

571 - REUSO DE ÁGUA DE AR CONDICIONADO PARA IRRIGAÇÃO DO GRAMADO DE CAMPO DE FUTEBOL. ESTUDO DE CASO: ESTÁDIO JOSÉ DO REGO MACIEL – RECIFE\PE

Valderice Pereira Alves Baydum⁽¹⁾

Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professora Assistente pela Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP). Analista de Saneamento em Química na Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA)

Yohana Macedo de Oliveira⁽²⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP).

Endereço⁽¹⁾: R. do Príncipe, 526 - Boa Vista, Recife - PE, CEP: 50050-900 - Brasil - Tel: (81) 2119-4000 - e-mail: valderice.baydum@unicap.br

RESUMO

Atualmente, a crise em vários setores que o cenário mundial está inserido é um dos motivos para a necessidade do desenvolvimento sustentável. Uma dessas crises está relacionada com a gestão dos recursos hídricos. Enfrentam-se problemas relacionados à escassez desse recurso e situações de estresse hídrico, existindo uma maior preocupação em relação ao futuro. Assim, há uma real necessidade de alternativas para racionalizar o uso da água. Surge como alternativa o aproveitamento da água gerada pelo funcionamento dos aparelhos de ar condicionado que usualmente não é reutilizado. Por isso o trabalho tem como objetivo estudar a viabilidade do aproveitamento de água dos aparelhos de ar condicionados instalados em estádios visando reduzir o consumo de água e contribuir para a sustentabilidade dos recursos hídricos da região. Sendo o futebol considerado um grande negócio e em crescimento contínuo e uma vez que a comunicação social dá grande relevância aos acontecimentos no mundo desportivo, a implementação de medidas mais sustentáveis em estruturas desportivas, são vistas como uma oportunidade de dar a conhecer ao mundo as alternativas existentes para a construção de modo a tornar nossos edifícios mais sustentáveis. Após medições de vazões dos aparelhos de ar condicionado, com potências de refrigeração variando de 9.000 a 60.000 BTU, e considerado o tempo de funcionamento de 8 horas diárias, chegou-se a um volume mensal de 11.598 litros. Com isso, a água obtida pelo funcionamento dos aparelhos de ar condicionado apresenta-se como uma alternativa de aproveitamento para irrigação do estádio de futebol.

PALAVRAS-CHAVE: Aproveitamento de água; Escassez hídrica, Gestão de recursos.

INTRODUÇÃO

A água é um bem essencial à vida. Entretanto, a água doce é um recurso muito escasso em nosso planeta. Segundo o Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos, mais de 2 bilhões de pessoas vivem em países que experimentam estresse hídrico. Estimativas recentes mostram que 31 países experimentam estresse hídrico entre 25% (que é definido como o patamar mínimo de estresse hídrico) e 70%. Outros 22 países estão acima do nível de 70% e, por isso, encontram-se em uma situação grave de estresse hídrico.

Em 2015, durante a cúpula das Nações Unidas, sobre o desenvolvimento sustentável foi adotada uma agenda mundial onde estão 17 objetivos e 169 metas para serem atingidas até 2030, chamado de ODS (Objetivos de desenvolvimento sustentável). Para alcançar a componente água-saneamento-higiene do ODS 6, que tem como meta o acesso universal de água potável e segura para todos, estima-se que o investimento precisa ser três vezes maior (para atingir US\$ 1,7 trilhão), e que os custos operacionais e de manutenção serão proporcionalmente mais altos (HUTTON, 2016).

O termo “reuso” surge das necessidades citadas anteriormente, reutilizando esse recurso natural em atividades do dia a dia é possível ter economia e diminuir os problemas relacionados a escassez de água, uma vez que

além de reduzir a utilização de água potável para fins não potáveis, minimiza o risco de crise no abastecimento de água e ajuda na manutenção do balanço hídrico da região.

Uma alternativa é o reaproveitamento da água proveniente dos drenos de aparelhos de ar condicionado para fins não potáveis como irrigação, principais atividades reconhecidas como promotoras do desperdício de água. Os aparelhos são utilizados em larga escala em ambientes como o departamento de futebol do estádio. A utilização desses aparelhos gera o gotejamento de água, derivada da umidade do ar, condensada pelo aparelho quando este resfria o ar do ambiente interno. Onde normalmente o volume de água gerada é descartada.

Os estádios, campos e arenas são locais que compõem o palco do esporte e onde se estabelece o contato entre o clube e o torcedor. Porém, não há muitos exemplos de estádios sustentáveis no Brasil e no mundo.

Dentro desse cenário, o trabalho propõe estudar a viabilidade do aproveitamento de água dos aparelhos de ar condicionados instalados em estádios para irrigação do gramado visando reduzir o consumo de água e contribuir para a sustentabilidade dos recursos hídricos da região.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo concentrou-se na análise da viabilidade do aproveitamento da água dos aparelhos de ar condicionado do Departamento de Futebol do Estádio José do Rego Maciel para fins não potáveis aplicados à irrigação do gramado

Para que seja possível determinar o potencial econômico com a implementação de um sistema de aproveitamento de água de ar condicionado para fins não potáveis destinado a irrigação do gramado do Estádio José do Rego Maciel foi utilizada a seguinte metodologia:

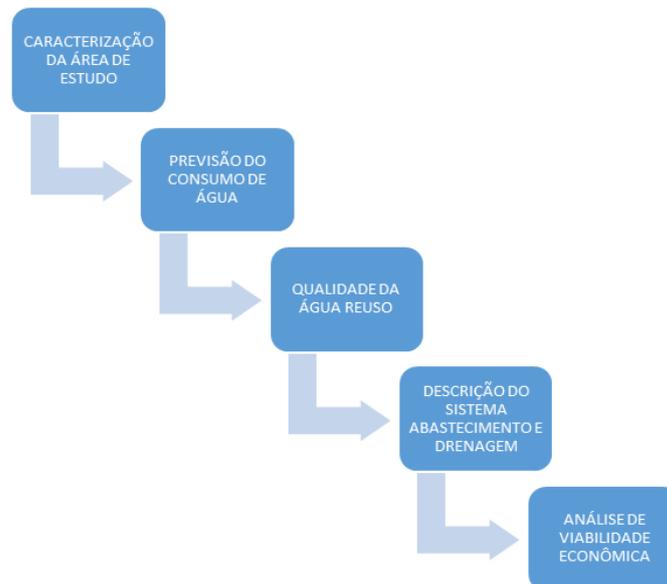


Figura 1: Fluxograma com as etapas de pesquisa. Fonte: Autor (2022).

PRIMEIRA ETAPA: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Estádio em estudo está localizado na capital do estado de Pernambuco, no bairro do Arruda, na Av. Beberibe, Recife – Pernambuco com as coordenadas 8.026900 Latitude S, 34.891301 Longitude Oeste, como indicado na figura 2.



Figura 2: Localização do Estádio José do Rego Maciel. Fonte: Google Maps (2022).

O sistema de irrigação é importante para o meio futebolístico, onde pode interferir nas partidas. Considerando o clima da região, o gramado pode ser irrigado até 3 vezes por dia. Podendo variar dependendo da temperatura local.

RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

O gramado do campo de futebol tem as dimensões mostradas na Tabela 1.

Tabela 1: Informações sobre a área de estudo. Fonte: Autor (2022)

Comprimento (m)	105
Largura (m)	68
Área total (m ²)	7.140

Estima-se que para irrigar um campo de futebol de 7.140 m² com os drenos perfurados por todo o campo, seria necessário um consumo de 1,5 ℓ/dia x m² (SETEPLA TECNOMETAL, 2022), que corresponderia ao consumo diário de 10.710 ℓ/dia. Considerando que o estádio pode ser irrigado até três vezes ao dia, totalizaria um consumo máximo de 32.000 ℓ/dia.

SEGUNDA ETAPA: PREVISÃO DO CONSUMO DE ÁGUA

O Estádio popularmente chamado de Arruda, pertencente ao clube Santa Cruz Futebol Clube, construído a partir de 1942, foi inaugurado em 4 de junho de 1972. Com isso, sua ampliação foi em 1982 onde ganhou sua forma atual. Tem a capacidade para 60.044 mil lugares, porém seu recorde de público de acordo com a Confederação Brasileira de Futebol foi de 74.090 espectadores no jogo Brasil 6 x 0 Bolívia, pelas eliminatórias da Copa do Mundo, em 1993 (SANTA CRUZ, 2022).

O departamento de futebol, conta com centro médico multidisciplinar para recuperação de atletas, alojamento para time profissional, refeitório, academia de musculação específica para os atletas e alojamento para as categorias de base. Foram feitos os levantamentos de todos os aparelhos e suas potências conforme Tabela 2 abaixo:

Tabela 2: Quantidade de aparelhos e suas potências médias de refrigeração. Fonte: Autor (2022)

BTU	60.000	24.000	18.000	9.000	Total
Quantidade	6	3	9	13	31

Para quantificar a vazão dos condicionadores de ar, foram medidos os volumes em um intervalo de tempo, utilizando béqueres para auxiliar na medição, e cronômetro para verificar o tempo.

Algumas marcas ficaram impossibilitadas de fazer o levantamento da quantidade de volume gerado, tendo em vista que seus drenos estão implantados dentro de paredes, e a água gerada está sendo canalizada diretamente na rede de esgoto da região.

Decidiu-se fazer quatro medições nos aparelhos de 9.000 BTU devido estarem em maior número (13), com o intuito de assegurar melhor o resultado.

De posse das vazões dos condicionadores de ar quanto aos seus respectivos BTU's, para se obter o volume total de água foi considerado um tempo de funcionamento de cada máquina como sendo de 8 horas diárias, tendo em vista que esta é a carga horária média de trabalho dos funcionários do setor.

RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA

Conforme levantamento, o departamento de futebol disponibiliza de 31 (trinta e um) condicionadores de ar, com diferentes potências. Isso acarretará uma produção diferenciada de água. O aumento na potência do condicionador de ar, não implica na quantidade de água produzida.

A oferta diária de água obtida foi de 454,9 L/dia, valor bastante significativo em termos de aproveitamento de água em relação à demanda por irrigação.

Tabela 3: Vazões dos aparelhos. Fonte: Autor (2022)

Quantidade	Potência	Marca	Produção diária (L\dia)	Produção mensal (L\Mês)
5	9.000	York	28,7	861,0
1	9.000	Hitach	7,4	220,8
1	9.000	Springer	10,6	316,8
1	9.000	Komeco	5,4	162,3
3	9.000	Midea	7,3	217,8
1	9.000	Agrratto	8,3	249,6
1	9.000	LG	18,6	559,2
1	18.000	York	8,8	264
2	18.000	Midea	33,6	1.008
4	18.000	LG	51,3	1.539
2	18.000	Springer	18,1	542,4
3	24.000	Fricon	45,6	1.368
4	60.000	Hitach	86,4	2.592
2	60.000	Carrier	124,8	3.744
Total:			454,9	13.644,9

Após a obtenção dos volumes produzidos, aplicou-se ao resultado um coeficiente de segurança de 0,85 a fim de considerar a possibilidade de ocorrência de problemas técnicos que impeçam o funcionamento de alguns aparelhos e o fato de que algumas salas, academias não seguem o funcionamento regular dos dormitórios, podendo então operar com diferentes intervalos de tempo, pois quando é dia de jogo no estádio a média de uso dos condicionadores de ar se torna em 12 horas de funcionamento.

Assim, aplicando-se o coeficiente de segurança, as produções horária, diária e mensal passam a valer respectivamente 386,6 L/dia e 11.598,2 L/mês.

Tendo em vista os resultados obtidos em campo por Rocha (2017) e Alexandre (2019) para as relações entre vazão (L/h) e potência nominal (BTU) dos aparelhos de ar-condicionado, ocorreram uma produção mensal de água de aproximadamente 6.384,80 L/mês. É válido salientar que os aparelhos de 9.000 BTU não foram contemplados no estudo, levando em consideração apenas os valores das outras referências. Além disso, o aparelho de 60.000 BTU não foi contemplado por nenhum dos quatro estudos.

TERCEIRA ETAPA: QUALIDADE DA ÁGUA

As análises das características físico-químicas e bacteriológicas são de fundamental importância a fim de indicar se a água conterá microorganismos patogênicos inviáveis para seu uso e informar a necessidade de tratamento posterior à captação. Nesse trabalho, serão avaliados os seguintes parâmetros: Condutividade, pH, Cor, Turbidez e Coliformes Termotolerantes.

As coletas de água foram realizadas no mês de outubro, no período da manhã, e levados para o Laboratório de Química Analítica da UNICAP.

Tabela 4: Parâmetros analisados

Parâmetros	Métodos
pH	POPFQ -UNI202, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 4500 B
Turbidez	POPFQ -UNI211, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2130 B
Condutividade	POPFQ -UNI212, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2510 B.
Cor	POPFQ -UNI214, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2120 B.
Coliformes Termotolerantes	APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 9221B, C e F., 9223 B. 22nd.ed. 2012.

RESULTADOS DA TERCEIRA ETAPA

A Tabela 05 apresenta os resultados da análise físico-química em comparação com os limites estabelecidos pela Portaria 05/2017 Anexo XX. Os dados mostram que todos os parâmetros analisados respeitaram os limites estabelecidos pela legislação.

Tabela 5: Análise físico-química

Parâmetros	Unidade	Valores médios	Valor máximo permitido Portaria MS 05/2017 Anexo XX
pH	-	6,18	6,0 - 9,5
Condutividade	µS/cm	53,81	-
Cor	uH	0,00	15
Turbidez	NTU	3,69	5

Nota-se que os resultados obtidos das amostras estão entre os valores máximos permitidos pela legislação para água potável, e comprovam esta água como fonte viável e segura para consumo, dentre os parâmetros observados.

Cabe ressaltar que a água captada do ar-condicionado não passa por qualquer tipo de tratamento, contudo apresentou ótimos resultados de qualidade para os parâmetros pesquisados.

Os resultados da análise bacteriológica indicaram ausência de colônias típicas de coliformes fecais na amostra.

Tabela 6: Análise bacteriológica

Amostra	Resultado	Valor máximo permitido pela Portaria MS nº 05/2017 Anexo XX
1	Ausente	Ausente
2	Ausente	Ausente

Soares et al. (2017) em uma análise quali-quantitativa da água proveniente de aparelhos de ar condicionado encontrou valores semelhantes para os parâmetros pesquisados.

QUARTA ETAPA: DESCRIÇÃO SISTEMA DE ABASTECIMENTO E DRENAGEM

O abastecimento de água para consumo e utilização para irrigação no Estádio José do Rego Maciel é proveniente do poço artesiano e toda irrigação do campo de futebol é feito por esta fonte de captação subterrânea.



Figura 3: Localização do sistema de captação de águas subterrâneas.

O sistema de drenagem consiste na captação de água a partir dos drenos por tubulações e conexões de PVC, seguida da destinação para alimentação do poço e posterior reutilização.

RESULTADOS DA QUARTA ETAPA

O sistema de drenagem é tipo espinha de peixe com tubos de drenagem corrugados com bidim e colocados em valas de brita. Segue layout similar apresentado pela Rede de Agronomia (2022) na Figura 4 abaixo

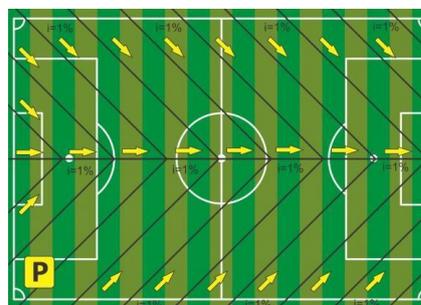


Figura 4: Sistema de drenagem do tipo espinha de peixe. Fonte: Rede de Agronomia (2022)

A produção de água condensada foi quantificada a partir da locação dos condensadores dos aparelhos e suas respectivas potências de refrigeração (BTU) nas fachadas do prédio. Durante o funcionamento, as caixas de inspeção recebiam a água coletada pelos drenos direcionando para o reservatório.

QUINTA ETAPA: ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

A análise de viabilidade econômica tem como objetivo determinar o período de retorno do investimento para a implantação do sistema de aproveitamento de reuso de água de ar condicionado.

RESULTADOS DA QUINTA ETAPA

Destaca-se que a água consumida no Estádio é oriunda de poço artesiano e da concessionária, diminuindo o consumo de água do poço há também redução do tempo de funcionamento da bomba que enche a caixa d'água central do estádio, gerando, conseqüentemente, economia na conta de energia elétrica visto que a bomba funcionaria menos tempo, além da economia com a manutenção do poço artesiano.

Tabela 7: Orçamento para implantação do sistema – base 2022

MATERIAL	VALOR UNITÁRIO	QUANTIDADE	TOTAL
Cx d'água 1000L	R\$346,49	2,00	R\$692,98
Joelho PVC	R\$19,43	2,00	R\$38,84
Tubo Soldável 32mm	R\$18,90	40,00	R\$756,00
Lamina serra	R\$4,76	1,00	R\$4,76
Abraçadeira tipo U	R\$1,40	45,00	R\$63,00
Bucha com parafuso	R\$0,25	90,00	R\$22,50
Registro Soldável	R\$10,50	2,00	R\$21,00
Mão de Obra	R\$270,00	2,00	R\$540
TOTAL			R\$2.139,00

Considerando o custo do metro cúbico oferecido pela concessionária de água da cidade de Recife, COMPESA, de R\$44.08 (estrutura tarifária para poder público) e consumo acima de 10 m³, a água coletada e reutilizada, geraria economia mensal de R\$ 572 (R\$ 44.08 x 13 m³), o investimento com o reuso teria payback de 4 meses, gerando economia para o Estádio José do Rego Maciel e benefícios socioambientais, estimulando a sustentabilidade. Somado a isto, é válido salientar que a redução de consumo de água subterrânea é de importante relevância ambiental, uma vez que, esteja poupando a extração dos lenções freáticos através dos poços artesanais, preservando o recurso hídrico da região, e ainda economizando na energia gerada pela bomba ao utilizar o poço do local, visto que a bomba do empreendimento é submersa de 3 CV.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

As ações de reuso além de proporcionar o incentivo aos frequentadores de estádio, funcionários e da população, o Estádio José do Rego Maciel se tornaria uma referência na área da sustentabilidade na região, incentivando a reutilização de água e uso racional dos recursos hídricos.

O estudo atingiu seu objetivo ao sugerir um projeto de reuso para o estádio, uma vez que não há nenhum tipo de sistema de aproveitamento.

No estudo de análise das diferentes marcas e potência dos condensadores, e um levantamento das em uso durante cada turno de funcionamento, foi possível chegar-se ao volume total de água desperdiçada. São cerca de 454,9 litros d'água diariamente. Porém, apenas a reutilização dos condensadores de ar do departamento de futebol não atenderia as expectativas de uso para irrigação do gramado, por isso seria necessário captar água de condensadores de ar de outros prédios do estádio.

Desta forma, a alternativa da implantação do sistema de reuso dessa água de ar condicionado contribui não só para evitar o desperdício excessivo da água, bem como, evitar a proliferação de insetos, tendo em vista, a eliminação de focos de arboviroses, como o mosquito da dengue, ocasionadas pelo acúmulo de líquido condensado no chão ou em baldes.

Vale salientar que a redução de consumo de água é de importante relevância ambiental, uma vez que está poupando a extração dos lençóis freáticos através dos poços artesianos, preservando o recurso hídrico da região, e ainda economizando na energia gerada pela bomba ao utilizar o poço do local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEXANDRE, M. E. L. *Análise da viabilidade do aproveitamento de águas da chuva e de Ar Condicionado: Estudo De Caso aplicado ao Núcleo De Inovação Tecnológica Da UFRN*. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
2. HUTTON, G.; VARUGUESE, M. 2016. *Os custos para atingir as metas de desenvolvimento sustentável de 2030 em água potável, saneamento e higiene*. Banco Mundial, Washington, DC.
3. REDE DE AGRONOMIA. Disponível em: <https://agronomos.ning.com/profiles/blogs/drenagem-de-campo-de-futebol>. Acesso em 10/04/2022
4. ROCHA, D. *Sistema de reuso de água proveniente de aparelhos de ar condicionados para fins não potáveis: estudo de caso aplicado ao Centro de Tecnologia da UFRN*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
5. SANTA CRUZ PE. Disponível em: <http://www.santacruzpe.com.br/o-clube/estrutura/>. Acesso em 10/04/2022.
6. SETEPLA TECNOMETAL. Disponível em: https://www.sefaz.ba.gov.br/administracao/ppp/Anexo_3_MD-1944-02-HP-001-REV0%20Discrit._do_Sist._Hidraulica.pdf. Acesso em: 10/04/2022.
7. SOARES, J. et al. *Políticas de acesso à água no Brasil: Pensando a evolução das políticas de combate à seca no semiárido*. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, [S.l.], v. 8, n. 4, p. 443-467, jan. 2020. ISSN 2238-8753.