

Aproveitamento de água de chuva e irrigação automatizada para gramados de estádios de futebol – caso Morenã

Rainwater use and automated irrigation for football stadium lawns –
Morenã case

*Aprovechamiento del agua de lluvia y riego automatizado para césped de
estadios de fútbol – caso Morenã*

Frederico Silva Moreira¹
Celso Fumio Watabe¹

Recebido em: 22/12/2023; aceito em: 18/10/2024
DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v25i4.4350>

Resumo: A água potável encontrada na natureza está enfrentando escassez devido a fatores como degradação ambiental, crescimento populacional e aumento do consumo nas atividades econômicas. Este trabalho se concentra na viabilidade de captar e armazenar água da chuva para irrigar o gramado do Estádio Pedro Pedrossian (Morenã) na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), em Campo Grande, MS. O estudo envolveu uma análise das instalações do Estádio Morenã e a avaliação das oportunidades de captura e armazenamento de água da chuva. Foram aplicados métodos de dimensionamento, como Rippl e Simulação, para determinar o tamanho do reservatório. Projetos executivos e planilhas de custo foram desenvolvidos para o sistema de aproveitamento de água da chuva e irrigação automatizada, demonstrando ser uma opção viável. A análise econômica considerou dois cenários: o primeiro, com aproveitamento de água da chuva, obteve um período de retorno do investimento de 10,7 anos; e o segundo, sem aproveitamento de água da chuva, ou seja, somente com a implantação de um sistema de irrigação automatizada, mas que reduziria o consumo de água proveniente da concessionária, apresentou um período de retorno de 2,6 anos.

Palavras-chave: sustentabilidade; água pluvial; irrigação; campo de futebol.

Abstract: Drinking water found in nature is facing shortages due to factors such as environmental degradation, population growth, and increased consumption in economic activities. This work focuses on the feasibility of capturing and storing rainwater to irrigate the lawn of the Pedro Pedrossian Stadium (Morenã) at the Federal University of Mato Grosso do Sul (UFMS) in Campo Grande, MS. The study involved an analysis of the Morenã Stadium facilities and the assessment of rainwater capture and storage opportunities. Sizing methods such as Rippl and Simulation were applied to determine the size of the reservoir. Executive projects and cost spreadsheets were developed for the rainwater harvesting and automated irrigation system, demonstrating that it is a viable option. The economic analysis considered two scenarios: the first, using rainwater, obtained a return on investment period of 10.7 years; and the second, without using rainwater, that is, only with the implementation of an automated irrigation system, but which would reduce water consumption from the concessionaire, has a payback period of 2.6 years.

Keywords: sustainability; rainwater; irrigation; football field.

Resumen: El agua potable que se encuentra en la naturaleza enfrenta escasez debido a factores como la degradación ambiental, el crecimiento demográfico y el aumento del consumo en las actividades económicas. Este trabajo se centra en la viabilidad de capturar y almacenar agua de lluvia para irrigar el césped del Estadio Pedro Pedrossian (Morenã) de la Universidad Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), en Campo Grande, MS. El estudio implicó un análisis de las instalaciones del Estadio Morenã y la evaluación de oportunidades de captura y almacenamiento de agua de lluvia. Se aplicaron métodos de dimensionamiento, como Rippl y Simulación, para determinar el tamaño del yacimiento. Se desarrollaron proyectos ejecutivos y hojas de cálculo de costos para el sistema de captación de agua de lluvia y riego automatizado, demostrando que es una opción viable. El análisis económico consideró dos escenarios: el primero, utilizando agua de lluvia, obtuvo un periodo de retorno de la inversión de 10,7 años; y el segundo, sin utilizar agua de lluvia, es decir, sólo con la implementación de un sistema de riego automatizado, pero que reduciría el consumo de agua de la concesionaria, tiene un plazo de recuperación de 2,6 años.

Palabras clave: sostenibilidad; agua de lluvia; irrigación; campo de futbol.

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2015, a Organização das Nações Unidas apresentou à comunidade internacional a Agenda 2030 (Cidades Sustentáveis, 2015). Este plano estabelece um prazo até 2030 para que os países-membros cumpram os compromissos assumidos. A Agenda 2030 é um plano de ação global que reúne 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas, com o propósito de fixar metas, prazos e obrigações no enfrentamento dos principais desafios globais. Os ODS englobam os denominados “5Ps”: Pessoas, Planeta, Prosperidade, Paz e Parceria. Objetivo 6 se destaca, focando em “Água Limpa e Saneamento”. Esse objetivo visa garantir a disponibilidade e gestão sustentável de água e saneamento para todos.

A água potável é um recurso vital e insubstituível para a vida, sendo um dos ativos naturais mais preciosos. Embora exista abundância em algumas partes do mundo, ela é escassa em outras. O aumento no consumo de água devido ao crescimento populacional, exploração indiscriminada, uso negligente, degradação ambiental e mudanças climáticas tem agravado a escassez em algumas regiões.

Diante das preocupações com a conservação dos recursos hídricos, agravadas pelas mudanças climáticas e degradação ambiental, o aproveitamento da água da chuva surge como uma alternativa para preservar a água potável e promover a economia desse recurso.

Nesse contexto, a utilização da água da chuva coletada do telhado do Estádio Pedro Pedrossian para a irrigação do campo surge como uma alternativa viável para economizar água potável. Isso se justifica pelo fato de que a água atualmente usada para irrigação é proveniente da rede pública de abastecimento, resultando em um consumo substancialmente elevado, aproximadamente 75 m³ por ciclo de irrigação. Considerando que são realizadas três irrigações semanais, esse consumo mensal totaliza cerca de 900 m³.

O objetivo deste estudo é encontrar uma solução viável para a implantação de um sistema de captação de água da chuva e irrigação automatizada para o campo de futebol do Estádio Pedro Pedrossian, situado em Campo Grande, MS, demonstrando a viabilidade econômico-financeira da utilização de águas pluviais, coletadas da cobertura do estádio, para a irrigação do gramado. Essa iniciativa visa promover a economia de água potável.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os fundamentos teóricos foram baseados em revisões bibliográficas de fontes como livros, artigos, normas técnicas, dissertação de mestrado e teses de doutorado.

O tema, armazenamento de água da chuva, possui vasta literatura e fontes de referências, porém, quando o delimitamos para estádios de futebol, existe pouca literatura específica a respeito. Neste trabalho, além das normas e referências de uso geral, foram utilizados os trabalhos específicos de Silva (2020), do Brasil, e de Aguiar (2012), de Portugal. Em Watabe e Moreira (2022), são apresentados vários estádios de futebol que utilizaram o armazenamento de água da chuva para a irrigação do gramado, porém não são apresentados detalhes de cálculo e projeto. Em relação à irrigação em campo de futebol, foram analisados os trabalhos de *Turf Factory Direct* (2022) e *Agroclique* (2023), entre outros, já não tão específicos para campo de futebol.

Os dados utilizados neste trabalho foram adquiridos por meio de levantamentos *in loco* e análise de projetos.

O local de estudo deste trabalho foi o Estádio Pedro Pedrossian (Moreirão), Figura 1, que está localizado dentro do *campus* da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS),

em Campo Grande, MS. É o maior estádio do estado, inaugurado em 7 de março de 1971. O Estádio Moreirão é uma referência ao apelido da cidade de Campo Grande, “Cidade Moreira”. Pertencente à UFMS, é considerado o maior estádio universitário do Brasil e tem oficialmente uma capacidade para 44.200 pessoas (São Paulo, 2023).

Figura 1 – Vista aérea do Estádio Moreirão



Fonte: Mattos (2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

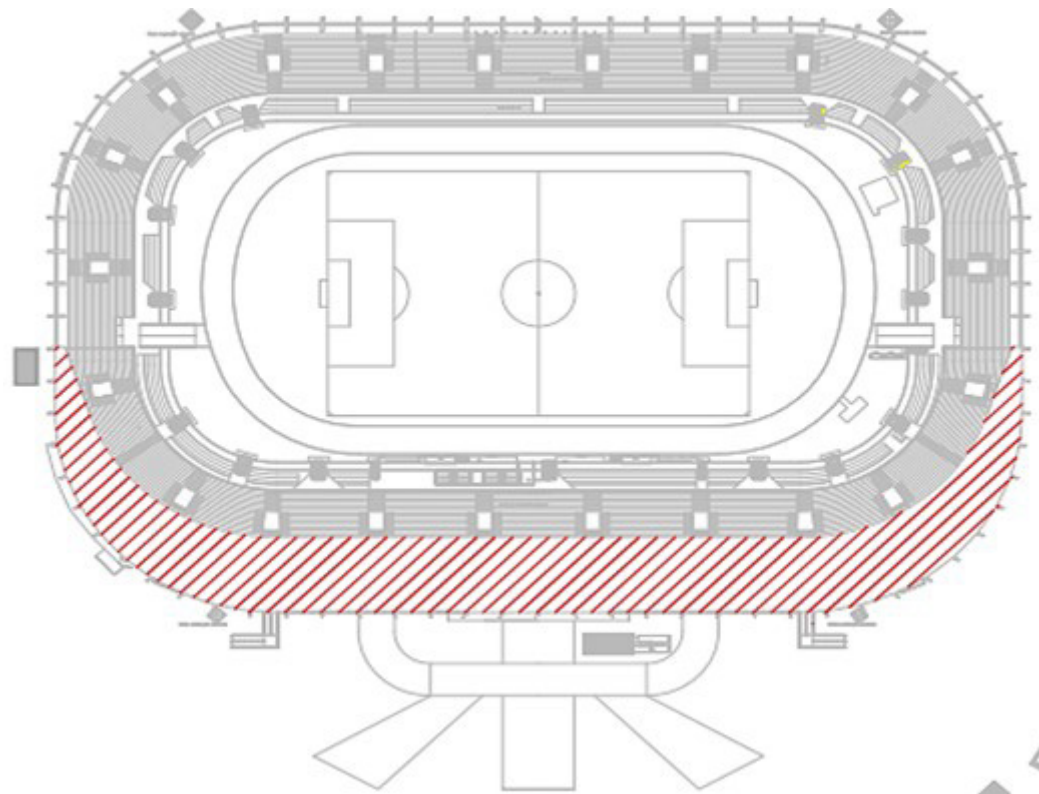
A implantação de um sistema de irrigação automatizado assegurará que o gramado receba água somente quando necessário, permitindo um desenvolvimento saudável e a possibilidade de economia de água.

3.1 Área de captação

A área coberta do Estádio Pedro Pedrossian (marquise) possui 5.347,00 metros quadrados de cobertura, conforme a Figura 2, e o material da cobertura é concreto armado revestido por manta asfáltica aluminizada. Essa cobertura é projetada para apresentar características de impermeabilidade, evitando a infiltração de água. No entanto, considerando possíveis desgastes e danos no revestimento ao longo do tempo, foi adotado um coeficiente de escoamento superficial de 0,80. Essa redução visa levar em consideração eventuais perdas de eficiência do revestimento e garantir uma estimativa conservadora do escoamento da água da chuva na superfície em questão.

Para o estudo de caso, serão utilizadas apenas as águas pluviais captadas na cobertura, excluindo-se as águas pluviais originadas das arquibancadas e das calçadas externas. Para a determinação do dimensionamento do reservatório, será considerada a área de cobertura de 5.000,00 metros quadrados, para garantir eventual perdas de eficiência na captação.

Figura 2 – Planta da cobertura (Marquise) do Estádio Pedro Pedrossian (Morenã)



Fonte: Acervo da Diretoria de Planejamento e Gestão de Infraestrutura (DINFRA, 2022).

3.2 Dados de Precipitação

Os métodos utilizados, Rippl e Simulação, necessitam dos dados de pluviosidade do local. Para isso, foi utilizada uma série histórica de 16 anos, de precipitação média mensal, do período de janeiro de 2007 até dezembro de 2022, que pode ser vista na Tabela 1, com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), obtida no Laboratório de Ciências Atmosféricas (LCA) da UFMS.

Tabela 1 – Média das precipitações mensais durante o intervalo de 16 anos

LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS (LCA)- INFI- UFMS							
LOCAL: CAMPO GRANDE (MS) LAT: 20G 30' 38" S LONG: 54G 37' 07" W ALT: 548M							
ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA (INMET)- DADOS METEOROLÓGICOS DIÁRIOS							
ANO	PRECIPITAÇÃO MÉDIA POR MÊS (mm) - CAMPO GRANDE - MS						ACUMULADO NO ANO
2007 a 2022	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	1392,10
	224,70	166,80	135,50	104,80	93,20	65,20	
	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	
	29,20	32,30	72,10	119,20	160,20	188,90	

Fonte: Adaptado de Rodrigues (2023).

3.3 Sistema de irrigação existente e frequência de irrigação

No entorno do gramado do campo, existe um sistema de abastecimento de água potável composto por um ramal de 2" com 20 pontos de saída de 3/4" destinados à irrigação, bem como seis saídas de água de 2" para uso de aspersores rotativos de 2". Esse sistema é alimentado por

uma bomba de recalque de 15 cv, que está conectada a um reservatório subterrâneo exclusivo para a irrigação do gramado do campo. O reservatório possui capacidade de cerca de 75 m³ e dimensões internas de 7,80 m x 7,80 m x 1,70 m.

Atualmente, o abastecimento desse reservatório é feito pela rede de abastecimento e distribuição de água do *campus*. No entanto, com a implementação do sistema de aproveitamento de águas pluviais, o abastecimento por meio da água da chuva será utilizado sempre que possível, recorrendo à água potável somente em casos de escassez.

A frequência de irrigação é de três vezes por semana no período de estiagem, entre os meses de abril e outubro, e, quando necessário, nos períodos de chuva, com utilização de aspersores. O campo é dividido em três partes, para instalação de dois aspersores rotativos em cada parte. A irrigação de cada parte tem uma duração de 40 minutos. O volume de água utilizado para irrigação, em cada parte, no período de estiagem, é em torno de 25 mil litros, totalizando 75 m³ de água potável por irrigação do campo, ou seja, 225 m³ de água potável por semana.

O processo de irrigação é executado com base em diretrizes estabelecidas pelo operador do sistema, fundamentadas em sua experiência, o qual define o tempo máximo para a mudança de posicionamento da mangueira e do aspersor. Não há critérios de referência estabelecidos para o controle do excesso de água utilizado na irrigação.

Diante da questão apresentada, foi elaborado um projeto de aproveitamento de água da chuva com irrigação automatizada para o gramado, incorporando sensores de umidade do solo, sensores de chuva, válvulas solenoides, aspersores rotores e sistemas de filtragem. Por meio desse sistema automatizado de irrigação, o gramado será suprido com a quantidade adequada de água somente quando for estritamente necessário, o que proporcionará um crescimento saudável e, adicionalmente, a potencialidade de economia hídrica.

3.4 Volume e frequência de irrigação

Aguiar (2012) constatou que o consumo de água proveniente da rede pública para regar o gramado do Estádio da Luz, em Lisboa (Portugal), com dimensões de 105 m x 60 m (6300 m²), é de aproximadamente 6.185,60 m³ por ano, o que representa cerca de 16,95 m³ por dia, em média, ou 2,69 litros por metro quadrado.

Segundo Tomaz (2010), para a rega de jardim comum, a taxa é de 2 litros por metro quadrado por dia, e, para rega de jardim tipo campo de golfe, a taxa é de 4 litros por metro quadrado por dia.

De acordo com o estudo realizado por Silva (2020), o volume de água necessário para a manutenção do gramado do Estádio Caruaru, em Pernambuco, é de 5,1 litros por metro quadrado por dia, ou seja, 5,1 mm/dia, em dias sem chuva.

Lipford e Perry (2024) relatam que, para fornecer uma polegada de água ao gramado, é necessário um pouco mais de meio galão por pé quadrado, mais precisamente 0,623 galão ou 2,35831 litros. Considerando que o campo do Estádio Pedro Pedrossian possui uma área de 7.350 m², equivalente a 79.144,74662 pés quadrados, o volume total necessário será de 49.288,48713 galões, correspondendo a 186.577,09812 litros. Supondo que esse volume seja utilizado semanalmente e considerando três irrigações por semana, temos um consumo de 62.192,36604 litros por irrigação, o que equivale a aproximadamente 8,46 litros por metro quadrado.

Sport Turf Managers Association (Turf Factory Direct, 2022) descreve que o gramado de um campo de futebol geralmente requer, no mínimo, uma polegada de água por semana, o que corresponde a 60.000 galões de água. Convertendo essa quantidade para litros, temos

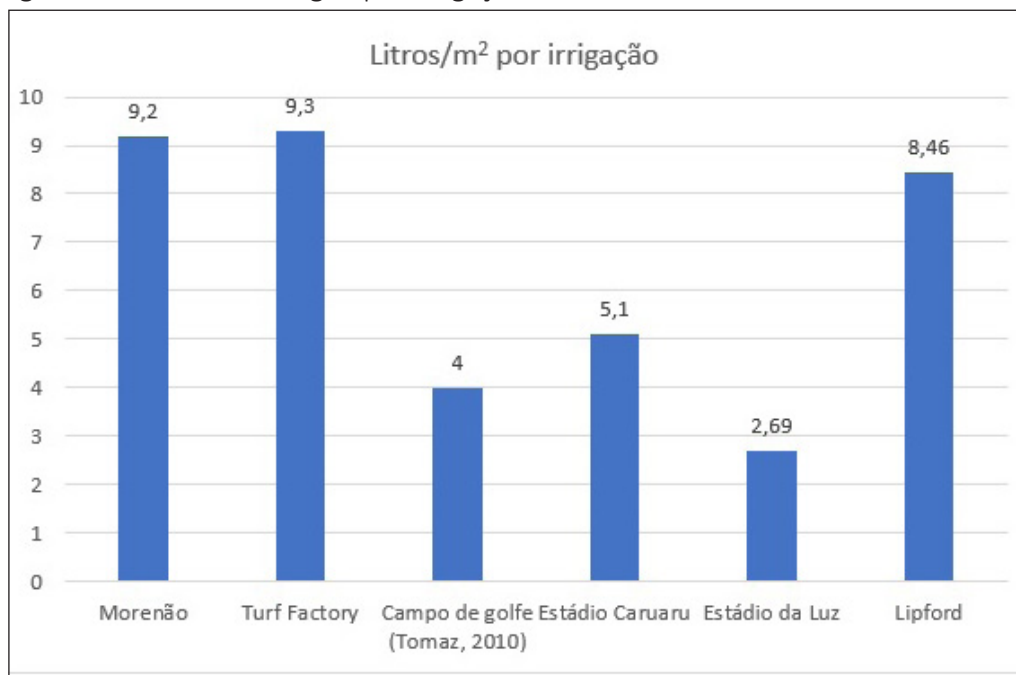
227.124,71 litros. Considerando a área do gramado de 7.350 m², a necessidade de água é de aproximadamente 30,90 litros por metro quadrado por semana, ou seja, 10,30 litros por metro quadrado por irrigação, considerando três irrigações semanais.

A frequência de irrigação no gramado do Estádio Pedro Pedrossian (Moreirão) é de três vezes por semana no período de estiagem, entre os meses de abril e outubro, e, quando necessário, nos períodos de chuva. O volume de água utilizado para irrigação é de 75 m³ de água potável por irrigação, que equivale a 225 m³ de água potável por semana e 900 m³ por mês, e todo procedimento de irrigação é realizado por regras baseadas na experiência do operador do sistema.

Considerando que o campo do Moreirão possui 105 m x 70 m de gramado, ou seja, 7.350 metros quadrados, temos uma taxa de 10,2 l/m² por dia de irrigação.

Ao comparar com os estudos previamente apresentados, é possível observar que o volume de água utilizado para irrigação do gramado é aproximadamente igual à recomendação da Turf, 9% maior que o valor indicado por Lipford e Perry, 80% maior que o utilizado no Estádio Caruaru, 2,3 vezes maior que a recomendação de Tomaz (2010) para um campo de golfe e 3,42 vezes maior do que o volume utilizado no Estádio da Luz, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Litros/m² de água por irrigação



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Considerando o valor médio de consumo (3,89 l/m² por dia) entre os Estádios Caruaru (5,1 l/m² por dia) e da Luz (2,69 l/m² por dia), que possuem um sistema de irrigação eficiente e mais econômico, lembrando que o período de seca de Campo Grande também está na média desses dois estádios, o consumo de água para irrigação apresentado por Tomaz (2010), para um campo de golfe (4,0 l/m² por dia), é o que mais se aproxima dessa média. Utilizando este consumo para o campo de futebol do estádio Moreirão, o volume de água necessário para irrigação do campo será de 29,40 m³ por dia. Sendo a irrigação efetuada 3 vezes por semana (3 dias), o volume para o consumo será de 88,20 m³ por semana, totalizando o consumo mensal de 378 m³. Este volume será utilizado como base para o dimensionamento dos reservatórios.

3.5 Dimensionamento do Reservatório de Água

Considerando o consumo mensal de 378 m³ (estimado no item 4.1) para a irrigação do gramado do campo de futebol do estádio Morenã, este volume será utilizado como base para o dimensionamento dos reservatórios pelos métodos de Rippl e Simulação.

3.5.1 Cálculo do Reservatório pelo Método de Rippl

Aplicando as equações constantes na norma NBR 15527 (Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 2019), para o Método de Rippl, obteve-se o volume do reservatório de 722 m³, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Cálculo para o dimensionamento do reservatório pelo Método de Rippl

Cálculos para o dimensionamento do reservatório pelo Método de Rippl							
Meses	Chuva média mensal (mm)	Área de captação (m ²)	Coefficiente de Runoff	Volume de água da chuva (m ³)	Demanda mensal (m ³)	Diferença (m ³)	Diferença acumulada (m ³)
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Janeiro	224,70	5000,00	0,80	898,80	378,00	-520,80	
Fevereiro	166,80	5000,00	0,80	667,20	378,00	-289,20	
Março	135,50	5000,00	0,80	542,00	378,00	-164,00	
Abril	104,80	5000,00	0,80	419,20	378,00	-41,20	
Maio	93,20	5000,00	0,80	372,80	378,00	5,20	5,20
Junho	65,20	5000,00	0,80	260,80	378,00	117,20	122,40
Julho	29,20	5000,00	0,80	116,80	378,00	261,20	383,60
Agosto	32,30	5000,00	0,80	129,20	378,00	248,80	632,40
Setembro	72,10	5000,00	0,80	288,40	378,00	89,60	722,00
Outubro	119,20	5000,00	0,80	476,80	378,00	-98,80	623,20
Novembro	160,20	5000,00	0,80	640,80	378,00	-262,80	360,40
Dezembro	188,90	5000,00	0,80	755,60	378,00	-377,60	-17,20
Total	1392,10			5568,40	4536,00		

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.5.2 Cálculo do Reservatório pelo Método de Simulação

Aplicando as equações constantes na norma NBR 15527 (ABNT, 2019), para o Método de Simulação, foi montada a Tabela 3. Neste estudo específico, adotou-se o volume de 722 m³ para o reservatório, obtido através do Método de Rippl, e constatou-se que esse volume também é adequado de acordo com o Método de Simulação. Ambos os métodos indicaram que o reservatório possui capacidade suficiente para atender às demandas do sistema.

Tabela 3 – Cálculo para o dimensionamento do reservatório pelo Método de Simulação

Cálculos para o dimensionamento do reservatório pelo Método de Simulação						
Meses	Chuva média mensal (mm)	Área de captação (m ²)	Coefficiente Runoff	Volume de água da chuva (m ³)	Demanda mensal (m ³)	Volume de água no reservatório no tempo t (m ³)
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7
Janeiro	224,70	5000,00	0,80	898,80	378,00	722,00
Fevereiro	166,80	5000,00	0,80	667,20	378,00	722,00
Março	135,50	5000,00	0,80	542,00	378,00	722,00
Abril	104,80	5000,00	0,80	419,20	378,00	722,00
Mai	93,20	5000,00	0,80	372,80	378,00	716,80
Junho	65,20	5000,00	0,80	260,80	378,00	599,60
Julho	29,20	5000,00	0,80	116,80	378,00	338,40
Agosto	32,30	5000,00	0,80	129,20	378,00	89,60
Setembro	72,10	5000,00	0,80	288,40	378,00	0,00
Outubro	119,20	5000,00	0,80	476,80	378,00	98,80
Novembro	160,20	5000,00	0,80	640,80	378,00	361,60
Dezembro	188,90	5000,00	0,80	755,60	378,00	722,00
Total	1392,10			5568,40	4536,00	

Fonte: Elaborado pelo autor.

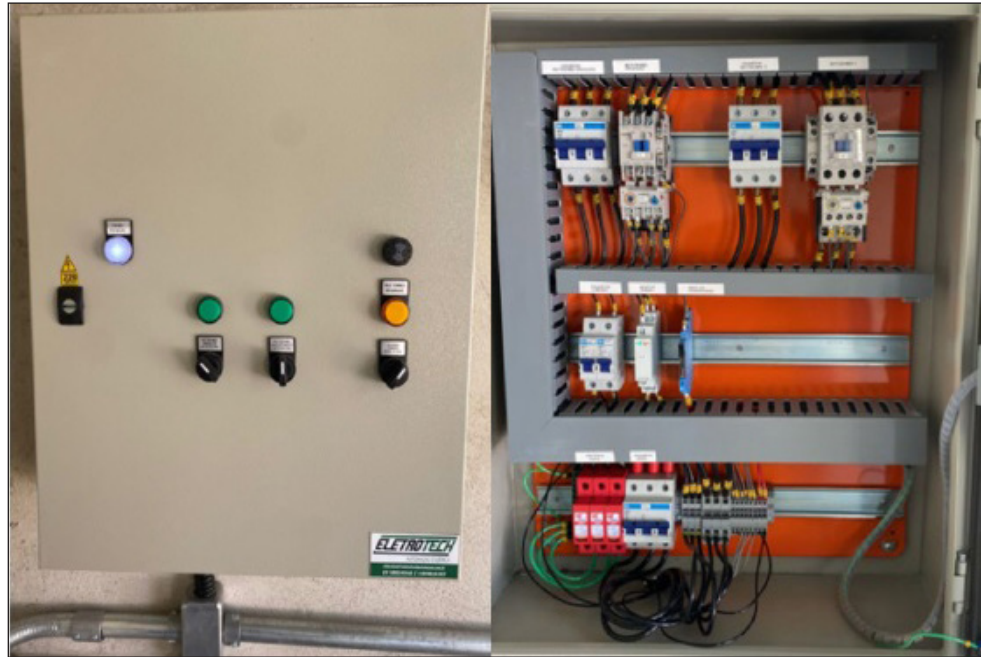
Diante dos resultados obtidos pelos Método de Rippl e pelo Método de Simulação, será necessária uma reservação de no mínimo 722 metros cúbicos de água da chuva, para atender à demanda ao longo do ano.

Devido ao grande volume de água para reservação, ao alto custo dos reservatórios e à necessidade de espaço físico para implantação desses reservatórios, foi projetado a instalação de 2 (dois) reservatório de 400 metros cúbicos, comercialmente encontrados no mercado, para atender a toda a demanda, uma vez que o estádio é antigo e existem poucas opções para adaptações/modificações para se implantar os reservatórios.

3.6 Sistema de irrigação automatizada

O sistema de irrigação automatizada será impulsionado por uma motobomba periférica trifásica, a qual possui um grau de proteção de IP55. Esta motobomba será instalada no reservatório previamente identificado no projeto. De maneira complementar, um painel de partida, comando e proteção será incorporado ao sistema. Este painel de comando desempenha funções críticas, como iniciar a motobomba, estabelecer a comunicação entre o controlador e o sistema para operação das válvulas e proteger o sistema contra surtos e descargas elétricas. A configuração específica do painel de comando para este projeto abarca uma caixa metálica equipada com chave, sistemas de partida da motobomba, controle auxiliar, proteção contra surtos, descargas elétricas e inversão de fase, além de um sistema de emergência. Importante ressaltar que o painel de comando e proteção será previamente montado em conformidade com as especificações do projeto, como ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Painel de comando



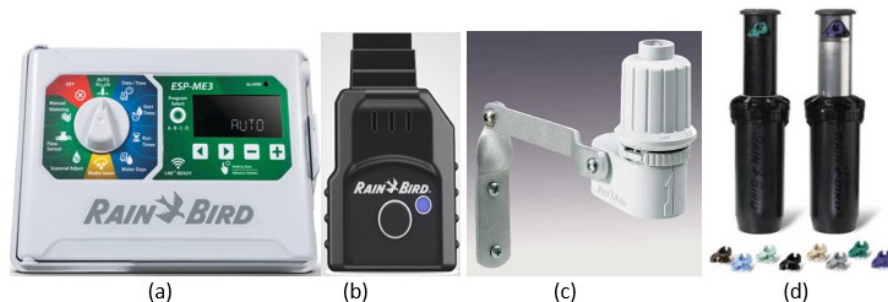
Fonte: Agroclique (2023).

A tubulação adutora será constituída de tubos de PVC com diâmetro nominal de 75 mm e pressão nominal PN80, conforme a localização indicada no projeto. As linhas de irrigação utilizarão tubos de PVC com diâmetro nominal de 50 mm e pressão nominal PN80.

O sistema de irrigação será dividido em 10 setores independentes, cada um com programação individual. O controle desses setores será efetuado por meio de um controlador Rain Bird ESP-ME3 (Figura 5-a). Esse controlador é reconhecido por sua programação intuitiva e fácil manuseio, sendo adequado tanto para usuários inexperientes quanto experientes. Será implementado um módulo Wi-Fi (Figura 5-b) com a finalidade de possibilitar a conexão do controlador aos dados meteorológicos e permitir o controle remoto do sistema. Além disso, será incorporado um sensor de chuva para possibilitar o desligamento automático do sistema durante dias chuvosos (Figura 5-c). O acionamento e desligamento de cada setor será realizado por meio de válvulas solenoides de 24 VAC.

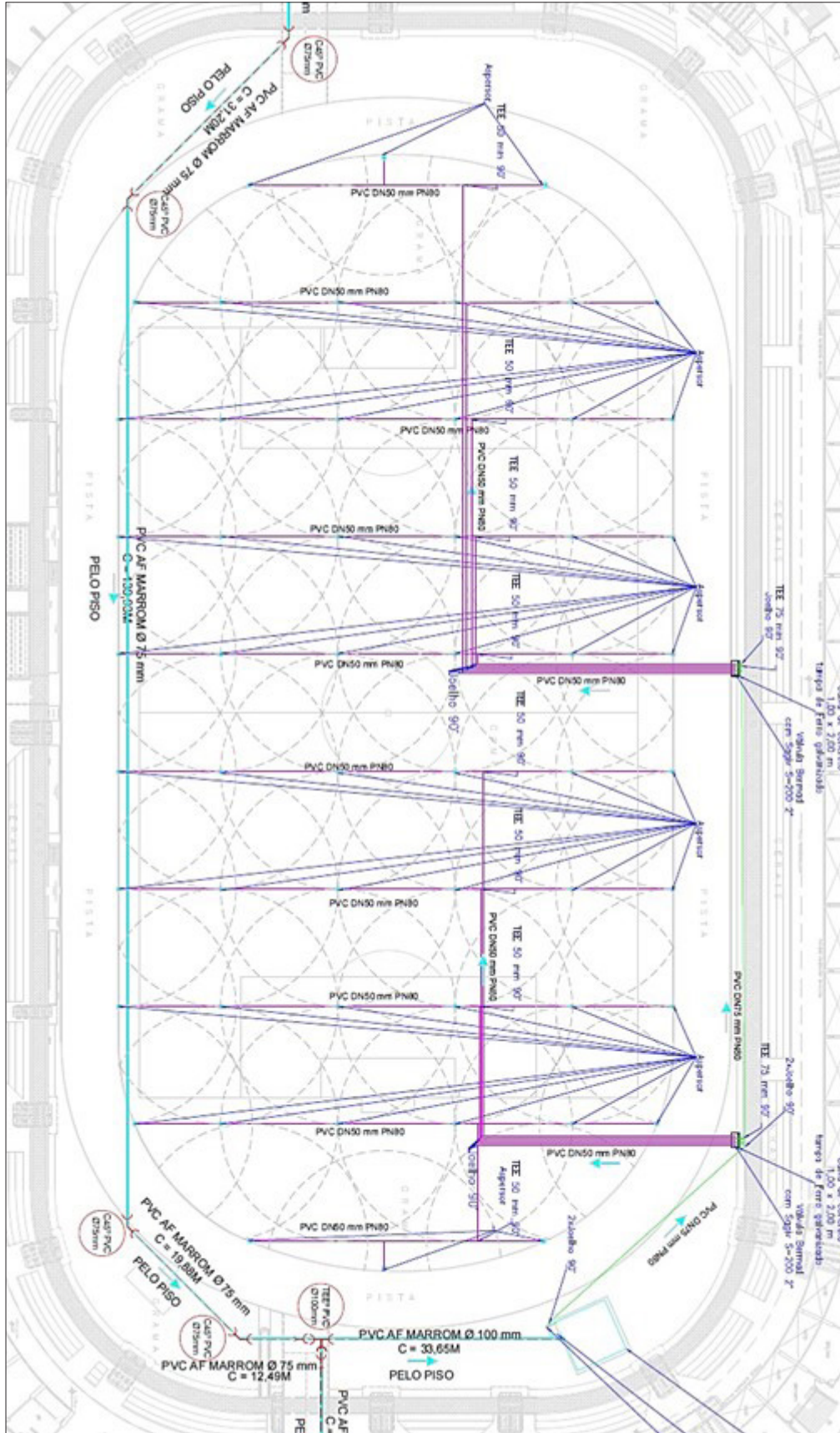
O projeto adotou uma técnica de sobreposição de aspersores com uma cobertura total de 100%, a fim de evitar irregularidades na irrigação do gramado (Figura 6). Para este fim, foram empregados aspersores rotores profissionais da marca Rain Bird, da série Falcon (Figura 5-d), os quais são equipados com uma cobertura de aço inoxidável para minimizar o desgaste provocado pelas partículas de areia presentes no campo.

Figura 5 – Controlador (a), módulo Wi-Fi (b), sensor de chuva (c) e aspersor (d)



Fonte: Agroclique (2023).

Figura 6 – Distribuição dos aspersores para a irrigação



Fonte: Adaptado de Agroclique (2023).

3.6.1 Dimensionamento das bombas e alimentação fotovoltaica

Conforme especificado por Agroclique (2023), o sistema de irrigação será impulsionado por uma motobomba periférica trifásica de 10 cv, especificada conforme o Quadro 1, com grau de proteção IP55. Ela será instalada junto à cisterna existente, acompanhada por um painel composto por dispositivos de partida, controle e proteção. Esse painel assume a função de iniciar o funcionamento da motobomba, estabelecer a comunicação entre o controlador e o sistema para a abertura das válvulas, bem como proteger o sistema contra eventos de sobretensões e descargas elétricas.

Quadro 1 – Especificação da bomba centrífuga

thebe EBARA CORPORATION		Ebara Bombas América do Sul Ltda., FILIAL - I								
		Bomba Centrífuga							Modelo PX-15/3	
Rotor (2)145 (1)134 mm		Números de estágios			3	Sucção	Recalque	RPM 3.500		
Ponto de trabalho		Ponto de trabalho 2			1.1/2"	1.1/2"				
Q	20,4	Hm	71,2	Q	Hm	Peso Específico	1,0 kg/dm ³	Vedação	Conexões	Válido para água limpa a 20°C
Ne	9,8	54,70%		Ne	%	Viscosidade	1 cSt	Selo Mec.	BSP	
Motor 10 CV		IP55 Plus							Data 13/07/23	

Fonte: Adaptado de Agroclique (2023).

Convertendo 10 cv em kW, temos aproximadamente 7,84 kW. E, considerando que a bomba irá operar em média 2 horas por dia, ela terá um consumo de 470 kWh/mês.

Para atender ao consumo exclusivo do sistema motobomba, de 470 kWh/mês, utilizando módulos de painéis fotovoltaicos de 550 Wp, que geram aproximadamente 61 kWh (Portalsolar, 2023), a quantidade de módulos fotovoltaicos necessários é determinada pela equação 1.

$$NM = C / E_{real} \quad (Eq. 1)$$

Em que: NM é o número de módulos; C é o consumo mensal da unidade consumidora (kWh); e E_{real} é a Geração Mensal Real do módulo (kWh).

$$NM = 470 / 61 = 7,7 \text{ módulos}$$

A Potência da Planta Fotovoltaica (kWp) é determinada pela equação 2.

$$PT = NM \cdot P_{max} \quad (Eq. 2)$$

Em que: PT é a Potência da Planta Fotovoltaica (kWp); NM é o número de módulos; e P_{max} é a Potência Nominal do Módulo (kWp) nas condições *Standard* (STC).

$$PT = 8 \times 61 = 488 \text{ kWh/mês}$$

3.7 Análise econômica

A análise econômica tem por finalidade complementar a investigação relativa ao potencial de economia de água potável, avaliar a viabilidade financeira do investimento e determinar o período de recuperação do capital investido. Para conduzir esta avaliação, um projeto executivo abrangente foi desenvolvido, abarcando todas as fases do processo, desde a captação, filtração, armazenamento, até a irrigação automatizada. Além disso, foram criadas planilhas orçamentárias, contemplando tanto o uso de água da chuva quanto a ausência de tal aproveitamento, incluindo a relação de materiais necessários para a instalação do sistema. Os custos dos materiais e da mão de obra foram determinados com base em fontes como SINAPI, SINDUSCON, ORSE e orçamentos de estabelecimentos especializados em materiais específicos.

O valor para as tarifas de água e esgoto foi obtido em Águas Guariroba (2022), sendo determinado em conformidade com as tarifas estabelecidas para o Setor Público (Tabela 4). O valor correspondente à cobrança do esgoto não foi considerado no escopo deste estudo de caso, por se tratar de irrigação do gramado e não ter descargas residuais para a rede de esgoto.

Considerando que a implantação do projeto demande um ano, as tarifas serão reajustadas, anualmente, pelo índice de 5%, correspondente à previsão de inflação.

Tabela 4 – Tarifa Água Guariroba – Poder Público

ÁGUAS GUARIROBA – TARIFA DE ÁGUA E ESGOTO – PODER PÚBLICO		
Faixa de Consumo	Tarifa de Água (R\$/m ³)	Tarifa de Esgoto (R\$/m ³)
1 a 20 m ³	R\$ 8,65	R\$ 6,06
Acima de 20 m ³	R\$ 35,90	R\$ 25,13
	Tarifa Fixa	R\$ 86,42

Fonte: Água Guariroba (2023).

A avaliação econômica do sistema automatizado de irrigação se fundamentou em dois cenários distintos: o primeiro considerou a implantação do reservatório com coleta de água da chuva e da irrigação automatizada, englobando todos os custos relacionados à sua implementação (Tabelas 5 e 6). O segundo cenário, por sua vez, não levou em consideração a implantação do reservatório, englobando apenas os custos de instalação do sistema automatizado de irrigação (Tabelas 8 e 9), utilizando a infraestrutura existente e a rede de abastecimento de água potável da concessionária Águas Guariroba. Do consumo anual estimado para a irrigação do gramado, foi descontada a quantidade de água proveniente da chuva diretamente no gramado (média anual de 1.392 mm), calculada a partir de dados registrados pelo INMET, no período de 2007 a 2022.

Tabela 5 – Custo/Economia – Irrigação automatizada com aproveitamento de água da chuva

Tarifa Águas Guariroba (acima de 20 m ³)		Valores para a irrigação automatizada com aproveitamento de água da chuva	
Água	Esgoto	Levantado	Projetado
R\$ 35,90	R\$ 25,13		
Consumo mensal (m ³)		900	378
Custo por mês (água)		R\$ 32.310,00	R\$ 13.570,20
Custo por ano (água)		R\$ 269.788,50	R\$ 113.311,17
Custos levantados por ano			R\$ 269.788,50
Economia 1º ano (reajuste 5%)			R\$ 283.277,93
Economia 2º ano (reajuste 5%)			R\$ 297.441,82
Economia 3º ano (reajuste 5%)			R\$ 312.313,91
Economia 4º ano (reajuste 5%)			R\$ 327.929,61
Economia 5º ano (reajuste 5%)			R\$ 344.326,09
Economia 6º ano (reajuste 5%)			R\$ 361.542,39
Economia 7º ano (reajuste 5%)			R\$ 379.619,51
Economia 8º ano (reajuste 5%)			R\$ 398.600,49
Economia 9º ano (reajuste 5%)			R\$ 418.530,51
Economia 10º ano (reajuste 5%)			R\$ 439.457,04
Economia 11º ano (reajuste 5%)			R\$ 461.429,89
Economia 12º ano (reajuste 5%)			R\$ 484.501,38
Economia 13º ano (reajuste 5%)			R\$ 508.726,45

Fonte: Adaptado de Mariano (2022).

Tabela 6 – Payback descontado – Irrigação automatizada com aproveitamento de água da chuva

PAYBACK DESCONTADO		Taxa de juros (TMA) ao ano	12,00%
Anos	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Descontado	Saldo Total
0	-R\$ 2.023.132,63	-R\$ 2.023.132,63	-R\$ 2.023.132,63
1	R\$ 283.277,93	R\$ 252.926,72	-R\$ 1.770.205,91
2	R\$ 297.441,82	R\$ 237.118,80	-R\$ 1.533.087,11
3	R\$ 312.313,91	R\$ 222.298,87	-R\$ 1.310.788,24
4	R\$ 327.929,61	R\$ 208.405,19	-R\$ 1.102.383,04
5	R\$ 344.326,09	R\$ 195.379,87	-R\$ 907.003,17
6	R\$ 361.542,39	R\$ 183.168,63	-R\$ 723.834,55
7	R\$ 379.619,51	R\$ 171.720,59	-R\$ 552.113,96
8	R\$ 398.600,49	R\$ 160.988,05	-R\$ 391.125,91
9	R\$ 418.530,51	R\$ 150.926,30	-R\$ 240.199,61
10	R\$ 439.457,04	R\$ 141.493,40	-R\$ 98.706,20
11	R\$ 461.429,89	R\$ 132.650,07	R\$ 33.943,86

PAYBACK DESCONTADO		Taxa de juros (TMA) ao ano	12,00%
Anos	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Descontado	Saldo Total
12	R\$ 484.501,38	R\$ 124.359,44	R\$ 158.303,30
	Anos	Dias	
Payback Descontado	10,74	3.921,60	
Início do Projeto	01/01/2025		Orçamento (irrigação automatizada COM aproveitamento de água da chuva)
Recuperação do projeto	27/09/2035		
Resumo Payback	10 ano(s) 8 mês(s) 26 dia(s)		

Fonte: Adaptado de Mariano (2022).

É possível constatar que uma economia anual de R\$ 269.788,50 (duzentos e sessenta e nove mil, setecentos e oitenta e oito reais e cinquenta centavos) será alcançada, e o período de recuperação do investimento será de 10 anos, 8 meses e 26 dias no primeiro cenário (com reservatório e com irrigação automatizada).

Tabela 7 – Custo/Economia – Irrigação automatizada sem aproveitamento de água da chuva

Tarifa Águas Guariroba (acima de 20 m ³)		Valores para a irrigação automatizada sem aproveitamento de água da chuva	
Água	Esgoto	Levantado	Projetado
R\$ 35,90	R\$ 25,13		
Consumo mensal (m ³)		900	378
Custo por mês (água)		R\$ 32.310,00	R\$ 13.570,20
Custo por ano (água)		R\$ 269.788,50	R\$ 113.311,17
Custos levantados por ano			R\$ 156.477,33
Economia 1º ano (reajuste 5%)			R\$ 164.301,20
Economia 2º ano (reajuste 5%)			R\$ 172.516,26
Economia 3º ano (reajuste 5%)			R\$ 181.142,07
Economia 4º ano (reajuste 5%)			R\$ 190.199,17
Economia 5º ano (reajuste 5%)			R\$ 199.709,13
Economia 6º ano (reajuste 5%)			R\$ 209.694,59

Fonte: Adaptado de Mariano (2022).

Tabela 8 – Payback descontado – Irrigação automatizada sem aproveitamento de água da chuva

PAYBACK DESCONTADO		Taxa de juros (TMA) ao ano	12,00%
Anos	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Descontado	Saldo Total
0	-R\$ 367.306,36	-R\$ 367.306,36	-R\$ 367.306,36
1	R\$ 164.301,20	R\$ 146.697,50	-R\$ 220.608,86
2	R\$ 172.516,26	R\$ 137.528,90	-R\$ 83.079,96
3	R\$ 181.142,07	R\$ 128.933,35	R\$ 45.853,39
4	R\$ 190.199,17	R\$ 120.875,01	R\$ 166.728,40
5	R\$ 199.709,13	R\$ 113.320,32	R\$ 280.048,72

PAYBACK DESCONTADO		Taxa de juros (TMA) ao ano	12,00%
Anos	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Descontado	Saldo Total
	Anos	Dias	
Payback Descontado	2,62	956,54	
Início do Projeto		01/01/2025	Orçamento (irrigação automatizada SEM aproveitamento de água da chuva)
Recuperação do projeto		15/08/2027	
Resumo Payback	2 ano(s) 7 mês(s) 14 dia(s)		

Fonte: Adaptado de Mariano (2022).

No segundo cenário (com a irrigação automatizada, mas sem o reservatório), a economia anual será de R\$ 156.477,33 (cento e cinquenta e seis mil, quatrocentos e setenta e sete reais e trinta e três centavos), com o retorno do investimento esperado em 2 anos, 7 meses e 14 dias.

O método empregado para a análise foi o *payback* descontado, no qual a taxa mínima de atratividade (TMA) adotada foi de 12%, embasada na projeção da taxa Selic.

4 CONCLUSÕES

A água potável é um recurso de importância fundamental, sendo essencial e insubstituível para todas as formas de vida na Terra. É considerada um dos recursos mais preciosos da natureza e sua abundância varia significativamente de uma região do planeta para outra. A disponibilidade tanto em quantidade quanto em qualidade é limitada e desempenha um papel crucial no incentivo ou na limitação de iniciativas relacionadas ao desenvolvimento sustentável de uma cidade, região ou país.

Dentro deste contexto, a utilização da água pluvial para a irrigação em campos de futebol emerge como uma opção viável para a conservação e redução do uso de água potável, particularmente em aplicações que não demandam uma qualidade mais elevada da água. Além disso, essa prática contribui eficazmente para o enfrentamento da escassez de água, promovendo, assim, a sustentabilidade e alinhando-se com as diretrizes do programa “*Green Goal*” da FIFA.

Um gramado bem irrigado oferece uma superfície uniforme e com boa tração, melhorando a qualidade dos treinos e dos jogos. Os jogadores podem se movimentar com mais segurança e confiança, diminuindo o risco de lesões. Uma infraestrutura de qualidade é um incentivo ao crescimento e desenvolvimento dos times locais.

A irrigação automatizada do gramado, conforme estimada neste trabalho, deverá contribuir para a redução dos custos com água, mantendo a saúde da planta. E o aproveitamento da água da chuva, além de eliminar o consumo de água proveniente da concessionária, é uma prática altamente sustentável.

Os resultados deste trabalho revelaram uma alternativa viável, com um período de retorno do investimento estimado em 10,7 anos, considerando a implementação do sistema de aproveitamento da chuva junto da irrigação automatizada, e 2,6 anos, quando apenas considerada a irrigação automatizada.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)/MEC – Brasil, e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT]. *NBR 15527: água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis*. Requisitos. Rio de Janeiro, 2019.

AGROCLIQUE. Sistema de irrigação automatizado – campo esportivo. Itatiba: Agroclique – Sistemas de Irrigação, 2023.

ÁGUAS GUARIROBA. *Legislação e tarifas*. Portal da Águas Guariroba, Campo Grande, MS, 2022. Disponível em: <https://www.aguasguariroba.com.br/legislacao-e-tarifas/>. Acesso em: 12 out. 2023.

AGUIAR, M. A. S. Sustentabilidade no uso da água para rega em estruturas desportivas. Lisboa (Portugal): Instituto Politécnico de Setúbal, 2012.

CIDADES SUSTENTÁVEIS. Agenda 2030. *Programa Cidades Sustentáveis*, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www.cidadessustentaveis.org.br/institucional/pagina/agenda2030>. Acesso em: 20 maio 2022.

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE INFRAESTRUTURA [DINFRA]. Pró-Reitoria de Administração e Infraestrutura [PROADI]. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul [UFMS]. *Planta cobertura Morenã*. Diretoria de Planejamento e Gestão de Infraestrutura. Pró-Reitoria de Administração e Infraestrutura. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2022.

LIPFORD, D.; PERRY, C. *How To Calculate Lawn Irrigation Water Usage and Costs*. *Today's Homeowner*, Alabama (EUA), 2024. Disponível em: <https://todayshomeowner.com/lawn-garden/guides/calculating-lawn-irrigation-costs/>. Acesso em: 18 dez. 2024.

MARIANO. P. Payback no excel: simples e descontado com planilha. *Go Pratico*, [s.l.], set. 2022. Disponível em: <https://gopratico.com.br/blog/payback-excel/>. Acesso em: 11 out. 2023.

MATTOS, A. Reforma do estádio Morenã deve ser concluída até o fim do ano. *Campo Grande News*, Campo Grande, MS, 11 jun. 2022. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/esportes/reforma-do-estadio-morenao-deve-ser-concluida-ate-o-fim-do-ano>. Acesso em: 4 abr. 2023.

PORTAL SOLAR. Quanta energia produz um painel solar? *Portal Solar*, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/uma-placa-solar-gera-quanto-de-energia>. Acesso em: 14 out. 2023.

RODRIGUES, R. T. Precipitação média mensal, período de janeiro de 2002 até dezembro de 2022 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Campo Grande, MS: Laboratório de Ciências Atmosféricas (LCA) / UFMS, 2023.

SÃO PAULO. Governo do Estado de São Paulo. Estádio Morenã. *Museu do Futebol - Centro de*

Referência do Futebol Brasileiro (CRFB), São Paulo, 2023. Disponível em: <https://museudofutebol.org.br/crfb/instituicoes/476407/>. Acesso em: 4 abr. 2023.

SILVA, V. M. Viabilidade econômica da implantação do aproveitamento da água da chuva, para fins não potáveis, no estádio José Luís Lacerda, em Caruaru-PE. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2020.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. 3. ed. São Paulo: Editora Navegar, 2010.

TURF FACTORY DIRECT. Football Field Sprinkler Systems. *Turf Factory Direct*, Dalton (EUA), 2022. Disponível em: <https://turffactorydirect.com/2022/07/07/football-field-sprinkler-systems/>. Acesso em: 23 mar. 2023.

WATABE, C. F.; MOREIRA, F. S. Aproveitamento da água da chuva para a irrigação de gramados em estádios de futebol. *In: COBICET – CONGRESSO BRASILEIRO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA*, 29 agosto à 02 setembro de 2022, [s.l.]. *Anais do III CoBICET*. Recife: COBICET, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/cobicet2022/508711-aproveitamento-da-agua-da-chuva-para-a-irrigacao-de-gramados-em-estadios-de-futebol/>. Acesso em: 11 mar. 2023.

Sobre o autor:

Frederico Silva Moreira: Doutor e mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Professor da UFMS, desde 2013. **E-mail:** fredericosilvamoreira@gmail.com, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4279-8546>

Celso Fumio Watabe: Mestre em Eficiência Energética e Sustentabilidade pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Graduado em Engenharia Elétrica e em Tecnologia em Construção de Edifícios pela UFMS. É engenheiro da UFMS, exercendo a função de fiscal técnico de obras na área de elétrica e civil. **E-mail:** celso.watabe@ufms.br, **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0006-8957-0270>