



A REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA DE AR CONDICIONADO

Eduardo P. Eidt – Professor Mestre do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Luterana do Brasil - ULBRA, Canoas, Rio Grande do Sul.

Leonardo H. dos Santos – Professor Mestre do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Luterana do Brasil - ULBRA, Canoas, Rio Grande do Sul.

Cecília R. Pagani - Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da Universidade Luterana do Brasil - ULBRA, Canoas, Rio Grande do Sul.

Resumo:

Esta pesquisa tem como objetivo definir o potencial de utilização da água gerada por sistemas de ar condicionado, em prédios comerciais e residenciais. O aproveitamento da água do ar condicionado pode ser utilizado de forma direta em esgoto, jardinagem e limpeza. Hoje, utilizamos a água potável para estas atividades, gerando um enorme desperdício. Existem diversas técnicas, processos e invenções para reduzir o uso irracional desse bem tão precioso. Além da questão econômica e ambiental, o descarte inapropriado da água do ar condicionado pode gerar diversos inconvenientes, como o acúmulo de água em locais indesejados. A metodologia da pesquisa engloba o projeto de climatização e hidrossanitário de salas comerciais e apartamentos residenciais. Pretende-se definir a quantidade média mensal de água gerada pelo ar condicionado, e, suas possíveis utilizações. A pesquisa encontra-se em andamento, portanto, os resultados são parciais, a ordem de volume de água acumulado em um mês, com a utilização do sistema de condicionamento de ar, no prédio projetado, varia de 2.000 litros a 5.200 litros.

Palavras-chave: Ar condicionado. Aproveitamento de água. Dimensionamento hidráulico.

Introdução:

A população mundial, a partir de 1950, cresceu mais de três vezes. Com isso, a utilização de água potável cresceu seis vezes mais (Kelman, 2003). Ao

pensarmos na necessidade que o ser humano tem na água, conseguimos ver a dimensão e comprometimento que devemos ter com ela.

A crise hídrica do estado de São Paulo, desde 2014, torna-se cada vez mais preocupante e serve de alerta a outras regiões de grande população. A água é utilizada para indústria, produção agrícola, comércio e para nossa existência.

Com a preocupação de longevidade da água, os estudos, no Brasil, evoluem incessantemente. A água é fundamental para a existência da vida e crucial para o crescimento socioeconômico e para a garantia do equilíbrio ecológico e ambiental das nações (Oliveira, 1999).

Dentro desta perspectiva, o projeto tem o objetivo de quantificar o volume de água gerada por ar condicionado em edificações e listar as possíveis utilizações deste resíduo, bem como, verificar a viabilidade de aplicação do projeto. Levando o comprometimento para com a sociedade e a natureza. Assim, tornando o ambiente mais sustentável e limpo.

Material e Métodos

Para a realização da pesquisa foi projetada uma edificação que irá reutilizar a água do ar condicionado. Esta água, normalmente, é resíduo do sistema de condicionamento de ar é descartada. A edificação é comercial e residencial para ser possível verificar a diferença entre elas. Sendo um pavimento comercial e dois residenciais.

A partir das áreas da planta arquitetônica, realizou-se o projeto de ar condicionado considerando carga térmica e o projeto hidráulico considerando a água gerada pelo sistema. O fator de utilização, que representa o tempo de máquina ligada, e o fator de simultaneidade, que representa o número de máquinas utilizadas ao mesmo tempo, foram estimados para área comercial e residencial, assim como o número de dias no mês foi estipulado.

De posse destes dados, foi possível estimar o volume de água gerado em um mês de utilização. No decorrer da pesquisa, estes dados serão confrontados com valores medidos de forma individual em um aparelho com potência de 12.000 BTU. O equipamento de medição a ser utilizado (figura 1) é

o termo-higrômetro da marca Incoterm, modelo 7664.

Figura 1 - Termo-higrômetro Modelo 7664



Fonte: Incoterm, 2015

A partir dos dados de temperatura e umidade relativa interna e externa, conhecendo a vazão volumétrica do modelo de ar condicionado selecionado, tabela 1, é possível estimar o volume de água gerada, com a utilização da carta psicrométrica, e confrontar com o volume medido acumulado, durante o funcionamento do ar condicionado em questão.

Tabela 1 – Características Técnicas Ar Condicionado Split 12000 BTU

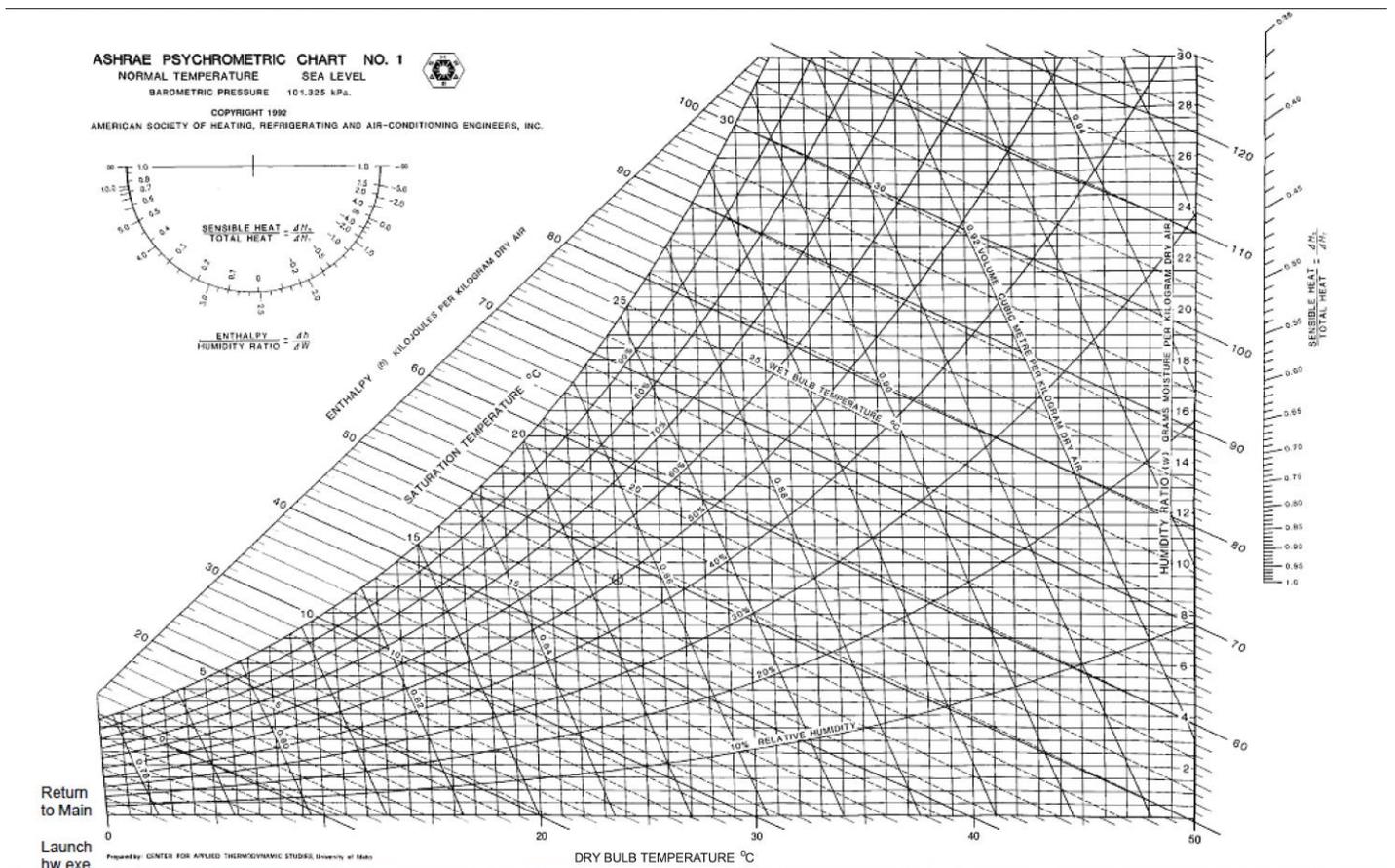
Características Técnicas:	
Código Modelo Evap.:	AS12UWBUNXAZ
Código Modelo Cond.	AS12UWBUXXAZ
Alimentação (V):	220
Corrente Elétrica de refrigeração(A)	5,2
Eficiência Energética EER (W/W):	3.22
Potência de Refrigeração (W):	1.122
Ciclo:	FRIO
Vazão de ar (m ³ /h)	600
Gás Refrigerante:	R22
Classificação Energética (INMETRO):	A
Tipo do Condensador:	HORIZONTAL
Consumo de Energia Procel (kWh/mês)*:	23,6

Fonte: <<http://www.centralar.com.br/ar-condicionado-split-12000-btu-s-frio-220v-samsung-max-plus-as12uwbu-xaz.html>> Acesso em 23 de set 2015.

Através da equação 1, foi calculada a vazão mássica para uso na carta psicrométrica (Figura 2), junto com os dados medidos pelo termo-higrômetro.

$$\dot{m} = Q \cdot \rho_{ar} \quad \text{Eq. 1}$$

Figura 2 - Carta Psicrométrica



Fonte: Ashrae -1992

Outro ponto a ser abordado é o projeto hidráulico e levantamento de custos para a instalação.

Resultados e Discussão

A partir das áreas de cada ambiente, dividindo pelo índice de carga térmica, conforme tabela 2, é obtida a carga térmica do local, em toneladas de refrigeração. Sendo que uma tonelada de refrigeração equivale a 12.000BTU.

Tabela 2 – Índice de Carga Térmica

Índice de Carga Térmica	m²/TR	KW/TR
Residenciais	18,00	2,5
Escritórios	16,00	2,0
Lojas	15,00	1,5
Público	12,00	1,0

Fonte: Elaboração própria - 2015

Para o setor comercial, a área total foi de aproximadamente 150m², necessitando de uma refrigeração de 12,4TR. Conforme dados obtidos com a Frigelar refrigeração, o parâmetro médio de geração de água por TR é de 0,75L/h de água. Desta forma, obtivemos cerca de 9,3 litros de água, por hora de utilização, conforme pode ser observado na tabela 3.

Tabela 3 – Volume de Água obtido por hora na área comercial

Local	Área	TR	L/h
Sala de reuniões	15,05	1,254	0,941
Escritório 1	23,33	1,944	1,458
Escritório 2	20,63	1,719	1,289
Escritório 3	20,51	1,709	1,282
Escritório 4	20,63	1,719	1,289
Salão de Festas	48,64	4,053	3,040
TOTAL:	148,79	12,399	9,299

Fonte: Elaboração própria - 2015

Já para o setor residencial, a área total foi de aproximadamente 260m², necessitando de uma refrigeração de 21,2TR. Desta forma, obtém-se cerca de 15,91 litros de água, por hora de utilização, conforme tabela 4.

Tabela 4 – Volume de Água obtido por hora na área residencial

Local	Área	TR	L/h
Dormitório 1	10,95	0,913	0,684
Closet	10,38	0,865	0,649
Dormitório 2	15,02	1,252	0,939
Sala de estar/jantar	43,78	3,648	2,736
Cozinha	4,70	0,392	0,294
TOTAL:	254,490	21,208	15,906

Fonte: Elaboração própria - 2015

Considerando, para o ambiente comercial, um fator de utilização de 80% e um fator de simultaneidade de 90%. Foi possível estimar o volume gerado no mês, considerando 8 horas diárias e 22 dias do mês (tabela 5).

Tabela 5 – Fatores comerciais

Q (L/h)	Tempo(h)	Dias	F.U.	F.S.	Total de água (L/mês)
9,299	8	22	0,8	0,9	1.178,369

Fonte: Elaboração própria - 2015

Para o ambiente residencial, foi considerado um fator de utilização de 60% e um fator de simultaneidade de 50%. Foi considerado, também, 8 horas diárias e 22 dias do mês.

Tabela 6 – Fatores residenciais

Q (L/h)	Tempo(h)	Dias	F.U.	F.S.	Total de água (L/mês)
15,906	8	22	0,6	0,5	839,837

Fonte: Elaboração própria - 2015

Desta forma o volume gerado estimado com a utilização deste método foi de cerca de 2 metros cúbicos por mês para edificação projetada. Porém, os dados nacionais, não são aplicados a todas regiões em função da variação da umidade relativa média. Em função disto, utilizando o termo-higrômetro, foi medida a umidade relativa média do local da instalação, bem como as variações de temperaturas desejadas.

Com estes dados medidos de temperatura, umidade relativa interna e externa, e a vazão de ar do ar condicionado estudado, foi possível obter, uma vazão mássica de 775,2 quilograma por hora. Ao analisar a Carta Psicrométrica foi obtido a umidade absoluta de $2,5 \times 10^{-3}$ quilograma por quilo grama de ar seco. Estes resultados indicam uma vazão de 1,938 litros por hora de água para cada TR. Este dado é superior à média nacional. Desta forma, em Porto Alegre, com a umidade mais alta do que em outras regiões do país, foi obtido o valor de 24,030 litros por hora de água gerada nas áreas comerciais (tabela 7).

Tabela 7 – Volume de Água obtido por hora na área comercial com Termo-Higrômetro

Local	Área	TR	L/h
Sala de reuniões	15,05	1,254	2,431
Escritório 1	23,33	1,944	3,768
Escritório 2	20,63	1,719	3,332
Escritório 3	20,51	1,709	3,312
Escritório 4	20,63	1,719	3,332
Salão de Festas	48,64	4,053	7,855
TOTAL:	148,79	12,399	24,030

Fonte: Elaboração própria - 2015

Já nas áreas residenciais, foi obtido cerca de 41,100 litros por hora de água gerada (tabela 8).

Tabela 8 – Volume de Água obtido por hora na área residencial com Termo-Higrômetro

Local	Área	TR	L/h
Dormitório 1	10,95	0,913	1,768
Closet	10,38	0,865	1,676
Dormitório 2	15,02	1,252	2,426
Sala de estar/jantar	43,78	3,648	7,070
Cozinha	4,70	0,392	0,759
TOTAL:	254,490	21,208	41,100

Fonte: Elaboração própria - 2015

Considerando, para o ambiente comercial, um fator de utilização de 80% e um fator de simultaneidade de 90% Foi possível estimar o volume gerado no mês, considerando 8 horas diárias e 22 dias no mês (tabela 9).

Tabela 9 –Fatores residenciais com Termo-Higrômetro

Q (L/h)	Tempo (h)	Dias	F.U.	F.S.	Total de água (L/mês)
24,030	8	22	0,8	0,9	3.045,029

Fonte: Elaboração própria - 2015

Para o ambiente residencial, foi considerado um fator de utilização de 60% e um fator de simultaneidade de 50%. Foi considerado, também, 8 horas diárias e 22 dias do mês (tabela 10).

Tabela 10 –Fatores residenciais com Termo-Higrômetro

Q (L/h)	Tempo (h)	Dias	F.U.	F.S.	Total de água (L/mês)
41,100	8	22	0,6	0,5	2.170,080

Fonte: Elaboração própria - 2015

Considerações Finais

Em regiões de alta umidade do ar e altas temperaturas, em que é feito climatização do ambiente, é gerada água de condensação, que normalmente não é aproveitada. Esta água residual, forma goteira em calçadas e áreas de convívio. De acordo com o manual de Conservação e Reuso de Água em Edificações (Gonçalves, 2005) o crescimento intrapessoal de uso racional de água, para conservação da água está agregado a gestão, principalmente da oferta de água. Isso possibilita o uso de águas não potáveis, para diversas atividades fins.

O volume total mensal estimado considerando a média nacional, gerado pelo sistema de climatização na edificação projetada, foi de cerca de 2.000L. Anualmente, 24.000L de aproveitamento e em uma década são 240.000L que terão um destino sustentável. Já com dados reais para a região de Porto Alegre, foi obtido cerca de 5.200L por mês, em um ano 62.581,32L, e em uma década 625.813,08L de água. Cabe ressaltar que estes números são proporcionais a carga térmica exigida, que varia com a área construída, forma construtiva e tipo de uso, conseqüentemente, em edificações maiores o potencial de aproveitamento de água é maior.

Considerando a tarifa atual do metro cúbico de água, cobrado pelas concessionárias de abastecimento do Brasil, este projeto não apresenta viabilidade econômica. Porém, para construções novas, a captação torna-se simples e barata, oferecendo diversas vantagens para o ambiente e a sociedade. Isto será evidenciado no decorrer da pesquisa com o projeto hidráulico, levantamento de custos de compra e instalação, e definição do tempo de retorno do investimento.

REFERÊNCIAS:

AMARAL, Raphael et al(2014) **Coleta e reuso de água do dreno do aparelho de ar condicionado para um sistema automatizado de irrigação**. Disponível em:<<http://www.camboriu.ifc.edu.br/vfice2014/anais/uploads/trab56.pdf>>Acesso em:13 set. 2015.

ASHRAE. **Handbook of Fundamentals**. Ed. Ashrae (ISBN:978-1-9337 42-55-7), 1992

CREDER, Helio. **Instalações de Ar Condicionado**. 5ª Ed. São Paulo, Ed. Livros Técnicos e Científicos, 1994.

CENTRAL AR. Disponível em: <<http://www.centralar.com.br/ar-condicionado-split-12000-btu-s-frio-220v-samsung-max-plus-as12uwbu-xaz.html>.>Acesso em 23 de set 2015.

GONÇALVES, O., et al. **Conservação e Reúso de Água em Edificações**. São Paulo: MMA/ANA/FIESP/SindusCon-SP, Prol Editora Gráfica, 2005.

KELMAN, J. O desafio de levar água para todos. **Revista SENAC e Educação Ambiental**, Rio de Janeiro, ano 12, nº 1, p.8-12, jan./abr.,2003. Disponível em: <http://www.senac.br/informativo/educambiental/EA_012003/entrevista.asp> Acesso em: 14 set. 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.

INCOTERM, 2015. **Catálogo equipamentos**. Disponível em: <http://www.incoterm.com.br/tecnica/termo+higrometros> Acesso em: 23 de set 2015

OLIVEIRA, Lúcia Helena de. **Metodologia para implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. Tese (Doutorado em Engenharia da Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

