49
1.2.1.43	COTAÇÃO	1043	TÊ - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL E COM ROSCA NA BOLSA CENTRAL - 50-3/4"	UN	32,00	15,39	26,92	19,54	625,19
1.2.1.44	COTAÇÃO	1044	TUBO - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL - 25 MM, PN 60	UN	28,00	24,89	26,92	31,59	884,53
1.2.1.45	COTAÇÃO	1045	TUBO - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL - 32 MM, PN 60	UN	44,00	34,91	26,92	44,31	1.949,54
1.2.1.46	COTAÇÃO	1046	TUBO - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL - 50 MM, PN 80	UN	67,00	66,33	26,92	84,19	5.640,75
1.2.1.47	COTAÇÃO	1047	TUBO EXTRA FLEXÍVEL SWING PIPE	UN	29,00	4,66	26,92	5,91	171,40
1.2.1.48	COTAÇÃO	1048	TUBO INJETOR VENTURI 1"	UN	1,00	169,30	26,92	214,88	214,88
1.2.1.49	COTAÇÃO	1049	UNIÃO SOLDÁVEL - LF - AGROPECUÁRIO - SOLDÁVEL - 50 MM	UN	5,00	43,94	26,92	55,77	278,86
1.2.1.50	COTAÇÃO	1050	VÁLVULA DE RETENÇÃO HORIZONTAL - BRONZE - 2"	UN	1,00	331,28	26,92	420,46	420,46
1.2.1.51	COTAÇÃO	1051	VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL COM CRIVO - FERRO FUNDIDO - 2"	UN	1,00	183,27	26,92	232,61	232,61
1.2.1.52	COTAÇÃO	1052	VÁLVULAS SOLENOIDE 150-PGA: 1-1/2" FÊMEA	UN	5,00	561,63	26,92	712,82	3.564,10
1.2.2	ESCAVAÇÃO DE VALAS								3.800,38
1.2.2.1	SINAPI	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_02/2021	M3	33,40	55,81	26,92	70,83	2.365,86
1.2.2.2	SINAPI	96995	REATERRO MANUAL APILOADO COM SOQUETE. AF_10/2017	M3	33,40	33,84	26,92	42,95	1.434,52
1.2.3	INSTALAÇÃO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO								27.386,86
1.2.3.1	COTAÇÃO	1053	EXECUÇÃO DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO (INSTALAÇÃO, MONTAGEM, REGULAGEM E AUTOMATIZAÇÃO DO SISTEMA), COM RECONSTITUIÇÃO DO GRAMADO ONDE FOI EXECUTADO AS VALAS	UN	1,00	21.578,05	26,92	27.386,86	27.386,86

Fonte: Prefeitura Municipal do Morro da Garça (2022).

A Tabela 2 apresenta o cronograma físico-financeiro referente a implantação do sistema que ocorreu no decorrer de dois meses.

Tabela 2 – Cronograma financeiro

PREFEITURA MUNICIPAL DE MORRO DA GARÇA ESTADO DE MINAS GERAIS CEP: 35798-000 CNPJ: 17.695.040/0001-06 PRAÇA SÃO SEBATIÃO 440, CENTRO															EMPREENDIMENTO	IRRIGAÇÃO CAMPO DO VILA CAMPO DE FUTEBOL MUNICIPAL DE MORRO DA GARÇA
															RECURSO	PRÓPRIO
CRONOGRAMA FÍSICO - FINANCEIRO																
ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR	1° MÊS		2 ° MÊS		3° MÊS		4° MÊS		5° MÊS		TOTAL			
		R$	R$	%	R$	%	R$	%	R$	%	R$	%	R$	%		
1	**SERVIÇOS PRELIMINARES**	**1.644,88**		100												
1.1	PLACA DE OBRA	**1.644,88**	1.644,88	100									1.644,88	100		
2	**SISTEMA DE IRRIGAÇÃO**	**74.593,90**														
2.1	MATERIAIS	43.406,66	21.703,33	50	21.703,33	50	-		-				43.406,66	100		
2.2	ESCAVAÇÃO DE VALAS	3.800,38	2.365,86	62,25	1.434,52	37,75	-		-				3.800,38	100		
2.3	INSTALAÇÃO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO	27.386,86	13.693,43	50	13.693,43	50	-		-				27.386,86	100		
TOTAL	**R$ 76.238,78**	**PERÍODO**	39.407,50	51,69	36.831,28	48,31	-	-	-	-			**76.238,78**	**100**		
		ACUMULADO	39.407,50	51,69	76.238,78	100,00	76.238,78	100,00	76.238,78	100,00						

Fonte: Prefeitura Municipal do Morro da Garça (2022).

Anteriormente, o campo de futebol do Morro da Garça não era irrigado. Com a demanda dos jogos de futebol, foi realizada uma pesquisa avaliando qual o melhor sistema a ser implantado, buscando utilizar um sistema que necessitasse de pouca manutenção e mão-de-obra. A prefeitura optou por implantar um sistema de irrigação automatizado por aspersão. Como não era realizado nenhum tipo de irrigação antes, só após a implantação tivemos os dados de consumo. O sistema já está em funcionamento a 65 dias e teve um consumo total de 611 metros cúbicos de água, como mostra o cálculo a seguir:

Cada setor recebe 4,7 metros cúbicos por dia. Como são quatro setores, a quantidade de água aspergida bruta sobre o campo é de 18,8 metros cúbicos. Como o campo é molhado duas vezes por dia, esse valor é dividido por dois e fica com 9,4 metros cúbicos por dia. Multiplicado esse valor por 65 dias, encontramos o consumo de 611 metros cúbicos de água nesse período.

5 CONCLUSÕES

Os equipamentos que compõem o sistema e o modelo apresentado no Desenvolvimento, Resultados e Discussões sobre o campo de futebol da cidade de Morro da Garça, formam um sistema de grande valor para área agrícola e esportiva. O sistema automatizado permite que a irrigação seja gerenciada em todas as etapas, da programação dos horários, até o tempo de duração de cada rega através de um controlador, trazendo um eficiente e positivo beneficio.

Outro fator que torna a irrigação por asperção automatizada um sistema cômodo para utilização é que não é necessário colocar ou recolher equipamentos para controlar a vazão. Consequentemente não é necessário uma grande equipe de pessoas para executar o serviço de irrigação, com isto este método mostra também uma economia nos gastos com mão de obra, e redução dos gastos hídricos. Mesmo com a utilização de poço artesiano, a gestão hídrica do campo Morro da Garça é consciente sobre a economia de água.

Em uma perspectiva futura, o sistema de irrigação automatizado foi escolhido para ser implantado no campo de futebol de Morro da Garça (MG) pela sua boa relação custo-benefício. Pois em sua construção e instalação, foram contabilizados os cálculos dos custos da operação de manutenção e de energia elétrica, constatando que a economia de água e energia elétrica no decorrer dos anos será considerável, pelo fato do sistema ter um controlador, que quando programado faz a irrigação com eficiência e no tempo necessário.

6 AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso contou com a ajuda de algumas pessoas, dentre as quais agradeço:

A professora orientadora Sheila Leal de Oliveira Loureiro, pelas orientações do trabalho e competência para o ensino;

A coordenadora do Curso de Engenharia Civil Evelyne Lopes Ferreira; E a Universidade Una, do Campus de Sete Lagoas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROCLIQUE. **Irrigação Para Campo De Futebol E Gramados Esportivos**. Maio 14, 2020. Disponível em: https://agroclique.com.br/irrigacao-para-campo-de-futebol-e-gramados-esportivos/ Acesso em: 12 jun 2022

AGROPÓS. **A Irrigação na Agricultura: Conheça os Benefícios**. São Paulo, 2022. Disponível em: https://agropos.com.br/irrigacao// Acesso em: 12 jun 2022.

AITA, Ricardo Hahn. Sistema de irrigação localizada e automatizada. **Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul**, 2017.

ANDRADE, Camilo de Lelis Teixeira de; BRITO, Ricardo A. L. **Métodos de irrigação**. 2006. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19630/1/Circ_86.pdf Acesso em: 12 jun 2022

AQUACONTROLL. **Acquacontroll fornece produtos que atendem a projeto de reuso de águas cinzas.** São Paulo - SP. Disponível em: https://www.acquacontroll.com.br/projeto-reuso-aguas-cinzas Acesso em: 12 jun 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 15886-1: Equipamentos de irrigação agrícola- Aspersores Parte 1: Definição de termos e classificação.** Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15084: Irrigação localizada- Microaspersores- Requisitos gerais e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro, 2004.

BASSI, Nitin. Assessing potential of water rights and energy pricing in making groundwater use for irrigation sustainable in India. **Water Policy**, v. 16, n. 3, p. 442-453, 2014.

BISCARO, Guilherme Augusto. **Sistemas de irrigação por aspersão**. Universidade Federal da Grande Dourados, 2009.

BOAS PRÁTICAS AGRONÔNICAS**. Irrigação, uma prática que aumenta a produtividade no campo.** 2022. Disponível em: https://boaspraticasagronomicas.com.br/boas-praticas/irrigacao/ Acesso em: 12 jun 2022.

BRITO, Ricardo Augusto**. Quimigação**. EMBRAPA - Parque Estação Biológica - PqEB s/n°

Brasília, DF – Brasil, 2022. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fmp44tsb02wyiv8065610d6qve9z1.html#:~:text=A%20quimiga%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A9%20praticamente%20restrita,qu%C3%ADmico%20uniformemente%20distribu%C3%ADdo%20nas%20tubula%C3%A7%C3%B5es. Acesso em: 14 jun 2022.

CAMPO&NEGÓCIO. **Irrigação por gotejamento**. 10 de dez 2021. Disponível em: https://revistacampoenegocios.com.br/irrigacao-por-gotejamento/ Acesso em: 12 jun 2022

CARDOSO, Danielle Kozak et al. Reutilização de água: uma alternativa para o desperdício e economia da água em residências. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 24566-24581, 2020.

CARVALHO, Nathália Leal et al. Reutilização de águas residuárias. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 2, p. 3164-3171, 2014.

CONFEA-CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA. **Código de Ética Profissional da Engenharia, Arquitetura, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia.** 5p, 6 de novembro de 2002.Disponível em: http://www.**confea**.org.br/ Acesso em 10 de abril de 2022

CORDEIRO, Jose Carlos; ASSUMPÇÃO, Maria Rita Pontes. Manutenção corretiva: Um procedimento para estabelecimento de indicadores para gestão de ações na área de manutenção e operações. **Exacta**, v. 14, n. 2, p. 173-182, 2016.

FERENC, Carlos Henrique Ramalho. **Sistemas de irrigação utilizados para campos de futebol e quadras de tênis com piso de saibro.** 2021.

FOLEGATTI, Marcos Vinícius; FERNANDES, Andre Luis Teixeira. Irrigação do cafeeiro: quando, quanto e por que se deve utilizar? **Visão Agrícola**, v. 8, n. 12, p. 43-46, 2013.

FRIZZONE, José Antônio. Planejamento da irrigação com o uso de técnicas de otimização. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 1, n. 1, 2013.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOMES, Amanda Neves et al. Sistema de irrigação localizada automatizada. **Revista Mythos**, v. 12, n. 2, p. 94-101, 2019.

JUSTI, André L.; VILAS BOAS, Marcio A.; SAMPAIO, Silvio C. Índice de capacidade do processo na avaliação da irrigação por aspersão. **Engenharia Agrícola**, v. 30, p. 264-270, 2010.

MAXMAQ. **Irrigação por Aspersão: Saiba tudo sobre o principal método de irrigação**. 2019. Disponível em: https://maxmaq.com.br/blog/irrigacao-por-aspersao/ Acesso em: 12 jun 2022

METZHKA, Jonatan Elizeu; ALBA, Alex Dall; MULLER, Valberto. Viabilidade econômica de um sistema de irrigação por aspersão convencional automatizado. In: **III Mostra de Pesquisa, Ensino e Extensão do IFRS-Campus Viamão**. 2018.

MINEIRÃO. **Gramado do mineirão passa por manutenção para suportar maratona de 2022.** 21 de dezembro de 2021. Disponível em: http://estadiomineirao.com.br/omineirao/imprensa/noticias/gramado-do-mineirao-passa-por-manutencao-para-suportar-maratona-de-2022/ Acesso em: 12 jun 2022.

NETO, José Giacoia. **História e Evolução da Irrigação.** 2020. Disponível em https://itograss.com.br/noticias/historia-e-evolucao-da-irrigacao/ Acesso em 22 mai 2022.

OLIVEIRA, Darlan Bezerra de et al. **Os desafios da automação do sistema de irrigação usado na agricultura familiar na fazenda santa clara, zona rural do vale do Açu**. 2020.

OLIVEIRA, Luziele; CONCEIÇÃO, Chaiane Guerra; PARIZI, Ana Rita. A importância da manutenção preventiva em bombas de irrigação. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 8, n. 2, 2016.

PAULA, Fabiana Luiza Matielo de et al. Produção de pimenta tabasco com aplicação de CO2, utilizando-se irrigação por gotejamento. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, p. 133-138, 2011.

PINTO, J. M.; SOARES, J. M. Fertirrigação-adubação via água de irrigação. **Embrapa Semiárido-Documentos (INFOTECA-E)**, 1990.

POWER, Jonathan D. et al. Functional network organization of the human brain. **Neuron**, v. 72, n. 4, p. 665-678, 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DO MORRO DA GARÇA. **Estrutura administrativa**. Lei Complementar Municipal 013/2009. Morro da Garça, 2022. Disponível em: https://morrodagarca.mg.gov.br/ Acesso em: 13 jun 2022

RIBEIRO, Maycon Diego. **Projeto de uma mesa de subirrigação para ambientes protegidos**. 2013.

SOUZA, Jessica. **Irrigação automatizada em campos esportivos por André Amaral**. 2022 Disponível em https://aueirrigacao.com/default.aspx?id=irriga%C3%A7%C3%A3o-automatizada-em-campos-esportivos-por-andr%C3%A9-amaral&in=188 Acesso em 21 maio 2022.

SOUZA, Rodrigo Otávio Rodrigues de Melo. **Desenvolvimento e avaliação de um sistema de irrigação automatizado para áreas experimentais**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2001.

TANNURE, Patricia Nivoloni et al. Pulpectomies with Smear Layer Removal in Primary Anterior Teeth–Five Years of Follow Up. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, v. 11, n. 2, p. 251-256, 2012.

TESTEZLAF, Roberto. **Irrigação: métodos, sistemas e aplicações**. 2011.

TROJAN, Flavio; MARÇAL, Rui Francisco Martins; BARAN, Leandro Roberto. Classificação dos tipos de manutenção pelo método de análise multicritério ELECTRE TRI. **Simpósio**

Brasileiro de Pesquisa Operacional. Natal, Rio Grande do Norte, 2013.

VIEIRA, Rogério Faria. Fundamentos da quimigação e fertigação. **VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, TJ; BORÉM, A. Feijão**, v. 2, p. 213-258, 1994.