

PROPOSTA DE REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA PROVENIENTE DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO PARA A IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA SUSTENTÁVEL NO BLOCO “D” DO CENTRO UNIVERSITÁRIO TIRADENTES DE MACEIÓ

Luana Mylena Vieira da Silva¹

Luiz Carlos Tenório de Holanda Junior²

Luis Fellipe Rodrigues Bezerra³

Cássia Ryane De Oliveira Lima⁴

Daniel Monteiro De Lima Alves⁵

João Pedro Da Silva⁶

Giordano Bruno Medeiros Gonzaga⁷

Engenharia Civil



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

A escassez de água é um problema que afeta todo o mundo. No Brasil, apesar da porcentagem de 12% da água doce do planeta estar concentrada no nosso país, a crise hídrica é uma preocupação que também atinge os brasileiros. O que pode se tornar um problema grave, no Brasil, relativamente à água tem surgido desde 2014. Nessa altura, os níveis de precipitação começaram a baixar muito. Isso decorre da seca, bem como da gestão dos recursos naturais. A água é mal distribuída no nosso país. As regiões mais ricas em água não são as que têm maior concentração populacional. Há vários fatores que motivam a falta de água, dentre eles: seca, poluição e má distribuição desse recurso. A procura por projetos de reaproveitamento de água está sendo cada vez mais procurado nos últimos anos. Um exemplo disso é o sistema de reaproveitamento de água dos aparelhos de ar condicionado que consiste na coleta de água proveniente do desperdício central de condensação que é resultante da água condensada da serpentina e da troca de calor do meio interno com o ex-

terno. O presente projeto mostra como reaproveitar a água desperdiçada do Bloco “D” de Engenharia no Centro Universitário Tiradentes (UNIT), por meio da captação dessa água expelida pelos aparelhos de ar condicionado sendo feita a canalização por meio de bombas e sensores, reutilizando essa água na jardinagem e serviços domésticos da universidade.

PALAVRAS-CHAVE

Escassez. Reuso. Engenharia.

ABSTRACT

Water scarcity is a problem that affects the whole world. In Brazil, despite the fact that 12% of the planet's fresh water is concentrated in our country, the water crisis is a concern that also affects Brazilians. What can become a serious problem in Brazil in relation to water has arisen since 2014. At that time precipitation levels began to drop a lot. This stems from the drought as well as the management of natural resources. Water is poorly distributed in our country. The regions richest in water are not those with the highest population concentration. There are several factors that motivate the lack of water, among them: drought, pollution and maldistribution of this resource. Demand for water reuse projects has been increasingly sought in recent years. An example of this is the water reuse system of the air conditioners which consists of collecting water from the central waste of condensation which is the result of condensed water from the coil and the heat exchange from the internal to the external medium. The present project shows how to reuse the wasted water of Engineering Block D in the University Center Tiradentes-Unit, by capturing this water expelled by the air conditioners being piped through pumps and sensors, reusing this water in the gardening and domestic services of the university.

KEYWORDS

Scarcity. Water. Engineering.

1 INTRODUÇÃO

A água, assim como a energia proveniente do sol, é responsável pela vida no planeta, que é formado em grande parte por ela. Estima-se que 70% da superfície da Terra é composta por água, sendo que, deste total, 3% é de água doce e 97% de água salgada. Aquele elemento vital para a sobrevivência das espécies animais e vegetais na Terra é oriunda do processo de precipitação da evaporação das águas dos mares, lagos e rios. Está presente nos rios, lagos, geleiras e lençóis subterrâneos.

O uso desenfreado da água, contaminação de poluentes e falta de chuva em algumas regiões brasileiras e no mundo vem causando a escassez da água, necessitando do uso mais racional e aproveitamento sustentável (RIGOTTI, 2014).

O ambiente urbano sofre também as pressões da crescente demanda de água decorrente do aumento populacional, da intensificação das indústrias, edificações, entre outros, de um modo geral, provocam desperdícios de água por vazamentos de sistemas hidráulicos, peças sanitárias, uso de condicionadores de ar. A causa desses elevados volumes de água utilizada e desperdiçada no sistema, muitas vezes, é decorrente de concepções inadequadas de projeto, de procedimentos incorretos de manutenção e mais hábitos dos usuários (NUNES, 2006).

O reaproveitamento da água de drenagem dos aparelhos de ar condicionado é de suma importância para a consolidação da consciência ecológica dos usuários, muito embora sendo constatada a portabilidade da água, a vazão desses aparelhos pode suprir a necessidade de repartições públicas, instalações comerciais e outras, quanto ao consumo humano (BARROS, 2005).

Os aparelhos de ar condicionado promovem a geração de água resultante da condensação, que na maioria das vezes é desperdiçada para o solo ou para o esgoto. Desta forma, o aproveitamento desta água depende da coleta eficiente de cada sistema de drenagem dos aparelhos que podem ser direcionados para um sistema de coleta e armazenamento (RIGOTTI, 2014).

De acordo com o professor do curso técnico de refrigeração do Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), Luciano Prestrelo, apesar de não ser indicada para o consumo humano (beber ou tomar banho) porque não é filtrada e não recebe tratamento antibactericida, a água é considerada limpa e pode ser reutilizada para práticas sustentáveis, além de trazer economia financeira. "O sistema doméstico é feito de forma simples e com baixo custo, já que os materiais usados são canos e reservatórios de plásticos", explica. Segundo o professor, a água é produzida porque os aparelhos retiram a umidade do ar por meio do processo de condensação, quando a água passa do estado gasoso para o líquido.

A quantidade liberada pelos condensadores varia de acordo com a potência do aparelho, o tempo de funcionamento e o clima da região. Em climas mais úmidos, os ares-condicionados condensam uma maior quantidade de água. O aparelho trabalha para controlar a umidade relativa do ar, deixando o clima mais agradável. Como vivemos em uma região litorânea, próxima do oceano, o índice de umidade varia entre 60% e 90%. O aparelho 'retira essa umidade' para um percentual considerado mais confortável.

Nunes (2006) confirma que o aproveitamento de água produzida por condensação pelos aparelhos de ar condicionados, apresenta-se como uma medida sócio ambientalmente responsável e de baixo custo, a fim de suprir as demandas menos exigentes de usos não potáveis, utilizada como fonte suplementar de água. Desse modo, por meio de fontes alternativas de água é possível adequar a qualidade ao tipo de uso, o que torna o processo abastecimento-consumo mais eficiente.

O reaproveitamento da água do ar-condicionado gera diversos benefícios ao meio ambiente, também ao bolso. Em termos ambientais, ela inibe o acúmulo de

água para a proliferação de mosquitos como o *Aedes aegypti*, diminuição na contribuição da água direcionada para drenagem urbana, reduz a quantidade de água retirada dos mananciais e ainda promove a prática da educação ambiental.

O presente artigo tem como proposta desenvolver um sistema sustentável em relação ao desperdício de água proveniente dos aparelhos de ar condicionado, visando economia da água e soluções ambientais, desenvolvendo um sistema de captação dessa água para que seja reaproveitada de forma racional. O aproveitamento desta água depende da coleta eficiente de cada sistema de drenagem dos aparelhos que podem ser direcionados para um sistema de coleta e armazenamento.

2 OBJETIVOS DO PROJETO

2.1 GERAL

Averiguar a viabilidade do aproveitamento de água proveniente dos aparelhos de ar condicionado instalados no bloco D do Centro Universitário Tiradentes (UNIT), visando contribuir para a sustentabilidade, reduzindo o consumo de água e reutilizando em jardinagem e serviços domésticos na universidade.

2.2 ESPECÍFICOS

Levantar o número de aparelhos de ar condicionados e a vazão gerada por eles no bloco D;

- Dimensionar o sistema de coleta e armazenamento;
- Calcular os custos para que o projeto seja viável;
- Economizar e reutilizar os recursos hídricos na própria instituição.

3 METODOLOGIA DO PROJETO

A metodologia norteadora deste trabalho foi desenvolvida de acordo com os objetivos estipulados, por meio das orientações e recomendações metodológicas de diversas obras da literatura existente sobre o assunto. Trata-se da proposta de implementação do sistema de captação, armazenamento e reuso da água proveniente da condensação dos condicionadores de ar.

A área de estudo na qual foi feito o projeto de reaproveitamento de água de aparelhos de ar condicionados compreende em uma universidade localizada na cidade de Maceió/AL. A Universidade é composta por 5 blocos, cada bloco conta com térreo e mais 3 pisos, com cerca de 53 salas cada, totalizando 263 salas, divididas em salas de aula, biblioteca, laboratórios e auditórios, onde cada ambiente conta com um ou dois ares condicionados.

Sabe-se que os aparelhos de ar condicionados, quando em utilização, retiram a umidade existente no local em que estão instalados e realizam a condensação. Os

drenos existentes nestes aparelhos por sua vez, liberam a água produzida pelo equipamento até o seu devido fim, que muitas vezes é em local impróprio. Na instituição em questão, esta água é liberada pelo dreno e desperdiçada, onde poderiam ser reutilizadas para outros fins, também podem gerar patologias construtivas nas edificações.

A metodologia foi subdividida em fases a fim de alcançar o objetivo proposto pelo trabalho, conforme a Figura 3. Primeiramente, será realizada a caracterização da área estudada. Em seguida, a próxima fase tem o objetivo de quantificar os aparelhos de ar condicionado existentes na instituição de ensino e suas respectivas vazões.

Posteriormente, as etapas se constituíram na concepção do projeto e levantamento dos custos relacionados a implantação do sistema. Para realizar a canalização por meio de bombas e sensores utilizaremos uma bomba d'água (motobomba) para transferir água de um local para outro.

Para escolher a bomba d'água certa, iremos avaliar a que altura (pressão) precisamos bombear a água. A altura de bombeamento é medida em M.C.A. – que significa "Metros de Coluna d'Água, indica qual a pressão que a água exerce sobre determinada altura. M.C.A. é uma unidade de medida de pressão, geralmente utilizada para dimensionar bombas d'água e produtos hidráulicos, ou seja, 1 m.c.a = 1 metro de altura.

Para escolha correta de uma Bomba d'Água (Motobomba), precisamos avaliar (Figura 2):

Calculo da superfície da água até a entrada da motobomba, esta é a altura de sucção;

Para onde precisamos transportar a água. Tecnicamente é chamada altura de recalque, sendo medida da saída da Bomba até a entrada da caixa d'água, também representado na unidade de medida M.C.A.;

Quantidade de litros de água que precisamos transportar em determinado tempo, m³/hora, litros/hora ou litros/minuto;

Precisamos definir a bitola da tubulação 3/4, 1/2, 1 "e o material dos tubos (PVC). Os tubos são a estrada por onde a água vai passar. No tubo de PVC a água vai andar mais rápido.

Figura 1 – Fluxograma Escolha de Bomba



Fonte: Autores (2018).

3.1 ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

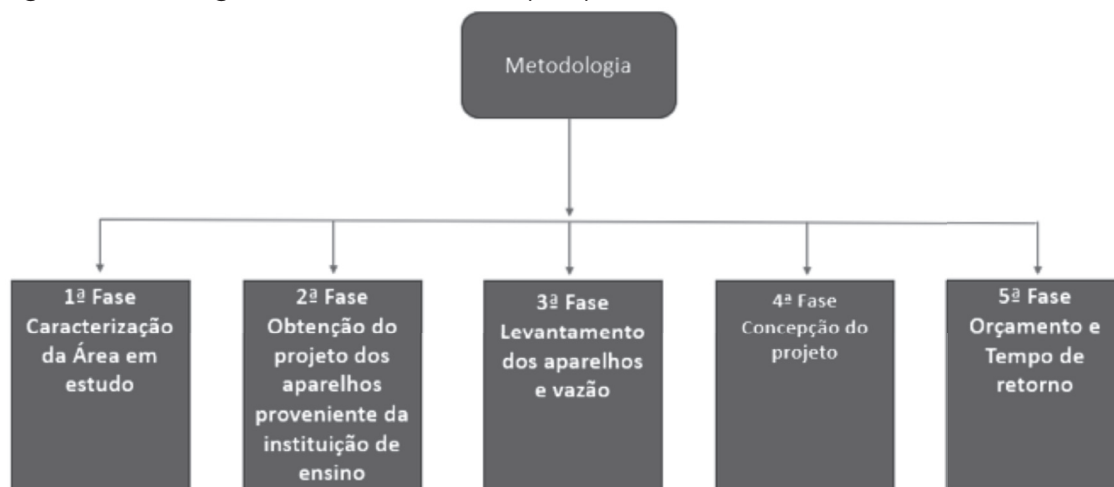
O projeto consiste na implantação de um sistema de captação, armazenamento e reuso da água proveniente da condensação dos condicionadores de ar. Vale ressaltar que sua implantação se encontra em andamento, com fase final prevista para o primeiro semestre do próximo ano. As etapas referentes à implantação foram divididas em: captação, armazenamento e reuso.

Para o controle de nível do reservatório utilizaremos o sensor de nível, é uma pequena bóia com um contato elétrico encapsulado dentro dele, funciona basicamente como um interruptor, permitindo ou não a passagem de corrente elétrica por entre seus contatos. Fixado a lateral de um reservatório ou mesmo a um sistema de canos inserido dentro deste reservatório, pode ser usado como um contato aberto ou fechado para o comando elétrico de uma bomba.

Para o sistema de controle automático de nível de um reservatório são usados os seguintes materiais:

- 2 Sensores de nível;
- 1 Contator (compatível em com a potência da bomba que será ligada);
- 1 Bomba elétrica d'água

Figura 2 – Fluxograma com as fases da pesquisa



Fonte: Autores (2018).

3.2 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE COLETA E ARMAZENAMENTO

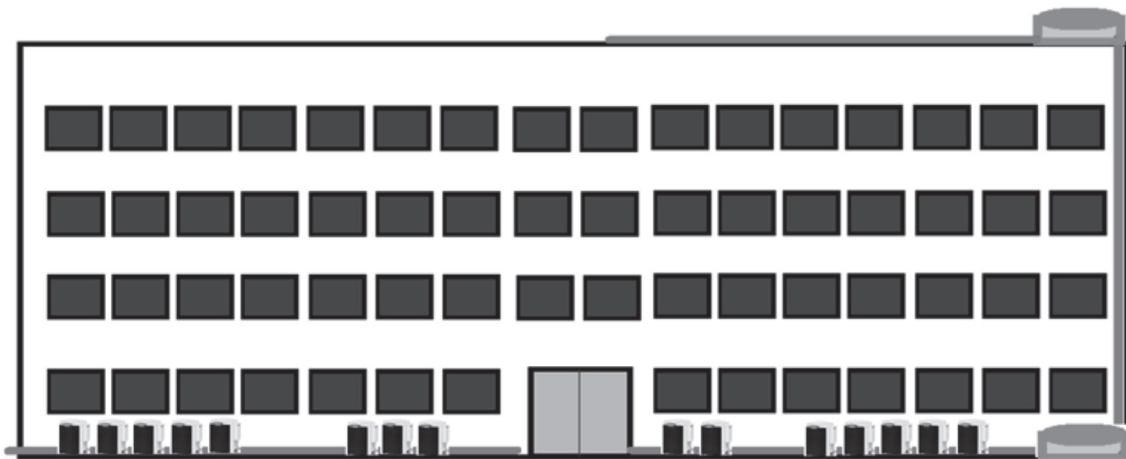
Para coletar a água dos aparelhos de ar-condicionado, o cano de coleta deve ser encaixado no dreno do ar-condicionado. Cada equipamento possui diferentes modos de drenar a água. A coleta pode ser feita de duas formas: Com o uso do cano e reservatórios plásticos (em instalações residenciais e comerciais) ou recolhida por meio de um sistema de drenagem produzido exclusivamente para a captação da água.

A estrutura para captar água proveniente dos aparelhos de ar condicionado é simples. Deverá ser instalada tubulação de PVC ao final dos drenos dos aparelhos de ar condicionado que redirecionará toda a água para um reservatório. Para melhor entendimento, foi feito um modelo a partir dos aparelhos de ar condicionado da universidade.

É possível observar que, conforme Figura 4, o croqui é dividido em duas partes para a coleta da água, onde a primeira é a coleta dos drenos que ficam no térreo por meio de cano de PVC para um reservatório de 1.000 litros no térreo, esse para o uso na jardinagem e a segunda etapa redireciona a água desse mesmo reservatório no térreo até o reservatório de 3.000 litros na laje por meio de 14 metros de cano de PVC e sendo uma bomba d'água utilizada com uma pressão de 14 M.C.A (Metros de Coluna d'Água = 1 metro de altura) para que a água possa ser redirecionada nos banheiros.

A água não precisa passar por um tratamento, tendo em vista que essa só será utilizada para lavagem e jardinagem.

Figura 3 – Esquema de implantação do sistema de captação



Fonte: Autores (2018).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa foi desenvolvida no Centro Universitário Tiradentes (UNIT), localizado em Maceió, Alagoas. O trabalho concentrou-se na análise da viabilidade do aproveitamento da água dos aparelhos de ar condicionado do Bloco D de Engenharias, para fins não potáveis, aplicados à irrigação da vegetação do prédio e serviços domésticos. A edificação é caracterizada pelo funcionamento de coordenações, salas de aula, departamentos acadêmicos e laboratórios.

Quanto à quantidade de aparelhos de ar condicionado, o bloco possui 62 aparelhos em diversas potências de refrigeração. Os valores encontram-se na Quadro 1. Levando em consideração que no horário da manhã o funcionamento é de 6h40min – 12h20min e no horário tarde/ noite é de 15h – 22h, totalizando 12h40min de funcionamento por dia durante a semana, de segunda a sexta.

Quadro 1 – Quantidade de aparelhos e as potências de refrigeração (BTU)

BTU	24.000	36.000	58.000	90.000	Total- aparelhos
Aparelhos	7	7	35	13	62
Total- BTU	168.000	252.000	2030.000	1170.000	3620.000

Fonte: Autores (2018).

Para um aparelho com 30 mil BTU (British Thermal Units - Unidade Térmica Britânica) e com outro 36 mil BTU. Juntos, fornecem cerca de 70 litros por dia, ou seja, 2.100 litros por mês, média essa que usaremos como base de quantidade de litros por BTU expelida por aparelho de ar condicionado (Marília Banholzer/NE10,2015).

Para o dimensionamento de aparelhos com Litros/dia (24 horas) fizemos a média de 30.000 e 36.000 BTU, resultando em 66.000 para cada 70 litros/dia, então:

Quadro 2 – Quantidade de litros/dia de acordo com BTU

BTU	Litros/dia
66.000	70
3620.000	X
X = 3839,39 Litros/dia	

Fonte: Autores (2018).

A vazão durante o horário de 12h40min, sendo 760 min de funcionamento por dia (24h=1440 min) durante a semana

Quadro 3 – Litros por dia de funcionamento

Minutos	Litros/dia
1140	3839,39
760	X
X = 2026,34 Litros/dia	

Fonte: Autores (2018).

A quantidade de litros por semana (5 dias) para 2026,34 Litros/dia é 10131,70 Litros/ semana.

E por mês (4 semanas) para 10131,70 Litros/semana é 40526,80 Litros/mês.

4.1 QUANTIFICAÇÃO DE ÁGUA GERADA POR APARELHOS DE AR CONDICIONADO

O aproveitamento da água gerada pelos aparelhos de ar condicionado depende da coleta eficiente de cada sistema de drenagem dos aparelhos que podem ser direcionados para sistema de coleta e armazenamento.

Para o presente projeto, a água acumulada será captada de 62 (sessenta e dois) aparelhos de Ar Condicionado instalados em diversas salas, sendo que cada aparelho possui capacidade divergente de BTU (British Thermal Units / Unidade Térmica Britânica) para cada unidade de ar, como mencionado na Quadro 1.

Como são 53 salas utilizando 62 condensadores, com esses dados, obtivemos o demonstrativo conforme Tabela 4:

Quadro 4 – Quadro demonstrativo de água calculada

VOLUME DE ÁGUA POR PERÍODO	VOLUME TOTAL (LITROS)
Litros/ 24 Horas	3839,39 L/dia
Durante 12:40 horas de funcionamento(1 dia)	2026,34 L/dia
Por semana (5 dias)	10131,70 L
Por mês (4 semanas)	40526,80 L

Fonte: Autores (2018).

Neste projeto, foi adotada a caixa d'água de polietileno da marca FORTLEV, de capacidade de 1000 litros e 3000 litros. Considerando que o volume médio diário de água gerado por dia de funcionamento é de 2026,34 litros, não excedendo a capacidade do reservatório.

Para a captação de água será necessário:

Cano de PVC de 25 mm na base do bloco D, para coletar a água dos condensadores e transportar até a caixa d'água de 1000 litros que ficará localizada no térreo, na vertical será utilizado, cerca de 14 metros de cano de PVC de 32 mm, por meio da bomba, será lançado o fluido até a caixa d'água de 3000 litros localizada na parte superior do bloco D (cobertura) para o armazenamento e distribuição para partes internas do edifício.

Como não se obteve a medição exata da base do bloco D o valor para a medida do cano de PVC foi estimado.

4.2 ORÇAMENTO DO PROJETO

Para a implantação do sistema de coleta e armazenamento da água proveniente dos aparelhos de ar condicionado, foram feitas quantificações dos custos de insumos e mão de obra. Para o cálculo dos custos de mão de obra foi utilizada como referência a tabela de preços de insumos do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Para os custos de insumos foram utilizados os valores de mercado da cidade de Maceió-AL.

4.2.1 Mão de obra

Para execução deste projeto, haverá a necessidade de contratação de mão de obra. Os valores apresentados foram embasados na Tabela de Preços de Insumos do SINAPI, de abril de 2018, conforme Quadro a seguir:

Quadro 6 – Orçamento de mão de obra

Cargo	Quantidade	Diária (R\$/dia)	Número de Diárias	Total (R\$)
Encanador	1	115,12	1	115,12
Ajudante	2	81,60	1	163,20
TOTAL				278,32

Fonte: Autores (2018).

4.2.2 Materiais

Quadro 5 – Orçamento de materiais

Materiais	Preço R\$	Unidade	Quantidade	Total
Tubulação de PVC 32 mm (3 m)	16,49	m	16	87,95
Tubulação de PVC 25 mm (3 m)	7,59	m	168	425,04
Reservatório de 3.000 L	429,90	und	1	429,90
Reservatório de 1.000 L	166,90	und	1	166,90
Joelhos	1,90	und	10	19,00
Tê	0,78	und	34	26,52
Flanges	12,90	und	4	51,60
Torneira	3,49	und	3	10,47
Chave de bóia (sensor)	42,90	und	1	42,90
Luva	1,55	und	56	86,80
Bomba de 14 m.c.a (1/2 CV)	180,90	und	1	180,90
TOTAL				1.527,98

Fonte: Autores, 2018.

Valor total do orçamento incluindo a mão de obra: 1.806,30 R\$ (Mil, oitocentos e seis reais e trinta centavos).

4.3 TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO

Obtém-se aproximadamente 480 m³ por ano, somando-se as médias mensais de volume captado de água. A tarifa por metro cúbico de água comercial do Sistema de Água e Esgoto de Maceió-AL na faixa de consumo maior do que 10 m³ é de R\$ 16,25 / m³. Ao se utilizar 480 m³ de água proveniente dos aparelhos de ar condicionado, o empreendimento economizaria, em um ano:

Economia = Volume captado x Tarifa do Sistema de Água e Esgoto

Economia = 480 m³ x R\$ 16,25 / m³ = R\$ 7800,00

O tempo necessário para que o empreendimento comece a lucrar com o investimento, período de retorno da obra, seria:

(x= tempo de retorno)
 1 ano ----- R\$ 7800,00
 x anos----- R\$ 1806,30
 x = 4,3 anos

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Será realizado no Bloco D - Engenharias da UNIT, sendo necessário o espaço físico para verificação de medidas da estrutura da edificação, levantamento quantitativo e descritivo de cada aparelho de ar condicionado em todas as salas do Bloco D na instituição e implantação do sistema de captação de água dos aparelhos de ar condicionado, como também um local disponível para implantar um reservatório para armazenamento da água, incluindo o sistema de captação no prédio (canos de PVC por exemplo.)

O aproveitamento de água proveniente dos aparelhos de ar condicionado deve ser considerado uma solução para a escassez de água no Brasil, sobretudo na região estudada, onde já existem além de escassez, disputas por recursos hídricos.

O projeto apresenta uma solução simples e de baixo custo para o empreendedor, sendo seu maior benefício a redução do consumo de água. Políticas públicas deveriam incentivar a sociedade e os empresários na implementação de modelos que proporcionam a proteção deste recurso natural tão degradado.

A qualidade da água foi considerada adequada para o uso previsto. A quantidade de vazão de água calculada foi de 2026,34 litros por dia útil, concluindo-se que o volume ideal para cada um dos dois reservatórios necessários para armazenamento da água gerada por 62 (sessenta e dois) aparelhos de ar condicionado seria de 3.000 mil litros, visando também a relação de custo-benefício.

Vale ressaltar que os custos de implantação do projeto, estimado em R\$ 1.806,30 (um mil, oitocentos e seis reais e trinta centavos), foram considerados razoáveis relacionados a investimentos de instituições de grande porte, como universidades.

Ao analisar a viabilidade deste projeto não se pode levar em consideração somente o fator econômico, mas associá-lo ao benefício ambiental trazido por este, que é o fundamento de sua elaboração. A utilização de técnicas sustentáveis também traz melhoria para a imagem da instituição frente à sociedade e ao Ministério da Educação (MEC), no caso das universidades, uma vez que este incentiva o uso racional dos recursos públicos e o estabelecimento de uma consciência coletiva socioambiental.

REFERÊNCIAS

A. DIAS AR CONDICIONADO. **Princípio de funcionamento de um ar condicionado.** Disponível em: <http://www.adias.com.br/funcionamento_do_ar> Acesso em: 16 abr. 2018.

BANHOLZER, Marília. **Ar-condicionado produz até 20 litros de água por dia; veja como aproveitar.** Pernambuco. Disponível em: <<http://noticias.ne10.uol.com.br/>>

ciencia-evida/noticia/2015/03/20/arcondicionado-produz-ate-20-litros-de-agua-por-dia-veja-como-aproveitar-538157.php>. Acesso em: 16 abr. 2018.

CARVALHO. **Caracterização quali-quantitativa da água da condensadora de aparelhos de ar condicionado**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Cuiabá, MT, 2012.

LEROY MERLIN. Caixa d'água de polietileno. **FORTLEV**. Disponível em: <http://www.leroymerlin.com.br/caixa-dagua-de-polietileno-1000l-azul-fortlev_86753765>. Acesso em: 16 abr. 2018.

NUNES, R.T.S. **Conservação da água em edifícios comerciais: potencial de uso racional e reuso em shopping center**. 2006. 144f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro-RJ, 2006.

PAZ. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande-PB, DEAg / UFPB, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

PORTO-GONÇALVES, C. **Os porquês da desordem mundial: o desafio ambiental**. Rio de Janeiro: Record, 2004.

REBOUÇAS, A. **Uso inteligente da água**. São Paulo: Escrituras, 2007.

RIGOTTI, P. **Projeto de aproveitamento de água condensada de sistema de condicionadores de ar**. 2014. 41 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Panambi, 2014.

SINAPI. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. **Tabela de preços de insumos do SINAPI**. Pesquisa: IBGE, Mês de coleta: 05/2018. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_639>. Acesso em: 16 abr. 2018.

VON SPERLING. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental: Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

Data do recebimento: 12 de Julho de 2018

Data da avaliação: 23 de Julho de 2018

Data de aceite: 26 de Julho de 2018

1 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: luanamylena1@hotmail.com

2 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: luiz.carlos@souunit.com.br

3 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: luis.fellipe@souunit.com.br

4 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: cássia.ryane@souunit.com.br

5 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: daniel.monteiro@souunit.com.br

6 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: joão.pedro@souunit.com.br

7 Docente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: giordanogonzaga@yahoo.com.br

