



**XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS
DESEMPENHO E INOVAÇÃO
DE SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS
SÃO PAULO – 04 DE OUTURO DE 2019**

Análise do potencial de aproveitamento de água de aparelhos de ar condicionado em prédios do Campus Anil da Universidade CEUMA-MA

Analysis of the potential of utilization of water from air conditioning appliances at the Anil Campus of the CEUMA University-MA

**BONI, Roni Cleber¹; BONI, Solange da Silva Nunes²;
SOUSA, João Marcos Menezes de Sousa³**

¹ UniCEUMA, professor do curso de Engenharia Civil, rcboni71@gmail.com

² UFMA, professora adjunta do curso de Engenharia Civil, solange.boni@ufma.br

³ UniCEUMA, aluno de graduação do curso de Engenharia Civil, joaomarcosjm28@gmail.com

RESUMO

A água é um recurso essencial às diversas atividades cotidianas e por ser um recurso finito deve ser utilizada de forma correta. Baseado neste preceito foi analisado o potencial de aproveitamento da água gerada no processo de condensação de aparelhos de ar condicionado para fins não potáveis em atividades diversas no campus universitário Anil, da Universidade CEUMA localizada na cidade de São Luis/MA. Para a elaboração da pesquisa, foram selecionados dois prédios do campus que abrigam diversas salas de aula, sala dos professores, biblioteca, sanitários e demais dependências administrativas as quais apresentam instalados nestes ambientes aparelhos de ar condicionado, de diferentes capacidades, que funcionam em três turnos ao longo da semana, inclusive aos sábados. Para avaliar o potencial de aproveitamento da água gerada, foram medidos os volumes produzidos nos diversos aparelhos existentes nos ambientes selecionados do campus, em diferentes datas dentro do semestre letivo e elaboradas análises físico-químicas das amostras de água aos parâmetros pH, condutividade elétrica, sólidos em suspensão total, salinidade e turbidez. Ao final do estudo foi possível identificar o grande potencial de aproveitamento da água condensada dos aparelhos para fins não potáveis, que correspondeu a 22,4 m³ gerado semanalmente, volume este que pode ser aproveitado nas atividades menos nobres do campus, como limpeza dos pisos e rega dos jardins e gramados, sem riscos aos usuários, conforme resultados das análises laboratoriais feitas nas diversas amostras coletadas, as quais apresentam valores sempre abaixo do recomendado na portaria Nº. 2914/2011 do Ministério da Saúde e na NBR 15527(ABNT, 2007).

Palavras-chave: Uso da água, Água não potável, Escassez de água.

ABSTRACT

Water is an essential resource for many everyday activities and because it is a finite resource it must be used correctly. Based on this precept, the potential for the use of water generated in the condensation process of non-potable air conditioners in various activities at the Anil University campus, at CEUMA University located in the city of São Luis/MA, was analyzed. For the elaboration of the research, two buildings of the campus were selected that house several classrooms, teachers' room, library, toilets and other administrative dependencies which have installed air conditioners, of different capacities, that work in three shifts throughout the week, including on Saturdays. In order to evaluate the potential of the use of the water generated, the volumes produced in the various apparatuses existing in the selected campus environments were measured at different dates within the school semester and the physical and chemical analyzes of the water samples were carried out at the parameters pH, electrical conductivity, solids in total suspension, salinity and turbidity. At the end of the study, it was possible to identify the great potential for the use of condensed water from the appliances for non-potable purposes, which corresponded to 22.4 m³ generated weekly, a volume that can be used in less noble activities of the campus, such as floor cleaning and irrigation of the gardens and lawns, without risks to the users, according to the results of the laboratory analyzes done in the several collected samples, which always have values below the recommended in the ordinance No. 2914/2011 of the Ministry of Health and in the NBR 15527/2007 of the ABNT.

Keywords: .Use of water, Non-potable use, Water scarcity.

1 INTRODUÇÃO

O problema com a água está inserido em um amplo contexto em que vários fatores afetam a perda da sua eficiência no ciclo hidrológico, contribuindo assim para a sua escassez. As causas principais decorrem de problemas como a crescente urbanização sem planejamento da infraestrutura urbana, no qual a ausência de abastecimento e saneamento acarretam também, por consequência, agravos à saúde pública (NUNES, 2006).

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 consumo, sendo que a procura por tecnologias de aproveitamento aplicadas ao uso da água tem crescido nos últimos anos. Das várias formas de aproveitamento da água, destaca-se como uma alternativa, o seu aproveitamento proveniente dos aparelhos de ar condicionado para fins não potáveis como rega de plantas, descarga de sanitários e lavagens em geral, principais atividades reconhecidas como promotoras do desperdício de água. A utilização em larga escala desses aparelhos nas edificações pode gerar volumes de água significativos decorrentes do seu mecanismo de funcionamento. Como consequência, a destinação inapropriada da água condensada pode gerar além de patologias nas edificações, acúmulo indesejado e proliferação de mosquitos causando assim incômodo e riscos aos pedestres que transitam pelo local.

O presente trabalho apresenta uma solução sustentável a partir do estudo e caracterização dos aparelhos de ar condicionado existentes na Universidade CEUMA, junto ao campus Anil, onde foi estimado o potencial do volume produzido com proposição de um sistema simples de captação e armazenamento para usos diversos nas atividades da Universidade. Para verificação da qualidade, amostras da água produzidas nos aparelhos considerados foram analisadas em laboratório cujos resultados mostraram-se viável na sua aplicação para fins não potáveis dentro do campus universitário.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Em regiões tropicais, o uso dos aparelhos de ar condicionado para conforto térmico promove a geração de água resultante da condensação, que na maioria das vezes é desperdiçada, uma vez que seu lançamento é direcionado para o solo, ou drenadas pelo sistema predial de águas pluviais e/ou coletadas pelo sistema predial de esgoto sanitário. Inserido neste contexto, verifica-se que ações conservadoras como o aproveitamento da água de aparelhos de ar condicionado contribuem com a redução do consumo, bem como com o incômodo gerado pelo gotejamento que estes aparelhos proporcionam indevidamente e ainda contribuem com a sustentabilidade dos recursos hídricos da região (FORTES, JARDIM E FERNANDES, 2015).

Não existem exigências nacionais ou normatizações técnicas específicas em relação à destinação da água que é expelida pelos aparelhos de ar condicionado. Em alguns casos são constatadas leis municipais, tais como as existentes em Porto Alegre e Rio de Janeiro, onde o gotejamento de água nas vias públicas é passível de multa.

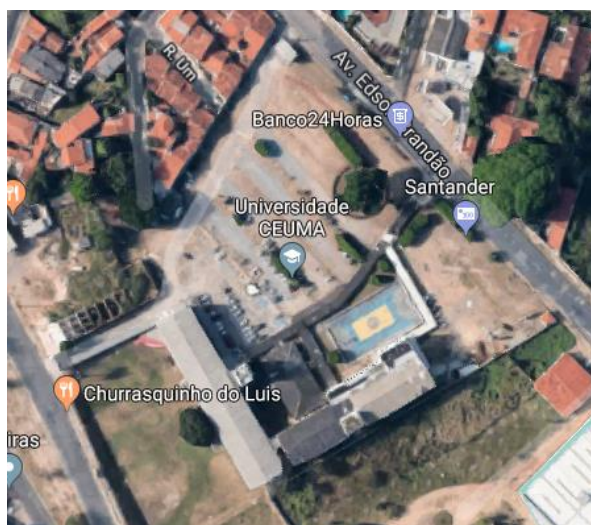
Dado que a cidade de São Luís/MA apresenta uma temperatura média anual variável da ordem de 25 a 32 °C, com elevada umidade relativa anual, da ordem de 82,8%, o uso de aparelhos de ar condicionado é necessário na climatização dos ambientes. Isto se verifica nos diversos ambientes do Campus Anil, onde salas de aula, sala dos professores, banheiros, bibliotecas, laboratórios e demais salas de uso geral dos funcionários da Universidade tem instalados aparelhos de diferentes potências, gerando um volume de água passível de utilização. Aliado a isso, tem-se também o período de funcionamento da

Instituição de Ensino Superior que, devido aos diversos cursos de graduação oferecidos, ocorrem em três turnos ao longo da semana, inclusive aos sábados.

3 CARACTERIZAÇÃO DO CAMPUS E DOS APARELHOS EXISTENTES

O campus Anil da Universidade CEUMA é constituído por dois prédios (CEUMA I e CEUMA II), praça de alimentação, quadra poliesportiva, campo de futebol, uma grande área de estacionamento e algumas áreas verdes ajardinadas. A Figura 1 permite visualizar a área ocupada pelo campus e os respectivos prédios principais.

FIGURA 1: Localização dos Prédios no Campus Anil da Universidade CEUMA



Fonte: Google Earth, acessado em 19/06/2018.

No CEUMA I, junto ao térreo, encontra-se a biblioteca, sala dos professores, recepção dos alunos, secretaria acadêmica, coordenação geral e coordenação dos cursos e a central de atendimento, além de dois banheiros, um masculino e um feminino. No 1º andar, existem quatro salas de aula, uma sala onde é feita a entrega de material EAD, uma sala do polo de apoio presencial, a sala do centro de educação à distância (CEAD), uma sala do núcleo de apoio docente discente (NADD) e uma sala de práticas pedagógicas. Já no 2º andar, existem sete salas de aula, a sala do NTJ e um laboratório de desenho, além de dois banheiros, um masculino e um feminino.

No CEUMA II, no térreo, estão localizados uma agência bancária, o auditório, a central de atendimento aos alunos, uma sala de acesso ao NTJ e ao escritório escola, a sala de manutenção, sala de coordenação dos laboratórios, laboratórios de materiais, de solos, de elétrica, de microbiologia, de física, de hidráulica e o laboratório de química tecnológica. Além disso, possui dois banheiros, um masculino e um feminino. No 1º andar deste bloco, existem outras dez salas de aula, o laboratório de obstetrícia e dois banheiros, sendo um masculino e o outro feminino. Já no 2º andar, estão onze salas de aula e dois banheiros, sendo um masculino e o outro feminino. Por fim, no 3º andar, existem cinco salas de aula, duas salas de apoio ao polo EAD, laboratórios de criatividade, de microscopia, de anatomia e o laboratório de habilidades em enfermagem e também, dois banheiros, um masculino e um feminino.

Praticamente todos os ambientes do campus, em ambos os prédios, são climatizados com uso de aparelhos de ar condicionado de diferentes modelos e capacidades, inclusive os banheiros. Com relação a caracterização dos equipamentos, os aparelhos de ar

condicionados instalados nos diferentes ambientes do campus Anil são classificados como residenciais e comerciais, de pequeno e médio porte, sendo em sua maioria dos tipos split Hi-Wall e split piso-teto apresentando capacidades variadas de 7.000, 7.500, 8.500, 9.000, 12.000, 18.000, 22.000 e 30.000 BTU/h.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a avaliação do potencial de aproveitamento da água gerada nos aparelhos de ar condicionado foram levantados e identificados os tipos e modelos dos aparelhos existentes no campus Anil e os locais climatizados por esses aparelhos. Ao total, foram identificados 42 aparelhos de ar condicionado no prédio do Bloco I e 54 aparelhos no prédio do Bloco II, totalizando 96 unidades instaladas e em funcionamento no campus, com diferentes potências. Para se obter a vazão gerada nos aparelhos, foi utilizada a razão entre volume e o tempo, utilizando um recipiente graduado em mililitros (ml) e um cronômetro digital.

Foram selecionados aparelhos de ar condicionado segundo a sua potência, considerando os de 18.000, 22.000, 36.000 e 48.000 BTU's para a medição de volume e tempo de coleta da água. Como a maioria dos drenos dos aparelhos são simplesmente direcionados ao lado externo do local refrigerado para descarte da água, foi necessário em alguns casos, conectar uma tubulação ao dreno para que fosse possível fazer a coleta da água.

Na medição do volume e do tempo, um recipiente foi colocado abaixo do dreno em uma superfície plana e ao mesmo tempo iniciada a contagem no cronômetro. Assim, quando se atingia 300 ml de volume armazenado, era retirado o recipiente e parava-se o cronômetro. Esse procedimento de medição foi repetido duas vezes em cada um dos aparelhos escolhidos no estudo, para minimizar possíveis falhas na obtenção dos dados e verificar se a vazão era constante. Das duas medições obtidas, fez-se a média do intervalo de tempo marcado no cronômetro para se obter um resultado mais confiável.

Para verificar a qualidade da água gerada pelos aparelhos de ar condicionado, foram coletadas amostras de água de diferentes equipamentos. Logo após a medição, parte da água coletada foi armazenada em recipientes de vidro limpos e depois fechados para serem realizadas em laboratório, análises dos parâmetros físico-químicos. Para tais análises da qualidade da água captada dos aparelhos de ar condicionado, foi utilizada as dependências do laboratório da Universidade CEUMA. As medições e amostras foram realizadas em 18 de junho de 2018 e 10 de dezembro de 2018.

5 RESULTADOS ALCANÇADOS

Os aparelhos de diferentes capacidades considerados, na estimativa da vazão, instalados e em operação no campus Anil são indicados no Quadro 1. Afim de se obter um valor mais representativo das vazões estimadas por cada local escolhido, foram realizadas duas medições e considerada a média como o valor representativo.

QUADRO 1 – Vazões estimadas em diferentes aparelhos

Espaço Climatizado	Potência (BTU's)	Volume (mL)	Tempo (s)	Tempo (s)	Média t (s)	Vazão (mL/s)	Vazão (L/h)
Sala de Coord. de Cursos	48.000	300	201	201	201	1,4925	5,373
Secretaria Acadêmica	36.000	300	302	190	246	1,2195	4,390
Secretaria Geral	22.000	300	316	330	323	0,9288	3,344
WC feminino	18.000	300	462	360	411	0,7299	2,628

Fonte: O autor (2019)

Conforme indicado no Quadro 1, aparelhos de maior potência geram maiores vazões, o que é natural tendo em vista que apresentam maior área de captação de ar quente e úmido dos ambientes em que se encontram instalados, aliados a maior potência dos aparelhos, que tendem a ter um melhor desempenho em função de sua maior capacidade de captação.

No Quadro 2 são indicados os valores dos parâmetros de qualidade analisados em laboratório. Os valores apresentados retratam resultados da análise de nove amostras coletadas em diferentes aparelhos do campus, realizadas em diferentes datas.

QUADRO 2 – Parâmetros físico-químicos

Local da Amostra	Potência (BTU)	pH	Cond. Elétr. (µS/cm)	TDS (mg/l)	Sal. (ppt)	Turbidez
Data da coleta das amostras: 18/06/2018 (Umidade relativa: 84,9%)						
Coordenação Geral	22.000	8,3	40,2	18,8	0,02	0,23
Sala de Coord. dos Cursos	48.000	7,8	36,1	18,2	0,02	0,06
Secretaria Acadêmica	36.000	8	29,6	14,9	0,02	0,00
WC. Feminino	18.000	8,1	20,1	10,1	0,01	0,17
Data da coleta das amostras: 10/12/2018 (Umidade relativa: 78,4%)						
Auditório	58.000	7,4	36,4	18,2	0,02	0,00
Sala de Coord. dos Cursos	48.000	7,5	36,8	18,4	0,02	0,00
Secretaria Acadêmica	36.000	7,6	20,0	10,0	0,01	0,00
Coordenação Geral	22.000	7,2	42,7	21,4	0,02	0,00
WC. Masculino	18.000	6,7	34,1	17,1	0,02	0,00

TDS: Sólidos Dissolvidos Totais; Sal.: Salinidade

Fonte: O autor (2019)

Os resultados das amostras de água se enquadram dentro dos limites dos padrões estabelecidos pela Portaria Nº 2.914 do Ministério da Saúde, assim como quando comparado as orientações da NBR 15.527/2007 e também com os padrões de qualidade de água de reuso estabelecidos no Manual de Conservação e Reuso de Água em Edificações (ANA, 2005). Ressalta-se que não existem resoluções, portarias ou normas específicas que abordam sobre a utilização desse tipo de água para usos diversos.

Para avaliar o potencial de água gerada pelos aparelhos de ar condicionado no campus Anil, foram considerados os volumes estimados dos equipamentos selecionados,

apresentados no Quadro 3, aplicados aos aparelhos existentes, das mesmas capacidades, junto aos Blocos I e II. Vale ressaltar que para os demais aparelhos existentes no campus, de outras potências, não foram estimados os volumes por estarem instalados em locais de difícil acesso.

QUADRO 3 – Volume estimado versus quantidade de aparelhos nos blocos I e II

Potência (BTU)	Quantidade de aparelhos	Volume em 1 h (L)	Volume Total em 11,5 h (L)
18.000	11	2,6	328,90
22.000	5	3,3	189,75
36.000	23	4,4	1163,80
48.000	45	5,4	2794,50

Fonte: O autor (2019)

Na estimativa, foram considerados em média 11,5 horas de funcionamento dos aparelhos por dia, correspondentes a três períodos de aula (matutino, vespertino e noturno) no campus na semana acrescido do sábado (matutino e vespertino). Assim, tem-se um volume médio diário total de 4,5 m³, ou seja, cerca de 22,4 m³ por semana.

Para coletar a água gerada nos aparelhos de ar condicionado foi estudado um sistema com coletores primários que receberão água dos drenos alinhados na vertical, direcionando-a para o coletor principal, que receberá a contribuição dos coletores primários, tendo uma inclinação de 4% para escoar a água facilmente, impossibilitando acúmulos no interior dos tubos. Para os coletores primários a utilização de tubos de PVC linha soldável para água fria de 20 mm de diâmetro nominal e para os coletores principais, tubos de PVC linha soldável para água fria de 25 mm de diâmetro nominal são os mais indicados. Tais diâmetros foram determinados após análise das vazões obtidas dos aparelhos pesquisados e monitorados no estudo. De modo a permitir uma maior vida útil a estas tubulações, as mesmas deverão ser protegidas com pintura evitando-se assim que exposição ao meio externo altere sua durabilidade.

Os coletores principais projetados direcionam a água em escoamento livre para um reservatório de 3.000 litros no Bloco I e outro de 5.000 litros no Bloco II, localizadas em ponto de fácil acesso aos funcionários do campus, onde será armazenada para o uso diário nos diversos tipos de atividades (fins não potáveis) pelo pessoal de serviços gerais.

6 CONCLUSÕES

O aproveitamento da água produzida pela condensação dos aparelhos de ar condicionado é uma forma racional de contribuir com a redução do consumo de água. Utilizando essa água de condensação para fins não potáveis ou menos exigentes, é possível reduzir substancialmente a demanda com atividades menos nobres tais como limpezas gerais, rega de jardins e gramados, lavagem de pisos, entre outras. Uma forma simples de aproveitamento de água, que praticamente não necessita de tratamento e que é gerada continuamente durante o período de uso dos aparelhos ao longo do dia.

Desta forma os sistemas de aproveitamento de água de ar condicionado solucionam alguns problemas simultâneos e contribuem para o uso sustentável dos recursos hídricos. A análise feita indicou um grande potencial de aproveitamento da água no campus Anil e a proposta estudada pode ser facilmente implementada nos demais campus da universidade CEUMA. Tal estudo mostra uma perspectiva ampla de exploração que pode ser aplicada à cidade de São Luis, que apresenta elevada umidade relativa anual,

destacando o quanto de água de condensação pode ser aproveitada em detrimento do uso de fontes potáveis e de como essa água pode ser aproveitada, estimando o quantitativo de vazões e volumes produzidos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Manual de Conservação e Reuso de Água em Edificações**. Prol Editora Gráfica: São Paulo, 2005, 152 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15527: Água da chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: Requisitos**. Rio de Janeiro, 2007.

FORTES, P. D.; JARDIM, P. C. F.; FERNANDES, J. G. **Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado**. In: XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. XII SEGeT. Porto Alegre/RS, 2015. Anais... Porto Alegre/RS: 28 a 30 de outubro de 2015.

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

MINISTÉRIO DA SAÚDE (2011). **Portaria Nº. 2914/MS**. Procedimentos de Controle e de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade. Gabinete do Ministro: 12 de dezembro de 2011.