

APROVEITAMENTO DE ÁGUA PROVENIENTE DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO NO IFPI CAMPUS SÃO JOÃO DO PIAUÍ

Resumo: A escassez de água no mundo é agravada em virtude da desigualdade social, esta que é evidenciada pelas diferenças registradas entre países desenvolvidos e os em desenvolvimento. Devido a tal, torna-se viável a proposta do desenvolvimento sustentável, que é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, garantindo a capacidade de atender as necessidades das gerações futuras. Não significa parar, mas sim balancear a produção e procurar fontes alternativas de recursos ecologicamente viáveis. Uma alternativa que pode contribuir, são por meio dos aparelhos de ar condicionado, que são utilizados em larga escala em prédios comerciais, residenciais e em instituições onde gera gotejamento de água, derivada da umidade do ar condensada quando o aparelho resfria o ar do ambiente interno. Assim, a presente pesquisa visou estudar a quantificação do aproveitamento de água proveniente dos aparelhos de ar condicionado instalados IFPI – Campus São João do Piauí, visando reduzir o consumo de água e contribuir para a sustentabilidade dos recursos hídricos da região. A pesquisa foi realizada no ano de 2019. De acordo com os resultados conclui-se que o volume de água que pode ser coleta do anualmente será de 1.462 m³, considerando 200 dias letivos; água apresenta parâmetros físico químicos que se adequa ao uso da irrigação.

Introdução

As expectativas em relação à disponibilidade de água nos próximos anos apenas decrescem. De acordo com a Organização das Nações Unidas (2017), a escassez da água potável afetará mais da metade da população mundial em até 50 anos, devido às atuais tendências mundiais, como o desmatamento, aumento populacional, crescimento urbano, entre outros. Tal situação ocorre em razão da poluição das fontes hídricas, mau uso que se faz dos recursos naturais, do desmatamento, da alteração climática do planeta, do crescimento populacional desordenado, do consumo cada vez maior, do desperdício, da falta de políticas públicas que estimulem o uso sustentável, além da distribuição irregular. (PAZ, 2010).

A problemática da água está inserida em um amplo contexto em que vários fatores afetam a perda da eficiência no seu ciclo hidrológico, contribuindo para a sua escassez. (NUNES, 2006). Assim, o desenvolvimento de novos modelos de saneamento, visando solucionar o problema da escassez da água reflete a busca de uma sociedade autossustentável, e ao longo das últimas décadas tem-se buscado alternativas que amenizem essa problemática, principalmente na Região Semiárida do País, onde as precipitações variam de temporal e espacial, limitando diversas atividades.

A água de reuso é imprópria para o consumo, mas pode ser utilizada com diversos propósitos, como, por exemplo, geração de energia, refrigeração de equipamentos, lavagem de veículos etc. A prática do reuso permite que um volume maior de água permaneça

disponível para outras finalidades, garantindo seu uso racional e reduzindo a demanda de água sobre os mananciais, uma vez que há substituição do uso de água potável por uma de qualidade inferior. (FETRANSPOR, 2012) A inclusão de metodologias de sustentabilidade na construção é uma tendência ascendente no mercado.

A sua adoção é quase que obrigatória, pois diferentes órgãos como por exemplo governo, consumidores e investidores chamam a atenção para o assunto, incitam e pressionam o setor da construção a incorporar essas práticas em suas atividades (CORRÊA, 2009) 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).

Entre as opções existentes de reutilizar e economizar água, o aproveitamento de APs, pode desempenhar um papel fundamental na ampliação da segurança hídrica e na redução dos impactos ambientais (EL-SAYED et al., 2010). A implantação de medidas economizadoras em um edifício gera uma redução na demanda de água potável, evitando assim uma sobrecarga do sistema de abastecimento. Esta diminuição de demanda reduz também o volume de esgoto a ser tratado, aumentando a eficiência no tratamento e consequentemente uma diminuição na poluição dos corpos receptores (HAFNER, 2007).

A crise na disponibilidade de água, evidenciada pela falta desse recurso nos mananciais, alertam para a necessidade de repensar as formas de uso da água. Tendo em vista este cenário, não reaproveitar a água proveniente da condensação de equipamentos de ar condicionado pode ser considerado um desperdício e, ainda, estar em desacordo com os princípios do desenvolvimento sustentável. (RIBEIRO; 2012).

A água é um recurso natural de valor inestimável. Mais que um insumo indispensável à produção e um recurso estratégico para o desenvolvimento econômico, ela é vital para manutenção dos ciclos biológicos, geológicos e químicos, que mantêm em equilíbrio os ecossistemas. (RANGEL, 2012). O reaproveitamento ou reuso da água é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim. A água de reuso é imprópria para o consumo, mas pode ser utilizada com diversos propósitos, como, por exemplo, geração de energia, refrigeração de equipamentos, lavagem de veículos, etc. A prática do reuso permite que um volume maior de água permaneça disponível para outras finalidades, garantindo seu uso racional e reduzindo a demanda de água sobre os mananciais, uma vez que há substituição do uso de água potável por uma de qualidade inferior. (FETRANSPOR, 2012).

O condicionamento de ar é o processo que consiste em controlar sua temperatura, umidade, pureza e distribuição no sentido de proporcionar conforto aos ocupantes do recinto condicionado. (JONES, 1985). Segundo Miller (2014), a refrigeração é o processo de

remoção de calor de onde ele não é desejado. E mais, o calor não desejado é transferido mecanicamente para um local em que ele não seja prejudicial. Um exemplo prático disso é o condicionador de ar de janela, que resfria o ar no interior de uma sala e descarrega ar quente no ambiente externo.

Segundo Machado (2003), os aparelhos de ar condicionado são utilizados em larga escala em prédios comerciais e residenciais, sendo que 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. Considerando a utilização em larga escala de aparelhos de ar condicionado, o volume de água que goteja é significativo e na maioria dos casos é lançada ao ambiente de forma inapropriada.

Este aparelho não produz diretamente a água, ela surge da condensação do ar retirado do ambiente interno. Esta água é perdida no ambiente externo, diminuindo a umidade relativa do ar no ambiente interno. Um ar condicionado, dependendo da umidade relativa do ar local e da potência do aparelho, gera uma quantidade significativa de água, diariamente.

Em média de 37 a 57 litros de água são condensados pelos condicionadores de ar, por dia. Milhões de condicionadores de ar sendo utilizados diariamente em conjunto retiram do ar bilhões de litros de água da atmosfera, que, uma vez aproveitados, podem ajudar a conservar este importante recurso, contribuindo na luta contra o aquecimento global. (PNUMA, 2012).

A tendência atual é um agravamento desses problemas, uma vez que o Brasil tem o terceiro maior mercado de condicionadores de ar e refrigeração do mundo. Segundo dados da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA), o mercado brasileiro tem apresentado um crescimento de 8% ao ano, número muito superior ao do PIB do país, com um faturamento, em 2013, de mais de US\$ 14 bilhões, e previsão de atingir a casa dos US\$ 17 bilhões, em 2018. Hoje, em 13 milhões de um total de 63,8 milhões de residências, possuem ar condicionado, sem contar os estabelecimentos comerciais em geral.

Dentro desta perspectiva, o uso racional da água pode ser definido como as práticas, técnicas e tecnologias que propiciam a melhoria da eficiência do seu uso, sendo que a procura por tecnologia de reaproveitamento da água tem crescido nos últimos anos. Empresas e pessoas físicas estão cada vez mais preocupados com questões ambientais, procuram formas de reciclar a água utilizada em seus prédios ou ainda de coletar água da chuva para aproveitamento em limpeza, jardinagem e esgoto. Nesse sentido, o condicionador de ar guia-se por uma troca de temperatura do ambiente. Pode-se dizer que o aparelho funciona como uma bomba de sucção que retira o excesso e a quantidade excedente de calor ou frio externo, ou seja, pode refrigerar o ambiente ou, em sentido inverso, aquecer de acordo com a conveniência do usuário.

As mudanças no clima no Brasil têm ocasionado mudanças no regime de chuva em algumas regiões, ocasionando no Brasil sérios problemas de desabastecimento, um exemplo, foram os últimos 10 anos os quais a falta de chuva tem castigado a região sudeste do país. Além do desabastecimento dos principais mananciais responsáveis por abastecer cidades como São Paulo e Minas Gerais, a falta de chuvas vem causando inúmeros impactos em diversos setores da sociedade, agricultura e problemas de racionamento de energia elétrica na região (COELHO et al., 2016). Isso fez com que a população procurasse meios alternativos e/ou práticas sustentáveis no uso dos recursos hídricos.

A presente pesquisa teve como objetivo estudar a quantificação do aproveitamento de água proveniente dos aparelhos de ar condicionado instalados no IFPI – Campus São João do Piauí, visando reduzir o consumo de água e contribuir para a sustentabilidade dos recursos hídricos da região.

Metodologia

O ponto principal deste artigo é avaliar a forma de reaproveitamento de água, com a implantação de um sistema de reuso da água oriunda do processo de condensação dos condicionadores de ar.

O local de desenvolvimento do projeto foi no Instituto Federal do Piauí - Campus São João do Piauí; para título de dimensionamento do projeto, será feito um levantamento quanto ao número total de aparelhos de ar condicionados tem e seus horários e turnos de funcionamento e, como também será quantificado a temperatura dentro e fora das salas, para saber a amplitude térmica.

As coletas foram oriunda do aparelhos de ar condicionado será realizado durante oito meses, sendo quatro meses no primeiro semestre de 2019 e, quatro meses do segundo semestre de 2019, devido à variabilidade de temperatura ao longo do ano (estações de verão e inverno), a fim de melhor estimar o volume de água.

A captação da água condensada dos aparelhos de condicionadores de ar foi realizada por meio de tubos verticais já existentes no local. Entretanto, nem todos os aparelhos de ar condicionado encontram-se conectados aos tubos. Atualmente, está água é descartada no ambiente, sem fins de reutilização.

Foi quantificada a vazão média gerada por aparelhos de ar condicionado através de medição pelo método direto, no qual essas medições. Após estimado o volume de água dos aparelhos citado acima, foi reservada três amostras da água coleta e levada ao laboratório para análise da qualidade da mesma, para fins de irrigação em jardinagens.

Resultados e Discussão

De acordo com os resultados da Tabela 1, demonstra que no Campus São João do Piauí pode ter uma captação média diária de 1,69 L h⁻¹ utilizando um total de 15 horas de funcionamento por dia tendo um total de 731,1 litros de água diariamente, que poderá ser captado pelos 64 aparelhos de ar condicionado.

Tabela 1 – Quantificação do volume de água que pode ser captado no IFPI – Campus São João do Piauí.

Potência (BTU)	Quantidade	Q_{média} (L/h)	Produção total horária (L/h)	Produção total diária (L/dia)
60000	26	1,29	33,54	503,10
12000	38	0,40	15,20	228,00
Total	64	1,69	48,74	731,1

Segundo Varejão (2000, p. 103), em regiões tropicais, quentes e úmidas, o vapor d'água pode ser encontrado, próximo à superfície, em uma proporção tão alta quanto 40g por quilograma de ar seco; nas zonas polares frias e secas, esse valor pode cair para cerca de 0,5 g por quilograma de ar seco.

Segundo Canto (2008), um modo de o ar ficar saturado de água é mediante o resfriamento de uma amostra de ar, inicialmente não saturada de vapor de água, até uma temperatura na qual a concentração de vapor de água presente seja suficiente para saturá-la. Assim, quanto menor a temperatura, menor é a quantidade de vapor de água necessária para saturar uma amostra de ar. Com o decréscimo da temperatura do ar, a quantidade de vapor de água presente pode, em determinado instante, ser suficiente para saturar o ar e, a partir de então, o vapor de água passa a se condensar nos núcleos de condensação.

Ainda, é importante mostrar que a quantidade de água condensada depende não somente das boas condições do equipamento, mas seu bom rendimento depende também das condições climáticas e estação do ano, foi que mostraram os resultados de Ferreira e Tose (2016), Bastos e Calmon (2013). Segundo os autores, em situações em que a região apresenta valores de umidade relativa elevada, os condensadores tendem a gerar uma quantidade considerável de água. Esses resultados mostraram que a estação seca e a estação chuvosa na região norte influenciaram na produção da água gerada pelos condicionadores de ar, assim como em Bastos e Calmon, (2013). Apesar disso, esse trabalho mostra apenas a implantação do sistema, não realizando um estudo comparativo do rendimento conforme as estações secas e chuvosas.

Com as medições, foi possível identificar que não existe uma linearidade entre a vazão e o aumento da potência de refrigeração. Tal resultado é coerente com o exposto por Cunha et

al. (2014), onde identificou que tais variações estão associadas a dinâmica do ambiente climatizado, no qual estão envolvidos diferentes fatores, dos quais se destacam a umidade relativa do local na hora da coleta, número de pessoas, forma de utilização da sala e o isolamento do ambiente.

De acordo com Mota et al. (2011), em média, um ar condicionado com 12 mil BTUs (British Thermal Units - Unidade Térmica Britânica) gera em torno de 300 ml de água por hora. Logo, foi realizado um estudo de estimativa de água considerando a utilização dos dezesseis aparelhos de condicionadores de ar, suas especificações variadas de potência em BTUs, o somatório de suas horas de funcionamento e quantidade de dias de funcionamento por mês. São, aproximadamente, 2.310 litros de água por mês que são desperdiçados. Estando em uma região com características semiáridas, que sofre com consequências da escassez do período de estiagem, essa quantidade de água é bastante significativa.

Observa-se na Tabela 2 que os parâmetros físico químico da água se adequam para o uso da irrigação e outras formas de uso como lavagem de banheiros e pisos.

Tabela 2 – Parâmetros físico químico da água captada dos aparelhos de ar condicionado do IFPI - Campus São do Piauí.

Parâmetros	Unidade	Valores máximo permitido MS nº 2914 de 12 de dezembro de 2011	Resultado médio das análises
pH	---	6,0 a 9,5	6,9
Cor	Pt/L	15	0
Turbidez	UNT	5	2,15
Condutividade	mS	--	25
Dureza total	mg/L	500	Ausente
Resíduo total	mg/L	--	Ausente
Alcalinidade	0mg/L	--	0,1
Oxigênio dissolvido	mg/L	--	1,05
Cloreto	mg/L	250	6
Cálcio	mg/L	--	7
Magnésio	mg/L	--	1,55
Manganês	mg/L	0,1	0,006
Ferro total	mg/L	0,3	0,15

Fluoreto	mg/L	1,5	0,03
Nitrito	mg/L	1,0	0,52
Nitrato	mg/L	10	0,36
Nitrogênio amoniacal	mg/L	1,5	1,21
Ortofosfato	mg/L	--	0,01
Potássio	mg/L	--	0,02
Sódio	mg/L	200	0,5
Sílica solúvel	mg/L	--	0,35
Sulfato	mg/L	250	1,60
Sólidos suspensos totais	mg/L	--	1
Alumínio	mg/L	0,2	< 0,01
Zinco	mg/L	5	< 0,001
Cobre	mg/L	2	0,04
Mercúrio	mg/L	0,001	< 0,01
Chumbo	mg/L	0,5	< 0,1
Coliformes totais	UFC/100mL	Ausentes	Ausentes
Escherichia coli	UFC/100mL	Ausentes	Ausentes

Segundo Boulware (2013, p.38), a água condensada por aparelhos de ar condicionado é considerada de qualidade, uma vez que apresenta baixos teores de minerais e compostos químicos. Desta forma, esta água pode ser utilizada para os mais diversos fins, com a ressalva em termos da qualidade, quanto à possível presença de bactérias. Sendo assim, é necessário ser cuidadoso quando se pensa em direcionar este tipo de água ao consumo humano. Além disso, o autor aponta que em locais onde aerossóis são gerados, como, por exemplo, nos sistemas de proteção contra incêndio com chuveiros automáticos, o uso da água originária de aparelhos de ar condicionado deve ser evitado, devido a possibilidade de as pessoas na vizinhança serem expostas a estes microrganismos.

O pH é um indicativo importante na avaliação da conformidade da água para irrigação. Almeida (2010) afirma que o intervalo usual de pH da água deve estar entre 6 e 8,5 e a condutividade elétrica entre 0 - 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para usos de irrigação. Os resultados obtidos para o pH e condutividade foram 6,27 e 27,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente, valores coerentes com o proposto pela literatura.

Vale salientar que, além das características físico-químicas, fatores associados ao manejo de irrigação, condições climáticas, tipo de solo e a tolerância das culturas também devem ser analisados em conjunto na avaliação da adequabilidade da água para irrigação (SILVA et al., 2011).

Quanto à condutividade, não há restrições na presente legislação. Cunha et al. (2014) afirma que valores de condutividade altos sugerem a presença de íons, que por sua vez podem ser misturados com a água durante o processo de condensação, ao passo que para valores baixos, a água é considerada ultrapura e instável, absorvendo contaminantes do meio para se estabilizar. Entretanto, os resultados da análise de metais/cátions indicam que as concentrações estão muito abaixo dos limites exigidos pela legislação.

Conclusão

De acordo com a proposta da pesquisa conclui-se que o aproveitamento de água proveniente dos aparelhos de ar condicionado deve ser considerado uma solução para minimizar a escassez de água no Campus São João do Piauí; a qualidade da água seja considerada adequada para a irrigação dos jardins e lavagem de salas, corredores e demais espaços pois pode captar um volume de 1.462 m³ de água anualmente contribuindo para redução do consumo de água de boa qualidade.

Referências

ALMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010

ASSOCIAÇÃO SUL BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, AQUECIMENTO E VENTILAÇÃO (ASBRAV). Setor de Refrigeração, Ar Condicionado, Aquecimento e Ventilação projeta crescimento de 10% no país. Disponível em: <<http://www.asbrav.org.br/aconteceu.php?id=175>> . Acesso em 04/11/2019.

BASTOS, C., & CALMON, J. Uso de água residual do ar condicionado e de água pluvial como gestão da oferta em uma edificação comercial: estudo de caso. Revista Hábitat Sustentable Vol. 3, Nº. 2, 66-74, 2013.

BOULWARE, E.W. Bob. Alternative water sources and wastewater management. Estados Unidos da América: Mc Graw Hill. 365 p., 2013.

CANTO, E. L. DO. Em dia com as CIÊNCIAS, 2008.

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Nosso futuro comum. 2a ed. Tradução de Our common future. 1a ed. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COELHO et al. A seca de 2013 a 2015 na região sudeste do Brasil. Climanálise – Edição Especial de 30 anos, p. 55-61, 2016.

CUNHA, J. A. et al. Quantificação e caracterização das águas de aparelhos de ar condicionados para uma proposta de reúso direto no IFCE - Campus Quixadá. Disponível em: < http://www.ihab.org.br/o2015/trabalhos_completos/22.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2020.

FERREIRA, E. P. F., & TOSE, M. Uso de água condensada por aparelhos de ar condicionado para fins não potáveis – um estudo de caso. AGRARIAN ACADEMY, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.3, n.06; p. 99, 2016.

FETRANSPOR, Federação das Empresas de Transportes de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro. Reuso de água em garagens de ônibus. Disponível em: < <http://www.fetranspordocs.com.br/downloads/36Reusoagua.pdf>> Acesso em: 21 abril. 2020.

EL-SAYED MOHAMED MAHGOUB, M.; VAN DER STEEN, N. P.; ABU-ZEID, K.; VAIRAVAMOORTHY, K. Towards sustainability in urban water: a life cycle analysis of the urban water system of Alexandria City, Egypt. Journal of Cleaner Production, v. 18, n. 10, p. 1100-1106, 2010.

HAFNER, Ana Vreni. Conservação e reuso de água em edificações– experiências nacionais e internacionais. 2007. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. JONES, Jerold – Refrigeração e ar condicionado; tradução José M. Saiz Jabado-[et al] – São Paulo: McGrawHill do Brasil, 1985.

MACHADO. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 2003.

MILLER, Rex. Ar -condicionado e Refrigeração - 2ª Ed. São Paulo: Ed. LTC, 2014. ONU. Organização das Nações Unidas. Água: Escassez afetará metade do planeta. Disponível em: Acesso em mar. 2020.

MOTA et al, 2011. Reutilização da água dos aparelhos de ar condicionado em uma escola de ensino médio no município de Umuarama-PR. VII Encontro Internacional de Produção Científica. Disponível em: Acesso em 21 abr 2020.

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

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). GEO5 Panorama ambiental global: resumo para formuladores de políticas. RIBEIRO, Giselle Smocking Rosa Bernardes; RANGEL, Morgana Batista Alves. Reuso de água: em garagem de ônibus. Rio de Janeiro: Fetranspor, 2012.

RIGOTTI, Pedro Antônio Cardias. Projeto de aproveitamento de água condensada de sistema de condicionadores de ar. Rio Grande do Sul: UNIJUÍ, 2014.

SILVA, I. N. et al. Qualidade de água na irrigação. Agropecuária científica no semi-árido, v. 07, n. 03, p. 01-15, 2011.

VAREJÃO-SILVA, M. Meteorologia e climatologia. Vasa, p. 449, 2000.