

## **Projeto de Engenharia Aproveitamento de água gerada nas evaporadoras Split. Delimitação em uma pequena escola na área rural.**

Jailson Sampaio Moreira, Estudante de Engenharia Civil, Centro Universitário do Norte – Uninorte, Manaus.

Eng. Euler A. Barbosa de Alencar, Orientador.

**RESUMO:** A aplicação de fontes alternativas de água já é uma prática cada vez mais constante para soluções voltadas a crise hídrica ocorrente no Brasil. O aproveitamento da água produzida por condensação de aparelhos condicionadores de ar apresenta-se como uma potente medida na redução dos impactos ambientais do uso desmedido da água através da aplicação em usos não potáveis, tais como limpeza e irrigação. Este projeto tem como objetivo avaliar o aproveitamento da água gerada da condensação das evaporadoras Split em uma pequena escola rural, visando diminuir o consumo de água potável e contribuir para a sustentabilidade de recursos hídricos. O estudo indica que a oferta diária de água produzida pelos 5 (cinco) aparelhos é de 49 litros, considerando o tempo de funcionamento de 8 horas diárias. Além da economia no consumo de água, o sistema possibilita um rápido pay back. Dessa forma, a implantação do sistema de aproveitamento da água dos aparelhos de ar condicionado mostra-se como uma alternativa sustentável na busca pela conservação dos recursos hídricos. A expectativa é incentivar a reutilização desta água para diversas atividades realizadas diariamente, seja nos ramos da agricultura, indústrias e de uso doméstico, a fim de diminuir a demanda hídrica mundial.

**PALAVRAS-CHAVE:** ÁGUA, REUTILIZAÇÃO, SUSTENTABILIDADE, AR CONDICIONADO, CRISE HÍDRICA.

## **ABSTRACT**

The application of alternative sources of water is already an increasingly constant practice for solutions to the water crisis in Brazil. The use of water produced by condensation of air conditioning devices is a powerful measure in reducing the environmental impacts of excessive use of water through the application in non-potable uses such as cleaning and irrigation. This project aims to evaluate the use of water generated from the condensation of Split evaporators in a small rural school, aiming to reduce the consumption of drinking water and contribute to the sustainability of water resources. The study indicates that the daily supply of water produced by the 5 (five) appliances is 49 liters, considering the operating time of 8 hours daily. In addition to saving water, the system enables a quick pay back. Thus, the implementation of the system for the use of water in air conditioning systems is a sustainable alternative in the search for water resources conservation. The expectation is to encourage the reuse of this water for several activities carried out daily, be it in the branches of agriculture, industry and domestic use, in order to reduce global water demand.

Key words: Water, Reuse, Sustainability, Air conditioning. Water crisis.

## INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial à vida, sendo abundante na natureza, mas apenas uma pequena parcela dessa massa líquida está disponível para as conveniências e é indispensável para que possamos desenvolver diversas atividades realizadas diariamente, seja nos ramos da agricultura, indústrias e de uso doméstico. Apesar da abundância na superfície terrestre, apenas uma pequena fração (< 1%) está disponível na sua forma natural para uso da humanidade. Por outro lado, o uso irracional e a degradação da água também podem ocasionar uma série de patologias e mortes (WHO, 2006).

Segundo Sperling (2005), estima-se que  $1,36 \times 10^{18} \text{m}^3$  de água disponível existente na Terra está distribuído da seguinte forma: 97,0% em água do mar, 2,2% nas geleiras e 0,8% são água doce. Destes 97% é água subterrânea contra 3% de água superficial.

ABC (2014) afirma que “o Brasil detém cerca de 12% de água doce superficial disponível no planeta”, mas suprir a demanda, em algumas regiões, está se tornando um impasse decorrente do crescimento populacional e da poluição e do uso não racional das reservas naturais de água. Considerando a limitação dos mananciais de superfície, é provável que, em poucos anos, as águas subterrâneas sejam preferencialmente destinadas ao abastecimento público (MANCUSO E SANTOS, 2003).

Entretanto, o crescimento populacional desordenado e o aumento da demanda por água, associado às mudanças climáticas e o mau uso dos recursos hídricos, tem provocado uma ameaça global de escassez de água. Em 2050, a expectativa é que a demanda hídrica mundial aumente em 55% (UNESCO, 2017).

Barbosa (2008) define que a sustentabilidade consiste em encontrar meios de produção, distribuição e consumo dos recursos existentes de forma mais coesiva, economicamente eficaz e ecologicamente viável. Uma boa alternativa é o reaproveitamento da água proveniente dos drenos de aparelhos de ar condicionado em diversas partes do mundo e principalmente na região do semiárido brasileiro para fins não potáveis como irrigação, descarga de sanitários e lavagens em geral. 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

patologias as edificações, tais como acúmulo de água e resíduos, proliferação de mosquitos, calçadas escorregadias e incomodo aos pedestres que transitam pelo local.

O presente artigo tem como objetivo mostra a eficiência do aproveitamento da água condensada, coletada por meio de aparelhos condicionadores de ar, para fins não potáveis em uma escola Sabatina da Igreja Adventista do 7º dia, localizada na BR-174, KM 04, na comunidade São João, zona Rural, nas proximidades da cidade de Manaus - AM. Localizada nas coordenadas – 20 2,9473°S,60,0281°W. A pequena escola é composta de 1 (um) banheiro, cozinha e 5 (cinco) salas.

## **1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Para embasamento teórico do estudo, serão mostrados assuntos pertinentes ao tema do artigo.

### **1.1 RECURSOS HÍDRICOS**

É tido como a parcela de água doce, superficial ou subterrânea, acessível à humanidade a custos compatíveis com os seus diversos usos, em que a sua disponibilidade varia de acordo com o país e as regiões que o abrange. (JÚNIOR, 2004)

#### **1.1.1 RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL**

O Brasil detém, aproximadamente, 12% das águas doces disponíveis no planeta Terra, distribuindo tal recurso de forma irregular em torno do país como consequência da grande variedade de processos climatológicos que regulam a distribuição e a disponibilidade da água. (ABC, 2014, p.4) “Três bacias hidrográficas têm um papel relevante do ponto de vista de disponibilidade de recursos hídricos, reserva estratégica de águas e de economia regional nacional: a Bacia Amazônica; a bacia do Rio da Prata; e a bacia do Rio São Francisco” (ABC, 2014, p.5). Entretanto, a distribuição dos recursos hídricos no Brasil não é proporcional à respectiva demanda da população de cada região. (Tabela 1).

**Tabela 1** – Distribuição da população, recursos hídricos e disponibilidade hídrica no Brasil.

Região	População	População (%)	Recurso hídrico (%)	Disponibilidade hídrica (m <sup>3</sup> /hab. Ano)
Norte	12.919.949	7,6	68,5	494.445
Nordeste	47.676.381	28,1	3,3	3.853
Sudeste	72.262.411	42,6	6	4.545
Sul	25.071.211	14,8	6,5	14.824
Centro-oeste	11.611.491	6,8	15,7	64.273

Fonte: Adaptado de Dias (2007)

Conforme a Tabela 1, a região Norte, com pouco mais que 7% da população brasileira, reúne 68% da água doce do país na bacia amazônica. Enquanto que o Nordeste, com 29% da população, apresenta pouco mais 3% de água doce. No Sudeste, a situação é ainda pior, pois reúne 6% da água doce de superfície para 43% da população. A região brasileira mais afetada pela escassez de água é o Nordeste, principalmente para os habitantes das regiões do semiárido, pois além da má distribuição dos recursos hídricos se depara com os baixos índices pluviométricos, o que dificulta inclusive a manutenção hídrica dos reservatórios.

Segundo dados da ANA (2017), dos 533 reservatórios monitorados na região Nordeste, 144 estão secos, com destaque para os que estão localizados nos seguintes estados: Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte.

De acordo com os dados do IBGE (2010), atualmente a população urbana do Brasil representa 84% do total da população, gerando, assim, grande

consumo dos recursos hídricos, tendo em vista que os usos múltiplos dependem de águas superficiais subterrâneas.

Com o intuito de obter o controle e a gestão das águas foi elaborado o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecido pela Lei nº 9.433/97, que tem como objetivo específico: “a melhoria das disponibilidades hídricas, superficiais e subterrâneas, em qualidade e quantidade; a redução dos conflitos reais e potenciais de uso da água; e, a percepção da conservação da água como valor socioambiental relevante”.

## **2. SISTEMAS DE CONDICIONAMENTO DE AR**

Antes de conhecer as técnicas para o aproveitamento da água, precisamos entender princípio básico do funcionamento dos aparelhos, e como ocorre esta geração de água que, muitas vezes é desperdiçada.

Apesar da variedade de aparelhos de condicionadores de ares, o princípio do sistema de refrigeração de expansão direta segue o mesmo modelo, onde a refrigeração se dá basicamente por meio de um fluido refrigerante. Normalmente, o fluido mais utilizado é o freon, termo característico dos vários fluorcarbonos não inflamáveis que passam facilmente do estado de gás frio para gás quente de alta pressão (ANTONOVICZ E WEBER, 2013).

Inicialmente, o mecanismo de refrigeração é oriundo da troca de calor do ambiente, que ocorre por meio da passagem de ar pela serpentina do evaporador. Nestas serpentinas encontra-se o gás refrigerante que refrigera ou aquece o ar de acordo com a temperatura solicitada usuário. O responsável pela circulação do gás dentro do equipamento é o compressor.

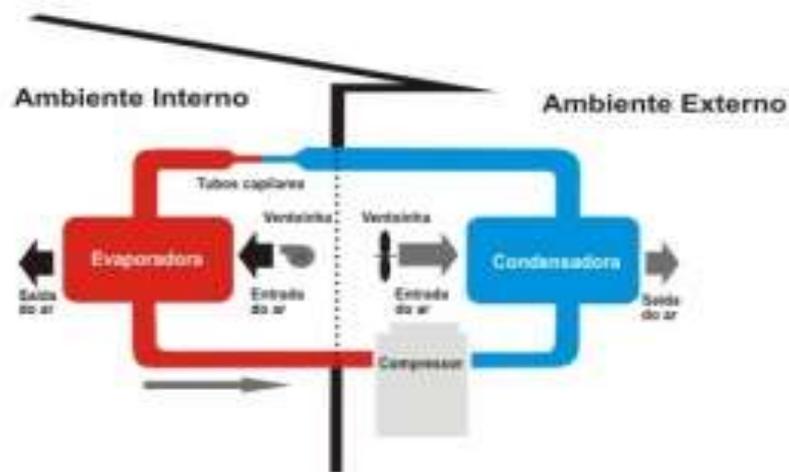
Quando o ar entra pelo evaporador e passa pela serpentina, ele retorna para o ambiente. Repetindo-se o ciclo até atingir a temperatura desejada. O termostato é quem mede a temperatura do ar que volta para o aparelho. Ao perceber que o ar do ambiente se encontra na temperatura desejada, o termostato desliga o compressor, mantendo, apenas, a ventilação do condicionador de ar.

Ocorrendo modificação, de temperatura o compressor é acionado novamente, por meio do termostato, efetuando a circular o fluido que vai esfriar ou esquentar o ar do área, o qual depende da necessidade do consumidor.

No caso da operação de aquecimento, existe uma válvula reversora que muda o caminho do gás, direcionando-o primeiramente para o evaporador. Assim, quem fica quente é o evaporador e o condensador fica frio.

O funcionamento do aparelho faz com que a umidade do ambiente presente no ar diminua por causa da condensação que ocorre quando este entra em contato com a serpentina da evaporadora, mantida a certa temperatura inferior à do ponto de orvalho (ANTONOVICZ E WEBER, 2013).

Figura:01-esquema de funcionamento do ar-condicionado



Fonte: antonovicz & weber,2013.

## 2.1 TIPOS DE EQUIPAMENTOS

Existem vários tipos de equipamentos condicionadores de ar, mas iremos falar especificamente do aparelho Split.

No sistema de expansão contínua, os condicionadores de ares do tipo split piseteto foram feitos para atender grandes ambientes residenciais, comerciais e institucionais, com capacidade alternando de 18000 a 80000 BTU. Estes equipamentos dispõem de maior vazão de ar e encontram-se disponíveis nas versões frio (FR – somente frio) ou quente/frio (CR – Ciclo Reverso).

A principal função do aparelho é proporcionar ao consumidor um bom aproveitamento de ambientes, permitindo uma simples instalação, seja na parede, no teto ou sobre o piso. O sistema de instalação do tipo split piso-teto consiste em uma unidade condensadora na área externa e uma unidade evaporadora na área

interna, evitando, assim, que o barulho emitido durante o seu funcionamento chegue ao ambiente interno e assim causando o bem estar do local.

A colocação do equipamento é indicada para ambientes que tenham muita circulação, aglomeração de pessoas e com pé direito alto, por causa da vazão de ar ser mais intensa que os tradicionais split hi-wall.

Falando do condicionador de ar do tipo piso-teto de sistema de expansão indireta, habitual como fan-coil, o mesmo retrata a mesma estética e local de instalação do equipamento demonstrado acima, porém, a unidade evaporadora se liga à CAG por meio de um equipamento refrigerador chiller.

No sistema de expansão contínua, a linha split -dutado intitulada como split built in – apresenta as duas unidades, de condensadora e evaporadora separadas. A última é instalada no forro enquanto que a primeira é instalada do lado de fora do ambiente.

Os aparelhos estão disponíveis no mercado brasileiro com capacidade variando entre 1800 e 6000 BTU, nas versões frio (FR – somente frio) ou quente/frio (CR – Ciclo Reverso). São instalados em ambientes como escritórios, consultórios, shoppings, casa de shows, etc.

Normalmente, o equipamento é dutado quando existem várias áreas necessitando de conforto térmico ao mesmo tempo ou quando há uma área muito grande em que o ar deve ser uniformemente distribuído (ANTONOVICZ E WEBER, 2013).

Com relação ao condicionador de ar do tipo dutado – também conhecido como built in – de sistema de expansão indireta, conhecido como fan-coil, o mesmo apresenta a mesma estética e local de instalação do equipamento ilustrado acima, porém, a unidade evaporadora se liga à CAG por meio do equipamento refrigerador, chiller.

### **3. DRENAGEM**

O dreno é encarregado por retirar a água produzida pelo condicionador de ar, gerada pelo processo de condensação, quando se encontra em funcionamento.

Existem dois tipos de dreno, por gravidade e por bombeamento. Este necessita de uma bomba para retirada dos condensados incumbida por remover o líquido condensado em lugares que não possuam um dreno próximo a instalação

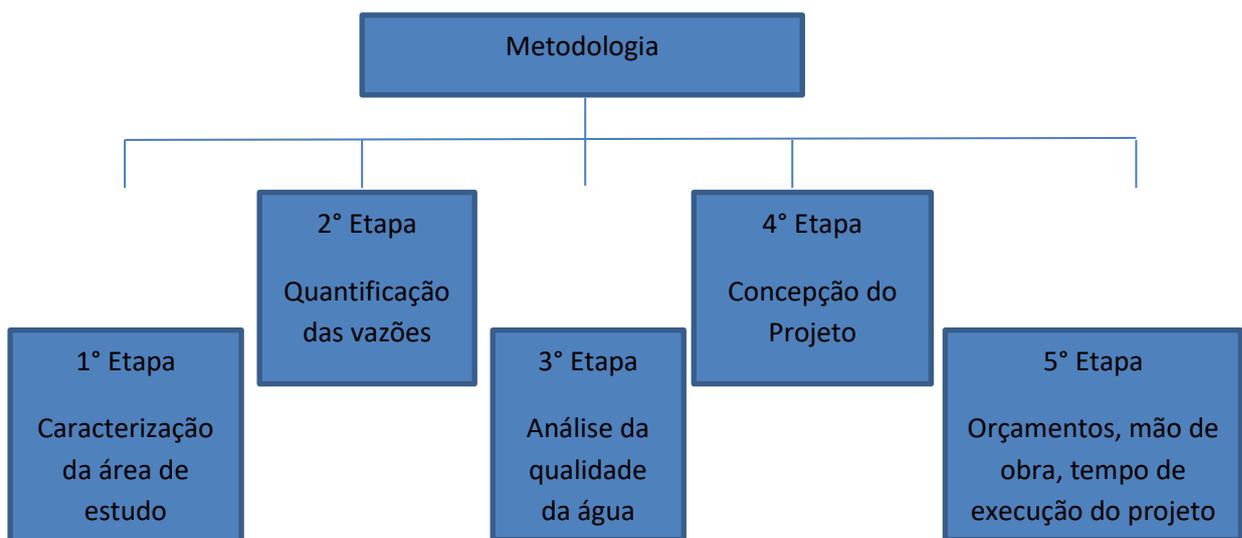
#### 4. PERCURSO METODOLÓGICO

Inicialmente, será realizada a caracterização da área em estudo de forma a conhecer suas dimensões e a necessidade de água utilizada no dia – a – dia, a partir daí teremos como calcular o quanto poderemos economizar com o projeto em relação ao consumo diário.

Em seguida, a próxima etapa tem como objetivo quantificar a vazão dos aparelhos de ar condicionado. Posteriormente, as etapas se constituirão em análise da qualidade da água, concepção do projeto e levantamento dos custos da implantação.

Será realizada análise de dados secundários em relação à qualidade da água proveniente dos aparelhos de ar condicionado Split, 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 do mesmo, considerando a quantificação de água gerada pelos aparelhos de ar Condicionado Split, a vazão correta de cada aparelho e o dimensionamento do sistema de drenagem, coleta e armazenamento da água proveniente das evaporadoras de ar Split. Deverá ser instalada tubulação de PVC ao final dos drenos dos aparelhos de ar condicionado que redirecionará toda a água para um reservatório onde será armazenada e distribuída para o uso determinado.



**Tabela 1:** Etapas da pesquisa - Fluxograma. **Fonte:** Autor

## 5. SERVIÇOS PRELIMINARES

### 5.1 Análise Do Local

O local de desenvolvimento do projeto de coleta de água dos aparelhos de ar condicionado está situado no município de Manaus-AM. Em uma escola Sabatina de estudos bíblicos da igreja Adventista do 7° dia. A pesquisa para o projeto foi desenvolvida em um local que mede 3 metros de frente por 18 metros de fundo, contendo, 5 ( cinco) salas de aulas e 1 (uma) copa com banheiro, e assim, todas tendo o mesmo tamanho de 3X3 metros, e já em pleno funcionamento, na espera das instalações das Centrais de ar Split.

Após a sua instalação, iniciaremos a implantação do projeto de coleta e armazenamento da água gerada pela condensação das evaporadoras ar Split.



**Figura 2:** Local do desenvolvimento do projeto. Fonte: Autoria Própria.

A expectativa é reduzir o consumo de água e minimizar os impactos decorrentes do uso inapropriado dos recursos hídricos, com intuito de promover medidas para uso racional da água na instituição de ensino e mostra que com este pequeno projeto que esta sendo implantado poderá dimensionar outros bem maiores e mais complexos e nos darão resultados bem mais expressivos.

### 5.2 Quantificação Da Vazão Dos Aparelhos De Ar Condicionado

Com base no estudo realizado no início do mês de outubro, no qual identificaram as vazões (L/h), potência de refrigeração de 12.000 (BTUs) dos condicionadores de ar Split presentes na escola Sabatina de estudo bíblico da

igreja Adventista do 7º dia, foi possível obter um valor médio das vazões. Os materiais utilizados para a obtenção das vazões já estudadas foram 1 (um) balde de 20 litros, fichas de anotação e cronômetro. Após as medições, os resultados médios das vazões por potência de refrigeração foram obtidos através da média entre os valores encontrados no local. De posse dos dados das vazões médias horárias, foi obtida a produção diária das condensadoras de ar Split. Nessa etapa, considerando o tempo de 8 horas de funcionamento diário dos aparelhos, onde representa o perfil de carga horária dos professores da Escola Sabatina.

Portanto, a média do volume é de 1,025 litros coletados em 1 hora por aparelho. Uma vez, que considerando a implantação do projeto de aproveitamento de água das evaporadoras de ar, será coletada água proveniente de 05 (cinco) aparelhos de evaporadoras ar Split, tendo em vista que cada aparelho produz 9,8l a cada 8 horas, multiplicando este valor para 5 aparelhos de ar Split chegamos ao total de 41 litros por dia.

MARCA	POTÊNCIA	V./h De funcionamento	
Electrolux	12.000Btus	1,025l	

Tabela 2: Vazão média mensal estimada

### 5.3 Análise Da Qualidade Da Água Gerada Pela Condensadora De Ar Split.

A análise da característica da qualidade da água é de suma importância, uma vez que, são através desta análise que se podem vislumbrar substâncias tóxicas inviáveis para seu uso.

Neste Projeto de aproveitamento de água proveniente da condensação das condensadoras de ar Split, foram avaliados os seguintes parâmetros: pH, condutividade, concentração de Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo, Mercúrio e Zinco. A coleta da água foi realizada no período da manhã em recipientes com tampa, comprada em farmácia.

A análise da presença de metais foi necessária para identificar se há interferência dos metais constituintes das tubulações dos aparelhos no processo de condensação da água.

O resultado da análise da água, conforme os valores obtidos foram comparados com os limites estabelecidos pela Portaria MS 2914/2011 do Ministério da Saúde, a qual dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Portanto, água proveniente da condensação das condensadoras de ar é imprópria para o consumo, mas pode ser utilizada com diversos propósitos, como, por exemplo, lavagem de veículos, lavagem de garagem, calçadas e jardinagem, etc. A prática do aproveitamento de água permite que um volume maior de água potável permaneça disponível, contribuindo para a sustentabilidade dos recursos hídricos e garantindo seu uso racional e reduzindo a demanda de água sobre os mananciais.

## **6. CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO**

Devido às impurezas contidas na água proveniente da condensadora de ar Split, o seu uso restringe-se a algumas aplicações, ou seja, será direcionada a água para uso das descargas do sanitário, na limpeza das dependências da instituição, igreja e na irrigação do jardim.

Portanto, os custos da implantação do projeto foram avaliados de acordo com a estrutura do local, juntamente com a mão de obra e os insumos necessários à instalação. O orçamento foi obtido com base nos insumos e composições disponíveis na tabela do SINAPI (2018), e junto aos fornecedores das tubulações e conexões. Com os custos contabilizados foi possível obter o tempo de retorno do investimento e avaliar a viabilidade econômica construtiva do sistema de aproveitamento da água das condensadoras de ar Split.

<b>Custo de Implantação do Projeto</b>				
Q	Descrição			
uantidade	Produto	Valor Unid.	Valor total	
4	Tubos soldáveis 25mm	9,00	36,00	
6	T soldáveis de 25mm	1,25	7,50	
1	Caixa d'agua 1000l	265,00	265,00	
1	Torneira 3/4	4,50	4,50	
2	Luvras soldáveis 25mm	0,35	0,75	
1	Registro soldável 25mm	8,00	8,00	
total				R\$ 321,75

**Tabela 3** - Custo de implantação do projeto. Fonte: Autores

## 7. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

O projeto consiste na implantação de um sistema de captação e armazenamento de água proveniente do aparelho de ar condicionado Split. Vale ressaltar que sua implantação se encontra em andamento, com fase final prevista para o segundo semestre do ano corrente, conforme é mostrado no cronograma abaixo (Figura 2). As etapas referentes à implantação foram divididas em: análise do local, levantamento quantitativo de vasão das evaporadoras proveniente da condensação, análise da qualidade da água, orçamento de implantação do projeto, conclusão do projeto.

CRONOGRAMA	Período de tempo em meses			
	SET	Out	Nov	DEZ
Atividades				
Análise do local				
Quantitativo da vazão				
Análise da água				
Orçamento de implantação				
Execução do projeto				
Conclusão do projeto				

Tabela 4– Cronograma de atividades. Fonte: Autor

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TORRES, Rodrigo Grace; MORAIS, Francisco Carlos; **MARQUES**, Adilson Lima. **Aproveitamento da água pluvial: estudo de caso para a captação e uso da água para fins não potáveis na UNAERP campus Guarujá.** Cidade, v.00, n.11, p.111-222, jan. 2012.

ROCHA, Débora Patrícia Batista Da. **Sistema de reuso de água proveniente de aparelhos de ar condicionados para fins não potáveis: estudo de caso aplicado ao centro de tecnologia da UFRN.** Disponível em: <https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/5148/1/sistema-reuso-agua-Rocha-Artigo.pdf>>. Acesso em: 17 Set.2018

KERN, Juliana Girardello. **Reuso da água de condicionadores de ar para irrigar hortas suspensas.** Cidade, v.00, n.11, p.111-222, jan. 2012. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000017084.pdf>>. Acesso em: 18 Set. 2018.

Paulo Rogério Lemos<sup>1</sup>; FAGUNDES, Renata Magalhães. **Reaproveitamento de água para fins não potáveis em habitações de interesse social**. Disponível em: <[http://www.pucrs.br/edipucrs/xsalaoc/ciencias\\_sociais\\_aplicadas/arquitetura\\_e\\_urbanismo/70444-paulo\\_rogerio\\_lemos.pdf](http://www.pucrs.br/edipucrs/xsalaoc/ciencias_sociais_aplicadas/arquitetura_e_urbanismo/70444-paulo_rogerio_lemos.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2018.

N. L. C. et al. **Reutilização de águas residuárias**. Disponível em: <[file:///c:/users/wellington/downloads/12585-57379-1-pb%20\(1\).pdf](file:///c:/users/wellington/downloads/12585-57379-1-pb%20(1).pdf)>. Acesso em: 12 Set. 2018.