



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



APROVEITAMENTO DE ÁGUA PROVENIENTE DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO

PEDRO DATTRINO FORTES
pedrodattrinof@gmail.com
AEDB

PATRICK W. COTRIM F. P. M. G. JARDIM
patrick_cotrim@hotmail.com
AEDB

JULIANA GONÇALVES FERNANDES
jfernandes@usp.br
AEDB

Resumo: 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. Os aparelhos de ar condicionado, que são utilizados em larga escala em prédios comerciais e residenciais, geram gotejamento de água, derivada da umidade do ar condensada quando o aparelho resfria o ar do ambiente interno. O projeto visa analisar a viabilidade de instalação de sistema de drenagem nos aparelhos de ar condicionado de instituições para o aproveitamento da água a partir da proposta de coleta desta água, sendo ela armazenada e utilizada para setores como lavagem e jardinagem. Foi feito dimensionamento do volume para reservatório de armazenamento da água e verificação da possibilidade de seu aproveitamento. A qualidade da água foi considerada adequada para o uso previsto. A quantidade de água captada para armazenamento foi de 44,5 litros por dia útil. Concluiu-se que para esse projeto seriam necessários dois reservatórios, devido à disposição dos aparelhos de ar condicionado, com volume de 100 litros cada. Os custos de implantação do projeto para o estudo piloto, incluindo mão-de-obra e materiais utilizados, foram estimados em R\$ 818,10, com período de retorno do investimento de aproximadamente 6,76 anos.

Palavras Chave: ar condicionado - Escassez de água - aproveitamento água - -

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável é definido como sendo o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, garantindo a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações.

As expectativas em relação à disponibilidade de água nos próximos anos apenas decrescem. De acordo com a Organização das Nações Unidas (2009), 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. O desenvolvimento de novos modelos de saneamento, visando solucionar o problema da escassez da água reflete a busca de uma sociedade autossustentável.

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 preocupadas com questões ambientais, procurando formas de aproveitar a água utilizada em seus prédios.

Os aparelhos de ar condicionado são utilizados em larga escala em prédios comerciais e residenciais. 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.

2. PROBLEMA

A crescente problemática da escassez de recursos hídricos faz com que a sociedade busque alternativas do uso sustentável da água como técnicas de aproveitamento de água da chuva e águas como as geradas por aparelhos de ar condicionado.

Os aparelhos de ar condicionado são utilizados em grande escala tanto em residências como em instituições comerciais e de ensino. O gotejamento gerado pela instalação indevida desses aparelhos gera incômodo.

A perspectiva de utilizar a água proveniente do sistema de refrigeração dos aparelhos de ar condicionado é uma alternativa aparentemente viável, buscando conciliar o aproveitamento de água e diminuição do incômodo gerado por gotejamentos indevidos.

3. OBJETIVO

Estudar a viabilidade do aproveitamento de água proveniente dos aparelhos de ar condicionado instalados em instituições como universidades, visando reduzir o consumo de água e contribuir para a sustentabilidade dos recursos hídricos da região.

3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a qualidade da água gerada por aparelhos de ar condicionado;
- Estimar a vazão de água gerada por aparelhos de ar condicionado;
- Dimensionar sistema de coleta e armazenamento;
- Orçar os custos para implementação do projeto;

- Calcular o tempo de retorno do investimento.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. RECURSOS HÍDRICOS

Entre os recursos dos quais o homem dispõe e necessita, o mais importante é a água, que é indispensável para a sobrevivência do ser humano. Apesar de ser essencial para o surgimento e manutenção da vida no planeta, na vida moderna ela é indispensável para o desenvolvimento das diversas atividades criadas pelo ser humano, apresentando, por esta razão, valores econômicos, sociais e culturais

“Segundo dados quantitativos, produzidos por hidrólogos, 97,5% da água disponível na Terra são salgadas e 2,493% estão concentrados em geleiras ou regiões subterrâneas de difícil acesso; sobram, portanto, apenas 0,007% de água doce para o uso humano, disponível em rios, lagos e na atmosfera” (SHIKLOMANOV, 1998 *apud* MACHADO, 2003).

De acordo com MACHADO (2003):

“Com o crescimento acelerado da população e o desenvolvimento industrial e tecnológico, essas poucas fontes disponíveis de água doce estão comprometidas ou correndo risco. A poluição dos mananciais, o desmatamento, o assoreamento dos rios, o uso inadequado de irrigação e a impermeabilização do solo, entre tantas outras ações do homem moderno, são responsáveis pela escassez e contaminação da água. Atualmente, mais de 1,3 bilhão de pessoas carecem de água doce no mundo, e o consumo humano de água duplica a cada 25 anos, aproximadamente. Com base nesse cenário, a água doce adquire uma escassez progressiva e um valor cada vez maior, tornando-se um bem econômico propriamente dito.”

Para MAIA NETO (1997 *apud* PAZ, 2000, p. 467), o Brasil é o país mais rico em água potável, com 8% das reservas mundiais, concentrando 18% do potencial de água de superfície do planeta.

Apesar da situação aparentemente favorável, observa-se que no Brasil uma enorme desigualdade regional na distribuição dos recursos hídricos, conforme pode ser observado na FIGURA 1. Quando se comparam essas situações com a abundância de água da Bacia Amazônica, que corresponde às regiões Norte e Centro-Oeste, contrapondo-se a problemas de escassez no Nordeste e conflitos de uso nas regiões Sul e Sudeste, a situação se agrava.

De acordo com PROJETO ÁGUA (1998 *apud* PAZ, 2000, p. 467), ao comparar a disponibilidade de recursos hídricos com a população que deles dependem, o Brasil deixa de ser o país com maior abundância em água potável e passa ao vigésimo terceiro no planeta.

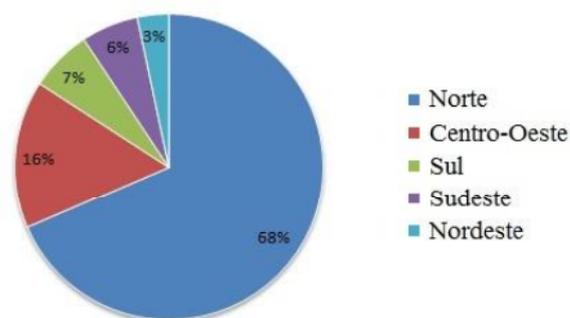


Figura 1: Distribuição de recursos hídricos no Brasil. Fonte: PAZ, 2000.

Além disto, é possível observar o imenso contraste entre porcentagem de recursos hídricos nas regiões e tanto porcentagem de superfície (área territorial) quanto de população, conforme Tabela 1:

Tabela 1: Distribuição de recursos hídricos, superfície e população no Brasil

Região	Recurso [%]	Superfície [%]	População
Centro-Oeste	15,70	18,80	06,41
Nordeste	03,30	18,30	28,91
Norte	68,50	45,30	06,98
Sudeste	06,00	10,80	42,65
Sul	06,50	06,80	15,05

Fonte: GRANJA, 2006.

Como solução, um amplo conceito foi consolidado no Brasil de melhoria no saneamento ambiental, englobando fatores como o abastecimento de água e o esgotamento sanitário, além de controle de resíduos sólidos. Uma política de água envolve,consequentemente, políticas de saneamento e de meio ambiente.

O aproveitamento das águas que seriam desperdiçadas se caracteriza por ser uma das soluções mais baratas e simples para preservar a água potável. Com a crescente preocupação relacionada à água potável, práticas de reaproveitamento da água se tornam cada vez mais viáveis.

4.2. SISTEMAS DE CONDICIONAMENTO DE AR

Antes de se pensar em técnicas para o aproveitamento de água proveniente dos aparelhos de ar condicionado, é preciso que se entenda o princípio básico do funcionamento destes, e como ocorre esta geração de água que, na maioria das vezes, é desperdiçada.

Os sistemas de condicionamento de ar, que englobam tanto operações de refrigeração quanto de aquecimento de ar, regulam a temperatura de ambientes criando uma sensação de conforto térmico (aquecendo ou refrigerando). Eles realizam troca de temperatura do ambiente, através da passagem do ar pela serpentina do evaporador que por contato sofre queda ou aumento de temperatura, dependendo do ciclo utilizado, baixando a umidade relativa do ar.

Quando alcançada a temperatura desejada é feita leitura através de um sensor localizado no evaporador, e este por sua vez desliga o compressor, fazendo com que o equipamento mantenha a temperatura do ambiente interno. Qualquer variação na temperatura desejada faz com que o compressor seja novamente acionado, sendo ele responsável pela circulação do gás refrigerante dentro do sistema.Os sistemas de condicionamento de ar possuem quatro componentes básicos: compressor, condensador, evaporador e motor ventilador.

Neste projeto, acima de tudo considerando a situação climática do Brasil, serão avaliados e analisados apenas sistemas que realizam operações de refrigeração (aparelhos de ar condicionado).

A operação de refrigeração convencional dos aparelhos de ar condicionado consiste primeiramente no ar do ambiente interno sendo sugado por um ventilador, atravessando o evaporador e passando em volta de serpentina que contém gás refrigerante R-22, substância à temperatura de 7°C e em estado líquido. Em contato com a serpentina, o ar se resfria e volta para o ambiente interno.

Ao absorver o calor do ar (troca de calor), o gás R-22 muda de estado e torna-se gás, posteriormente passando pelo compressor que comprime o gás R-22 até que, sob alta pressão, ele se torne um gás quente, a 52 °C.

O gás, então, entra em outra serpentina, na parte externa do aparelho, o Condensador. Trocando calor com o ambiente externo, o gás R-22 reduz em temperatura. Desta maneira, ele se torna líquido novamente mesmo antes de chegar aos 7°C, pois está sob alta pressão. Finalmente, o gás R-22 entra em uma válvula de expansão, onde o líquido perde pressão rapidamente, fazendo com que o gás R-22 se resfria até os 7°C que o mantém em estado líquido. Todo este processo pode ser claramente visualizado na Figura 2.

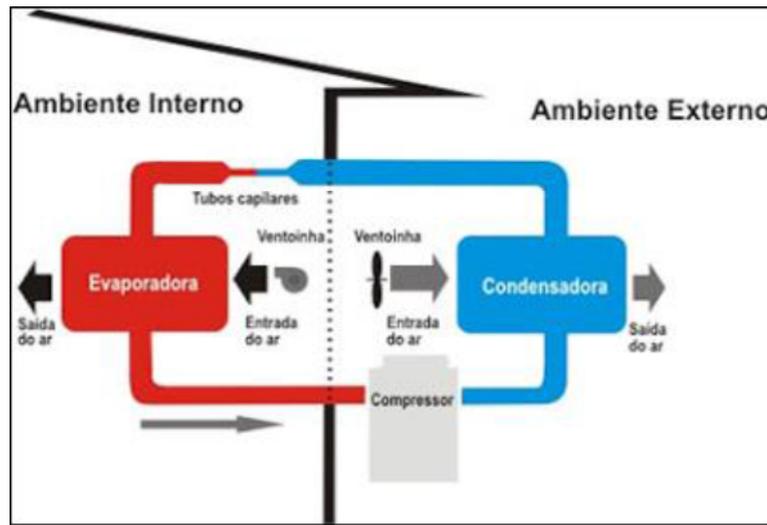


Figura 2: Princípio de funcionamento de aparelho de ar condicionado.
Fonte: A. DIAS AR CONDICIONADO.

É durante a passagem do ar pela serpentina do evaporador, que por contato sofre mudança de temperatura, que ocorre a sua condensação gerando água que é direcionada para tubulação que a escoo para o ambiente externo.

4.3. ÁGUA PROVENIENTE DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO

A água que escoo para o ambiente externo pode causar problemas aos pedestres devido ao gotejamento nas calçadas, deixando-a escorregadia e gerando acúmulo de resíduos indesejáveis que pode fazer com que a própria calçada se deteriore mais rapidamente, além de poder danificar as marquises de prédios.

Não existem exigências nacionais em relação à água que é expelida pelos aparelhos de ar condicionado. Em alguns casos são constatadas leis municipais que tentam organizar a situação. Em Porto Alegre e Rio de Janeiro, o gotejamento de água nas vias públicas é passível de multa. Contudo, por falta de interesse dos condomínios, a fiscalização é falha.

A água que aparenta ser inconveniente nas calçadas, porém, podem somar vários litros de água ao final do dia, permitindo ser reutilizada em práticas sustentáveis. Independentemente da inconveniência, a prática sustentável permite que haja economia não apenas financeira, mas também economia dos recursos de água potável do planeta. O aproveitamento da água é extremamente benéfico para instituições como Universidades e Hospitais.

Nestes aparelhos, o dreno é a parte que remove a água expelida. Quando em operação, o equipamento retira a umidade do ambiente em que está instalado, realizando processo de condensação, que é quando a água passa do vapor a líquido.

Problemas comuns do ar condicionado podem ter origem no dreno. Isto é, se ele não estiver em condições corretas, pode causar gotejamento na unidade interna, perda de eficiência do aparelho e até mau cheiro no ambiente em que o ar condicionado está instalado. Para tal, há a opção de manutenção periódica, tanto do aparelho de ar condicionado quanto do sistema de drenagem do equipamento, que é simples e de baixo custo.

Há dois tipos mais utilizados de drenos em aparelhos de Ar Condicionado, que são os drenos em aparelhos do tipo Split e em aparelhos do tipo Janela. Porém atualmente os aparelhos de Ar Condicionado do tipo Janela estão entrando em obsolescência, sendo que o mercado é praticamente dos aparelhos do tipo Split. Portanto será explicado brevemente como é feita a instalação de drenagem nos aparelhos do tipo Janela, no entanto, o projeto focará nos aparelhos do tipo Split, visando uma instalação mais eficiente e moderna. Cada equipamento tem um modo de drenar a água, conforme será explicitado no tópico abaixo.

4.4. SISTEMAS DE DRENAGEM

Como anteriormente explicitado, há dois tipos mais utilizados de sistemas de drenagem. O dreno nos modelos Janela consiste num pequeno orifício na parte externa do aparelho, que serve para expelir a água condensada. Porém, nunca houve o hábito de captar esta água, uma vez que o próprio dreno já expele a água para o ambiente externo, e esta mesma captação parece insignificante, exceto quando as gotas caem em marquises ou calçadas.

Quando um instalador profissional instala um aparelho de ar condicionado, ele deve instalar uma tubulação ou um dreno para que a instalação esteja de acordo com os regulamentos dos prédios, devido ao gotejamento para ambiente externo que ocorreria caso não houvesse instalação de sistema de drenagem. Quando isto não ocorre, é possível que o próprio cliente final instale sistema de drenagem em seu aparelho do tipo Janela, sem muitas dificuldades. Todos os aparelhos deste tipo possuem um bico de saída de drenagem, onde pode ser instalada uma mangueira. Caso não seja feita instalação de tal, a água gotejará no parapeito da janela ou em calçadas e marquises. A rápida instalação de uma mangueira previne danos causados pela água do aparelho de ar condicionado do tipo Janela.

Para que seja feita a instalação, primeiramente é preciso que se inspecione o bico de saída de drenagem do aparelho de ar condicionado para determinar seu tipo. A maioria dos bicos é de plástico, constituídos de rebarbas, conforme explicitado na Figura 3, o que requer que a mangueira seja colocada e prendida com uma abraçadeira circular.



Figura 3: Bico de saída de aparelho do tipo janela.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XIII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
10MA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Fonte: CLIMAFULL Peças para Refrigeração.

Caso o aparelho de ar condicionado tipo Janela possua bico com rebarbas é necessário que se corte o acoplador de um dos lados da mangueira com uma lâmina. Feito isto, desliza-se a abraçadeira circular ao longo da mangueira e acopla-se a mangueira no bico com rebarbas. Então, a abraçadeira é colocada sobre o bico e apertada com uma chave de fenda. Finalmente, é possível que esta água seja redirecionada para recipiente de armazenamento.

Nos aparelhos de Ar Condicionado do tipo Split, a drenagem é feita obrigatoriamente por meio de dutos. Nestes equipamentos o dreno sai da unidade interna, também denominada evaporadora, e é direcionado para o ambiente externo.

Na unidade interna, recomenda-se usar o lado direito para saída de dreno, enquanto as demais tubulações ficam do lado esquerdo da evaporadora. A saída da tubulação de dreno fica na parte traseira da lateral plástica do aparelho, conforme pode ser observado na Figura 4.

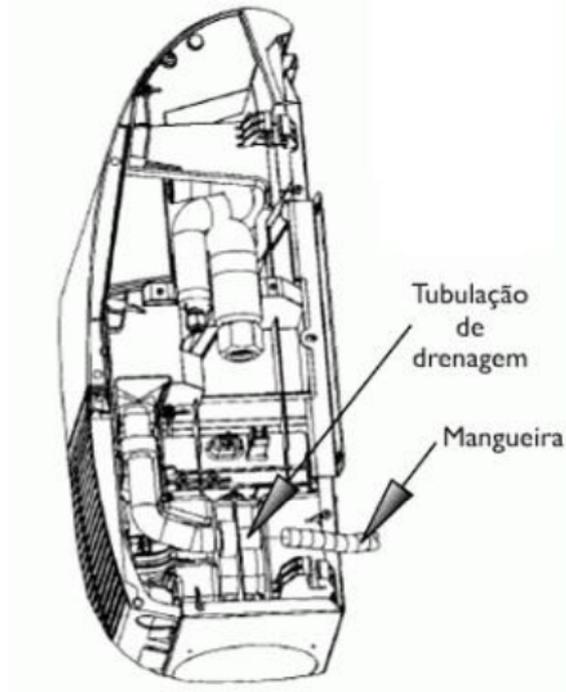


Figura 4: Tubulação de drenagem na parte traseira da lateral do aparelho.

Fonte: FAZFÁCIL Dicas & Manutenção.

É importante que os drenos sejam devidamente instalados, devido ao fato de ser a gravidade responsável pelo escoamento da água. Caso contrário, a água pode gotejar no ambiente interno ou terá dificuldades para escoar, conforme explicitado na Figura 5.

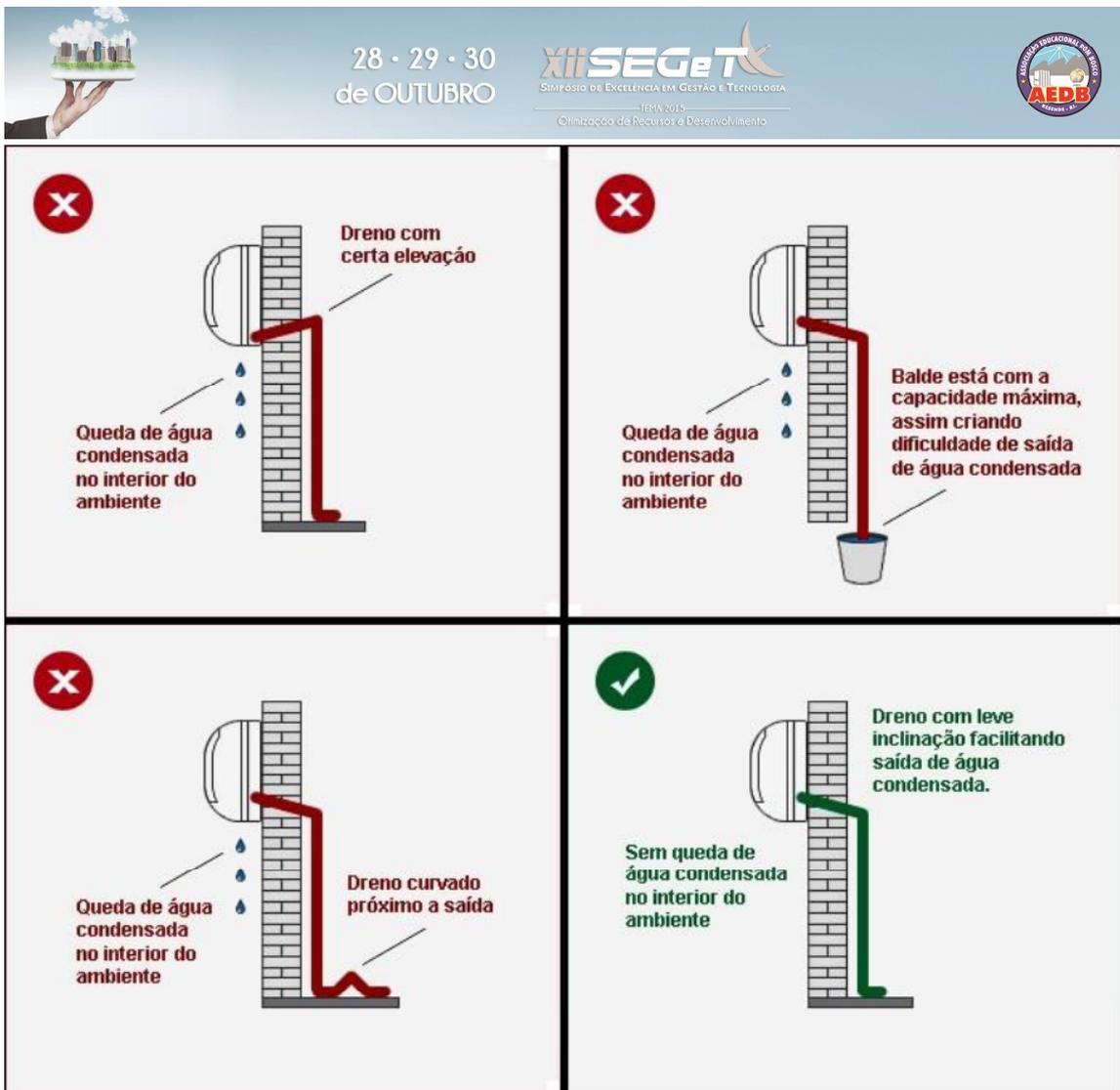


Figura 5: Guia de instalação do dreno para aparelhos do tipo split.

Fonte: WEB AR CONDICIONADO.

Esclarecido o modo de instalação dos aparelhos de Ar Condicionado do tipo Split, é possível que seja feito dimensionamento de sistema de drenagem, armazenamento para aproveitamento da água. Contudo antes de melhor explicitado, é preciso que alguns pontos adicionais sejam analisados.

5. METODOLOGIA

Será realizada análise de dados secundários em relação à qualidade da água proveniente dos aparelhos de ar condicionado, verificando a viabilidade para seu uso previsto.

Será quantificada a vazão média gerada por aparelhos de ar condicionado através de medição pelo método direto.

Posteriormente, será realizado um dimensionamento do sistema de coleta e armazenamento considerando: a quantificação de água gerada pelos aparelhos de ar condicionado; a estrutura para captação; o orçamento total do projeto, ou seja, os custos que envolvem tanto materiais quanto mão-de-obra; o tempo de retorno do investimento.

6. DESENVOLVIMENTO

6.1. ESTUDO DE QUALIDADE DA ÁGUA GERADA POR APARELHOS DE AR CONDICIONADO

Para HARMANCIUGLU *et al.* (1998 *apud* TOLEDO, 2002):

“As interações entre as diversas variáveis mensuradas numa amostra de água constituem no ponto de partida para avaliação da qualidade da água, desde que estas interações sejam obtidas de uma distribuição amostral no espaço e no tempo das variáveis do sistema a ser estudado.”

“Para uma interpretação ecológica da qualidade das águas superficiais e/ou para estabelecer um sistema de monitoramento, é necessário a utilização de métodos simples e que dêem informações objetivas e interpretáveis, partindo para critérios próprios que considerem as características peculiares dos recursos hídricos” (PINEDA; SCHÄFER, 1987 *apud* TOLEDO, 2002).

Quanto à qualidade da água proveniente dos aparelhos de ar condicionado, foi utilizado o estudo de CARVALHO (2012), onde foi realizada análise em um campus que, em sua estrutura física, apresenta seis unidades administrativas com 20 aparelhos de ar condicionado ao total, em funcionamento por no mínimo 12 (doze) horas diárias. Em seu estudo, CARVALHO (2012), instalou mangueiras na saída da condensadora do aparelho de duas unidades administrativas: DTI (Departamento de Tecnologia de Informação) e DAP (Departamento de Administração e Planejamento).

Os parâmetros físico-químicos foram medidos semanalmente, durante cinco meses (dezembro de 2011 a maio de 2012). A água condensada foi coletada durante o período matutino, semanalmente, em recipiente com tampa e a cada hora de coleta, o volume medido em proveta. Foram analisados os parâmetros: pH; Alcalinidade; Concentração de cloretos; Condutividade e Dureza.

Todos os valores obtidos foram comparados com os limites estabelecidos pela Portaria MS518/2005 do Ministério da Saúde. Esses valores quando comparados com a portaria resultam na resposta de viabilidade quanto ao aproveitamento desta água.

O volume médio coletado foi de 1.280mL/hora. O pH variou entre 7,03 e 7,34 e a dureza apresentou valor médio 9,3mg/L de CaCO_3 , alcalinidade média de 0,96 mg/L, cloretos valor zero e condutividade média de 20,76 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Em relação aos parâmetros de dureza, alcalinidade e cloretos, os valores encontrados estão abaixo ao recomendado pela Portaria MS518/2005. No entanto é necessária a verificação da presença de metais, entre eles alumínio que porventura possa ter sido carreado no processo de condensação. O valor de condutividade sugere a presença de íons provenientes do arraste do sistema de condensação do equipamento. No entanto, esse valor está abaixo ao encontrado para água de chuva, decorrente do arraste dos íons presentes na atmosfera.

Conforme explicitado na TABELA 2 referente aos resultados obtidos e o recomendado pela Portaria MS518/2005, é possível observar a qualidade da água analisada:

Tabela 2: Resultado de análises da água

Parâmetros	Unidades	Valores Encontrados	Portaria 518/05
pH	NE*	7,03 - 7,34	6,0 - 9,0
Alcalinidade	mg/L	0,96	NE*

Dureza	mg/L	9,3	500
Cloretos	mg/L	0	250
Condutividade	µs/cm	20,76	NE*

*NE=Não Estabelecido. Fonte: CARVALHO, 2012.

Não houve importantes variações nos parâmetros físico-químicos no decorrer das análises o que significa que a água que comumente rejeitamos dos aparelhos condensadores apresentam grande potencial em oferecer a sociedade em geral uma alternativa viável de aproveitamento, contribuindo diretamente para conservação da água e sem contar a economia nos gastos com este recurso.

O Ministério da Saúde publicou no Diário Oficial da União do dia 14 de dezembro de 2011 a Portaria nº 2.914, de 12/12/2011. Esta portaria revoga e substitui integralmente a Portaria MS518/2005, que estabelecia os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água. Contudo, os valores estabelecidos para os parâmetros analisados não se alteraram, fazendo com que a comparação feita a partir dos parâmetros da Portaria MS518/2005 seja válida.

6.2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE COLETA E ARMAZENAMENTO

6.2.1. 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 12 (doze) aparelhos de Ar Condicionado instalados em 12 (doze) salas, sendo que cada aparelho possui capacidade de 12000 BTUs (British Thermal Units – Unidade Térmica Britânica) para cada unidade de ar.

De acordo com MOTA (2011, p. 4), em média um ar condicionado com 12000 BTUs gera em torno de **300 mililitros de água por hora**.

Para quantificação da vazão média de água gerada em um aparelho de ar condicionado de capacidade de 12000 BTUs, foram realizadas cinco medições pelo método direto enquanto este funcionava a 21 °C e, a partir destas, foi encontrada média aritmética para representar a vazão média dos aparelhos, conforme Tabela 3:

Tabela 3: Quantificação da vazão média de água gerada

Medições	Vazão [mL/h]
1ª medição	325
2ª medição	275
3ª medição	300
4ª medição	320
5ª medição	325
Média	309

Fonte: Próprio autor.

Para efeito de cálculo, foi utilizada a média calculada, no valor de **309 mililitros de água por hora**. O valor encontrado é compatível com o valor apresentado por MOTA (2011). Deste modo, para uma sala que fica em média 12 (doze) horas com o aparelho ligado das 07:00 às 19:00 serão 3,708 litros de água produzidos por este aparelho, no dia útil.

Desta forma, a vazão média dos 12 (doze) aparelhos ligados durante o dia útil seria de 44,5 litros de água, portanto o armazenamento médio dos 12 (doze) aparelhos corresponde a aproximadamente um recipiente de 50 litros.

6.2.2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE COLETA E RESERVATÓRIO

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 do tipo Split que redirecionará toda a água para um reservatório. Para melhor entendimento, foi feito modelo a partir de doze aparelhos de ar condicionado em doze salas em determinada instituição, atribuindo-se medidas condizentes com um cenário real.

É possível observar que, conforme FIGURA 6, o croqui é dividido em duas partes iguais, onde cada uma simula seis salas em série, de medidas iguais, onde a tubulação por consequente é instalada também em série, em forma semelhante a uma calha, e é direcionada para o reservatório.

A água não precisa passar por um tratamento, tendo em vista que essa só será utilizada para lavagem e jardinagem. Segundo as análises físico-químicas da água (Tabela 2), essa está apta para tal fim.

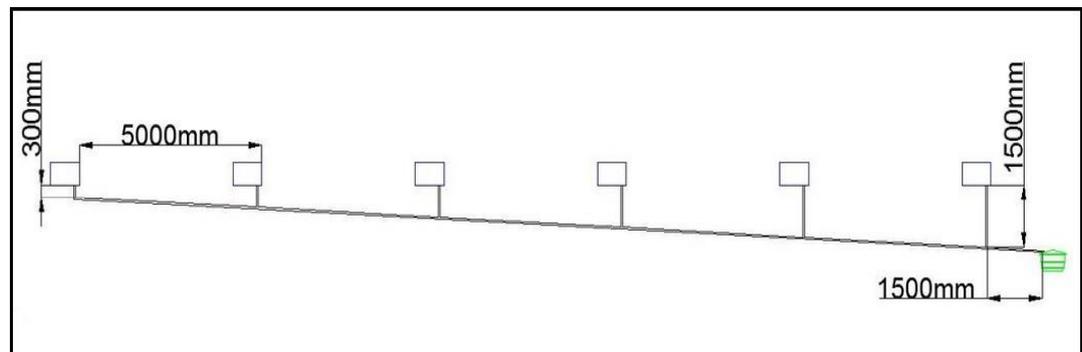


Figura 6: Esquema da estrutura coletora de água e do reservatório.
Fonte: Próprio autor.

Neste projeto, foi adotada a caixa d'água de polietileno da marca FORTLEV, de capacidade de 100 litros (FIGURA 7), que será suficiente para armazenar a água por até quatro dias. A escolha foi realizada considerando a relação de custo-benefício para o reservatório.

Considerando que o volume médio diário de água gerado é de 44,5 litros para os 12 (doze) aparelhos, porém que o croqui representa metade dos aparelhos, a vazão para cada um dos dois reservatórios adotados (um para cada croqui) é de 22,25 litros, de maneira que não excederá a capacidade de 100 litros durante quatro dias.



Figura 7: Caixa d'água de polietileno FORTLEV.

Fonte: LEROY MERLIN.

Ressalta-se que o volume do reservatório deverá ser dimensionado para cada caso, variando em função do número de aparelhos de ar condicionado instalados e o tempo de uso.

7. 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 SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). Para os custos de insumos foram utilizados os valores de mercado do município de Resende – RJ.

7.1. MATERIAIS E MÃO-DE-OBRA

7.1.1. RESERVATÓRIO

Através de pesquisas, foi concluído que o preço médio da caixa d'água de polietileno FORTLEV de 100 litros é de R\$ 93,90 (noventa e três reais e noventa centavos), portanto como serão utilizadas duas caixas, uma para cada parte do croqui, o custo total com reservatórios seria de R\$ 187,80 (cento e oitenta e sete reais e oitenta centavos).

7.1.2 TUBULAÇÃO

A tubulação na qual a água passará até chegar ao reservatório deverá ser de tubo PVC, que além de confiável por não apresentar contaminação da água pelo material da tubulação, também tem preço acessível. O comprimento da tubulação deverá ser de aproximadamente 32 metros, para cada uma das duas partes do croqui, e o diâmetro desta deverá ser de 150 mm para garantir que toda a água escoada seja captada. O valor de um tubo de PVC de seis metros é de aproximadamente R\$ 30,00 (trinta reais), o que geraria um custo de R\$ 180,00 (cento e oitenta reais) para cada parte, totalizando R\$ 360,00 (trezentos e sessenta reais).

7.1.3. OUTROS

O custo de outros componentes necessários na implementação do projeto, como abraçadeiras para fixação de parede, joelhos a 45° e tês a 45°, foram estimados em 10% do valor do custo total dos materiais do projeto. O custo total foi de R\$ 547,80 (quinhentos e quarenta reais e oitenta centavos), portanto o custo estimado para os outros componentes foi de R\$ 54,78 (cinquenta e quatro reais e setenta e oito centavos).

7.1.4. 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 setembro de 2014, conforme Tabela 4:

Tabela 4: Quantidade, cargo e custo da mão-de-obra necessária

Cargo	Número	Diária (R\$/ dia)	Número de Diárias	Total (R\$)
Pedreiro	1	124,72	1	124,72
Ajudante	1	90,80	1	90,80

Fonte: TABELA DE PREÇOS DE INSUMOS DO SINAPI.

■

Será necessária a permanência destes trabalhadores na obra por um dia, logo o custo total da mão-de-obra será de R\$ 215,52 (duzentos e quinze reais e cinquenta e dois centavos).

7.1.5. CUSTO TOTAL

Com base nos custos de materiais e mão-de-obra calculados, o custo total da obra para implantação do sistema de coleta e armazenamento de água será de R\$ 818,10 (oitocentos e dezoito reais e dez centavos).

7.2. TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO

Somando-se as médias mensais de volume captado de água obtém-se aproximadamente 13 m³ por ano. A tarifa por metro cúbico de água comercial do Sistema de Água e Esgoto de Resende na faixa de consumo maior do que 10 m³ é de R\$ 9,31 / m³. Ao se utilizar 13 m³ de água proveniente dos aparelhos de ar condicionado, o empreendedor economizaria, em um ano:

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

Economia = 13 m³ x R\$ 9,31 / m³ = R\$ 121,03

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

1 ano ----- R\$ 121,03

x anos ----- R\$ 818,10

x = 6,76 anos

8. CONCLUSÃO

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 44,5 litros por dia útil, concluindo-se que o volume ideal para cada um dos dois reservatórios necessários para armazenamento da água gerada por 12 (doze) aparelhos de ar condicionado seria de 100 litros, visando também a relação de custo-benefício.

Apesar do período de retorno do investimento calculado ter sido de 6,76 anos (valor alto), vale ressaltar que os custos de implantação do projeto, estimados em R\$ 818,10 (oitocentos e dezoito reais e dez centavos), foram considerados extremamente baixos 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 trazem 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.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. DIAS AR CONDICIONADO. **Princípio de funcionamento de um ar condicionado.** Disponível em: <http://www.adias.com.br/funcionamento_do_ar> Acesso em ago. 2014.

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.

CLIMAFULL. **Ar condicionado split: peças de ar condicionado.** Disponível em: <http://www.climafull.com.br/produto.php?cod_produto=2002738> Acesso em ago. 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: 09/2014. Disponível em: <http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/sinapi_relatorios_apartir_julho_2014/rel_ins_comp_rj/SINAPI_CustosReferencia_Insumos_RJ_092014_NaoDesonerado.PDF> Acesso em out. 2014.

GRANJA. **A hidropolítica e o federalismo: possibilidades de construção da subsidiariedade na gestão das águas no Brasil.** Revista de Administração Pública, vol. 40, número 6, Rio de Janeiro, 2006.

FAZFÁCIL. **Drenagem do Ar Condicionado Split.** Disponível em: <<http://www.fazfacil.com.br/manutencao/condicionado-split-drenagem>> Acesso em ago. 2014.

LEROY MERLIN. **Caixa d'água de polietileno FORTLEV.** Disponível em: <http://www.leroymerlin.com.br/caixa-dagua-de-poli-etileno-1001-azul-fortlev_86753765> Acesso em set. 2014.

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

MOTA. **Utilização da água de sistemas de ar condicionado visando o desenvolvimento sustentável.** Universidade Estadual de Maringá. Maringá, PR, 2011.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Água: Escassez afetará metade do planeta.** Disponível em: <<http://www.vermelho.org.br/noticia/49089-10>> Acesso em set. 2014.

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.

PORTARIA Nº 518, DE 25 DE MARÇO DE 2004. **Dispões sobre os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Diário Oficial da União, Brasília, 26 mar. 2004.

VON SPERLING. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2. ed. - Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental: Universidade Federal de Minas Gerais, 1996, 50p.

TOLEDO. **Índice de qualidade de água em microbaciasob uso agrícola e urbano.** Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, SP, 2002.

WEB AR CONDICIONADO. **Dreno do ar condicionado.** Disponível em: <<http://www.webarcondicionado.com.br/dreno-ar-condicionado>> Acesso em ago. 2014.