

IV-084 - ANÁLISE QUANTITATIVA DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO DO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFRN

Pedro Lima Pimenta⁽¹⁾

Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2017).

Fagner Alexandre Nunes de França⁽²⁾

Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2004). Concluiu o Mestrado (2007) e o Doutorado (2012) no Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo. Atualmente é docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), com atuação anterior na Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista (FEIS/Unesp).

Isabelly Bezerra Braga Gomes de Medeiros⁽³⁾

Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2012) e mestre em Engenharia Sanitária pelo PPGES UFRN (2016). Tem experiência na área de Projetos, com ênfase em Instalações Prediais. Professora efetiva no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte, no campus Natal Central, ministrando aulas nos cursos Técnico em Edificações, Técnico em Estradas e Tecnólogo em Construção de Edifícios.

Endereço⁽¹⁾: Rua Av. Antônio Basílio, 1615, Ed. Araguaia, apto. 102 - Lagoa Nova - Natal - RN - CEP: 59054-380 - Brasil - Tel: (84) 3213-1835 - e-mail: pedrolimap@hotmail.com

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 goteja na área externa das edificações ou é direcionada para a rede de coleta de águas pluviais ou esgoto, não havendo um aproveitamento racional. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de quantificar o volume de água gerado pelos 88 condicionadores de ar presentes no Centro de Tecnologia do Campus central da UFRN, localizado na cidade de Natal/RN, e verificar se é possível atender à demanda de limpeza e rega de jardim desse prédio. O levantamento da demanda mensal da limpeza e irrigação resultou em 4.260 e 26.143,2 litros respectivamente. Após 24 medições de vazões dos aparelhos de ar condicionado, com potências de refrigeração variando de 7.000 a 48.000 BTU, e considerado o tempo de funcionamento de 6 horas diárias, foi encontrado um volume mensal de 12.210 litros. Este valor corresponde a 286,62% da demanda da limpeza, 46,70% da irrigação e 40,16% da irrigação somada à limpeza, representando uma economia significativa de água, que não deve ser desprezada. Com isso, a água condensada do ar pelo funcionamento dos aparelhos de ar condicionado apresenta-se como uma alternativa para mitigar os danos provocados pelo uso descontrolado dos recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Crise hídrica, Coleta de água, Condicionadores de ar.

INTRODUÇÃO

O cenário mundial atual é de crise em vários setores. Uma delas é a crise dos recursos hídricos. A situação de estresse hídrico atinge cerca de 40% da população global, onde a oferta anual de água é inferior a 1700 m³/hab, limite mínimo considerado seguro pela Organização das Nações Unidas (ONU). Para o futuro, a perspectiva é ainda pior, pois segundo estimativas do Instituto Internacional de Pesquisa de Política Alimentar (IFPRI) até 2050 um total de 4,8 bilhões de pessoas estarão em situação de estresse hídrico (SEGALA, 2012).

Mediante a situação crítica dos recursos hídricos, ações de sustentabilidade surgem como uma opção necessária para as gerações atuais, uma vez que, a escassez desses recursos exige ações e soluções inteligentes que visem à conservação e o gerenciamento adequado dos mesmos. Diante disso, algumas alternativas de

racionalização e aproveitamento da água vêm surgindo e sendo aplicadas aos projetos das edificações, como o aproveitamento de água da chuva, reuso do esgoto, utilização de água gerada pelo funcionamento dos condicionadores de ar, dentre outros. Na utilização dos aparelhos de ar condicionado, a água gerada devido à condensação das moléculas de água em suspensão no ar normalmente goteja na área externa das edificações ou é direcionada para a rede de coleta de águas pluviais ou esgoto.

Com isso, este trabalho tem como objetivo quantificar o volume de água gerado pelo funcionamento dos aparelhos de ar condicionado presentes no Centro de Tecnologia (CT) do Campus central da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), localizado na cidade de Natal/RN, de forma a verificar se atende à demanda de limpeza e rega do jardim daquele prédio.

MATERIAIS E MÉTODOS

Esse tópico apresenta a área de estudo, bem como explica todos os procedimentos realizados para atender o objetivo deste trabalho e conseguir obter os resultados para conclusão do estudo.

ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi desenvolvido no Centro de Tecnologia (CT) do Campus central da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), localizado na cidade de Natal/RN. Essa capital apresenta uma temperatura média de 26°C, umidade relativa do ar média acima de 80% e possui um clima quente e árido, tornando-se quente e úmido na estação chuvosa (MOTTA, 2004).

No CT, funcionam coordenações, secretarias e chefias de cursos da área tecnológica, salas de professores, auditório, depósitos, almoxarifado e laboratórios. Quanto aos condicionadores de ar, o prédio possui 88 aparelhos nas mais variadas potências de refrigeração (Tabela 1).

Tabela 1: Quantidade de aparelhos agrupados pelas respectivas potências de refrigeração (BTU).

BTU	7000	7500	9000	12000	18000	22000	24000	36000	48000
Quantidade	10	2	46	14	7	2	4	1	2

DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO

Para quantificar a vazão dos condicionadores de ar, foram medidos os volumes em um intervalo de tempo, utilizando béqueres e provetas para auxiliar na medição, e relógio para verificar o tempo, em diferentes dias. Depois de feitas as 24 medições nos aparelhos (Tabela 2), foram analisados os dados e aplicado a média aritmética entre as amostras de aparelhos de mesma capacidade de refrigeração.

Tabela 2: Quantidade de medições de vazão feitas para cada tipo de potência de refrigeração (BTU).

BTU	7000	7500	9000	12000	18000	22000	24000	36000	48000
Medições	3	2	4	2	2	2	2	5	2

Decidiu-se fazer quatro medições nos aparelhos de 9.000 BTU devido estarem em maior número (46), com o intuito de assegurar melhor o resultado. A necessidade de cinco medições para os de 36.000 BTU se deu devido ao fato do resultado da vazão do único aparelho no CT com essa potência, localizado na Copa, ter se mostrado destoante do comportamento dos demais aparelhos medidos das outras potências de refrigeração. Tendo sido feitas três medições nesse mesmo aparelho, e mais duas medições em outros dois aparelhos de mesma potência, localizados no Setor de Aulas IV da UFRN, com um intuito comparativo.

As medições referentes aos condicionadores de ar de 24.000 BTU não foram feitas nos aparelhos presentes no CT devido à disposição dos drenos terem inviabilizado as medições por estarem localizados no primeiro pavimento, próximos a cobertura da edificação. Para isso, foi escolhido um aparelho no prédio dos laboratórios do Departamento de Arquitetura da UFRN. A escolha de realizar medições em aparelhos tanto do Setor de Aulas IV, quanto do prédio dos laboratórios do Departamento de Arquitetura foi por ambos estarem

localizados na vizinhança do Centro de Tecnologia e possuem usos comuns. Todas as outras vinte medições foram feitas nos equipamentos do CT.

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 6 horas diárias, tendo em vista que esta é a carga horária média de trabalho dos funcionários do setor.

VARIAÇÃO DA VAZÃO QUANTO À UMIDADE RELATIVA DO AR

Para verificar se a variação da umidade relativa do ar interfere na vazão de água produzida pelos condicionadores, foi escolhido um aparelho de 9.000 BTU tipo split hi-wall localizado na sala da secretaria do almoxarifado, funcionando a uma temperatura de 20°C, para medição da vazão, em diferentes dias com diferentes umidades relativas. A técnica utilizada para obtenção da vazão foi a mesma citada para os demais aparelhos de ar condicionado, e as umidades relativas do ar foram obtidas através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

CÁLCULO DA DEMANDA DE ÁGUA PARA LIMPEZA E IRRIGAÇÃO

Para quantificar a demanda de água necessária para limpeza das salas, corredores e banheiros do CT, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com funcionários responsáveis por tal função (um pela limpeza do térreo e outro pelo primeiro piso).

Quanto à quantidade de água necessária para irrigação do jardim, foi feito em campo um levantamento da área de grama com auxílio de uma trena. Foi considerada a destinação de 1,5 L/m² de água para rega do jardim, a fim de quantificar a demanda para este fim (MACINTYRE, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esse tópico apresenta todos os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia exposta e a discussão a respeito dos mesmos.

VAZÕES DOS APARELHOS

Após as 24 medições nos aparelhos de ar condicionado, as vazões encontradas para cada potência de refrigeração (BTU) são expostas na tabela 3. A figura 1 representa como se comporta a vazão com o aumento da potência do aparelho, mostrando que para os aparelhos de menor potência a vazão permanece quase constante, mas que não existe uma linearidade entre esses parâmetros.

Tabela 3: Vazão do condicionador de ar referente ao respectivo BTU.

BTU	7000	7500	9000	12000	18000	22000	24000	36000	48000
Vazão (L/h)	0,84	0,95	1,04	1,06	1,13	1,44	2,25	0,92/4,18	4,03

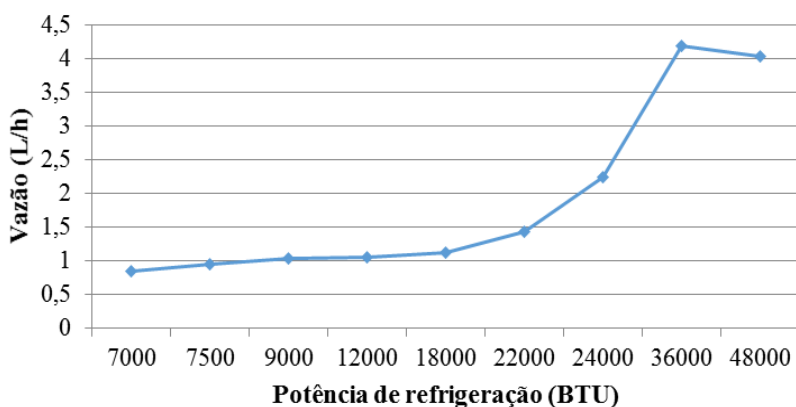


Figura 1: Variação da vazão em função da potência de refrigeração.

As vazões encontradas para os aparelhos de 7.000 a 18.000 BTU foram relativamente próximas, cerca de 1 L/h, valor próximo ao encontrado por Rigotti (2014), onde em seu estudo na cidade de Panambi/RS, encontrou uma vazão de 1L/h para um aparelho de 12.000 BTU. A vazão de 2,25 L/h encontrada para a potência de 24.000 BTU também foi próxima a encontrada por Lima et al (2015) em seu estudo na cidade de Cuiabá/MT, onde após medições de volumes em dois aparelhos de 24.000 BTU, encontrou uma vazão entorno de 2L/h.

Os resultados divergiram do estudo de Fortes, Jardim e Fernandes (2015) feito na cidade de Resende/RJ, em que após cinco medições em um condicionador de ar de 12.000 BTU obteve uma vazão média de 0,309 L/h.

Em relação ao de 36.000 BTU, dois resultados diferentes foram obtidos. A vazão de 0,92 L/h corresponde ao aparelho da Copa do CT, enquanto a vazão de 4,18 L/h aos aparelhos medidos do Setor de Aulas IV. Um possível motivo para essa diferença, é que o condicionador de ar da Copa fica ligado por mais de 10 horas seguidas durante o dia, e como esses aparelhos diminuem a umidade relativa do ar, neste ambiente a mesma já deve estar baixa, sendo condensado um volume de água menor no funcionamento desse aparelho.

VARIAÇÃO DA VAZÃO QUANTO À UMIDADE RELATIVA DO AR

A figura 2 expõe como se deu a variação da vazão de geração de água do funcionamento do condicionador de ar de 9000 BTU, após feitas medições com umidades relativas do ar de 51%, 55%, 62% e 69%. A partir dele, pode-se comprovar que para umidades relativas maiores, por possuir mais partículas de água em suspensão no ar, o funcionamento dos aparelhos geram maiores vazões.

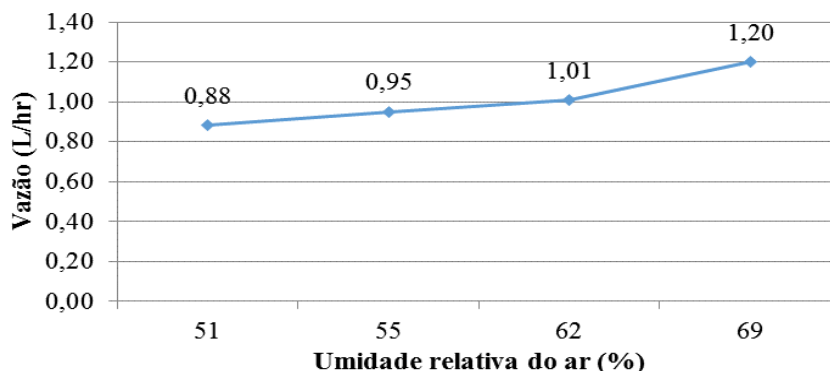


Figura 2: Comportamento da vazão referente à variação da umidade relativa do ar.

DEMANDA DE ÁGUA PARA LIMPEZA E IRRIGAÇÃO

A partir da aplicação da entrevista referente à limpeza da edificação, obteve-se um consumo médio diário de água de 213 litros e médio mensal de 4260 litros. Os valores informados na entrevista seguem na tabela 4.

Tabela 4: Consumo de água para limpeza durante os dias da semana.

		LIMPEZA (litros)		
		Térreo	1º andar	Total
Segunda-Feira	Banheiro	120	120	290
	Outros ¹	20	30	
Terça-Feira	Banheiro	80	80	230
	Outros ¹	20	50	
Quarta-Feira	Banheiro	60	60	170
	Outros ¹	20	30	
Quinta-Feira	Banheiro	65	80	215
	Outros ¹	20	50	
Sexta-Feira	Banheiro	60	60	160
	Outros ¹	20	20	

¹Refere-se aos corredores e salas.

O levantamento da área do jardim resultou em 1.089,30 m². Levando em conta o fator 1,5 L/m², a demanda para irrigação do CT é de 1.633,95 litros diários, e considerado a irrigação ocorrendo quatro dias por semana, o consumo semanal é de 6.535,8 litros e o mensal 26.143,2 litros. Chegando a uma demanda total mensal, considerando a limpeza e irrigação, de 30.403,2 litros de água.

Volume Total

Considerando as vazões encontradas para cada tipo de potência de refrigeração, e adotando o tempo de utilização de cada um igual a seis horas diárias, a oferta diária de todos é de 610,5 litros e a mensal 12.210 litros. Para obtenção do volume total, foi considerada a vazão de 0,92 L/h para o aparelho de 36.000 BTU, visto que é a vazão do condicionador de ar que se encontra no CT.

Na figura 3 é apresentado o quanto que esse valor representa em relação à limpeza, à irrigação e à limpeza somada a irrigação. Sendo um indicativo do quanto de água potável, que é destinada para estes fins, pode ser economizada.

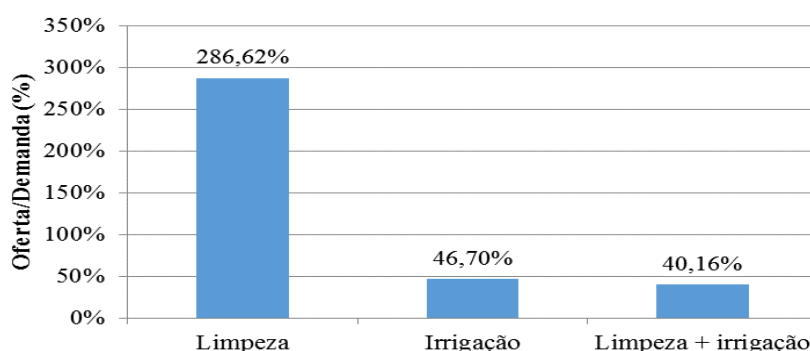


Figura 3: Porcentagem do volume de água gerado pelo funcionamento dos aparelhos em relação à respectiva utilização.

A partir do gráfico pode-se observar que a oferta de água desses aparelhos atende à quase o triplo da demanda de água para limpeza, e quase a metade da água necessária à rega de jardim dessa edificação.

A título de analogia, a NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998) recomenda para uma residência de pequeno porte uma reserva mínima de 500 litros de água. Sendo assim, o volume diário de água gerado pelo condicionamento do ar por esses aparelhos supre a necessidade de 1,22 residência de pequeno porte, e o seu valor mensal corresponde ao necessário para suprir 24,42 residências desse mesmo tipo.

CONCLUSÃO

A quantidade de água gerada pelo funcionamento dos aparelhos de ar condicionado é um número significativo, atendendo a demanda de limpeza da edificação, e pode reduzir boa parte da água potável destinada a irrigação do jardim. Mediante a crise hídrica juntamente com a necessidade de novas alternativas para o aproveitamento do uso da água, o mesmo não deve ser desprezado.

A UFRN, que é um pólo formador de ideias que influenciam diretamente na sociedade, deve começar a mudar esse quadro, implantando um sistema que viabilize essa utilização, e que assim, incentive as demais universidades e a própria população a fazer o mesmo.

A UFRN no todo soma um número muito mais representativo do que os 88 condicionadores de ar presentes no CT, consequentemente, o volume de água gerado pelos aparelhos de toda Universidade é ainda muito maior do que o que foi apresentado neste trabalho. Fica a sugestão da expansão desse estudo para toda a UFRN, a análise qualitativa dessa água para verificar se pode ser utilizada para os fins desejados, bem como projetos que de fato viabilizem a sua utilização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.
2. FORTES, P. D.; JARDIM, P. W. C. F. P. M. G.; FERNANDES, J. G. Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO TECNOLÓGICA, 12., Resende, 2015. **Anais...** Resende, 2015.
3. LIMA, S. M. et al. Água de ar condicionado: uma fonte alternativa de água potável?. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., Porto Alegre, 2015. **Anais...** Porto Alegre, 2015.
4. MOTTA, A. G. **O clima de Natal**. São José dos Campos: INPE, 2004.
5. MACINTYRE, A. J. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. 4. ed. Rio de Janeiro: Ed. LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2010.
6. 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.
7. SEGALA, M. Água: a escassez na abundância. **Planeta sustentável**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/ambiente/populacao-falta-agua-recursos-hidricos-graves-problemas-economicos-politicos-723513.shtml>>. Acesso em: 02 maio 2016.