

**Coleta e aproveitamento de água de aparelhos de ar-condicionado****Water collection and use of air conditioning**

DOI:10.34117/bjdv5n9-186

Recebimento dos originais: 25/08/2019

Aceitação para publicação: 25/09/2019

**Euler Bueno dos Santos**

Engenheiro Eletricista e Físico, Doutor em Engenharia Elétrica, Professor Associado na Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.

Endereço: Av. Universitária, Quadra 86, n° 1488, Bloco A – 3° piso, Setor Leste Universitário, Goiânia, Goiás, Brasil. CEP: 74810-220. e-mail: euler.bueno.santos@gmail.com

**Samara Silva Soares**

Engenheira Ambiental e Sanitarista e de Segurança do Trabalho. Mestre em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Doutoranda em Ciências Ambientais pela UFG.

Endereço: Av. Universitária, Quadra 86, n° 1488, Bloco A – 3° piso, Setor Leste Universitário, Goiânia, Goiás, Brasil. CEP: 74810-220. e-mail: euler.bueno.santos@gmail.com

**Maira Ferreira da Silva Rodrigues**

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.

Endereço: Av. Universitária, Quadra 86, n° 1488, Bloco A – 3° piso, Setor Leste Universitário, Goiânia, Goiás, Brasil. CEP: 74810-220. e-mail: euler.bueno.santos@gmail.com

**Paulo Sérgio Scalize**

Engenheiro Civil e Biomédico, Doutor em Hidráulica e Saneamento, Professor Associado na Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.

Endereço: Av. Universitária, Quadra 86, n° 1488, Bloco A – 3° piso, Setor Leste Universitário, Goiânia, Goiás, Brasil. CEP: 74810-220. e-mail: euler.bueno.santos@gmail.com

**RESUMO**

A água é essencial à vida e ao desenvolvimento. Assim sendo é muito importante o aproveitamento de fontes alternativas. Neste sentido o objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência de um sistema de coleta e aproveitamento de água de aparelhos de ar-condicionado. Para tal é exposto um estudo quali-quantitativo de um sistema, implantado em 2015 no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás (CREA-GO) e que se encontra em operação, de modo a permitir alcançar o objetivo mencionado. Neste trabalho resultados interessantes são apresentados, os quais foram obtidos através de processamento de dados originados de registros de medições realizadas com equipamentos de tecnologia moderna. No

quesito qualidade do produto (água condensada), exames laboratoriais foram realizados cujos resultados permitem uma correta avaliação qualitativa, possibilitando através de dados relativos ao volume diário de água retirada do sistema, para suprimentos da demanda de determinadas atividades, considerando o princípio do uso racional.

**Palavras-chave:** Água condensada, aproveitamento, eficiência, uso racional.

## **ABSTRACT**

Water is essential to life and development. Therefore it is very important to take advantage of alternative sources. In this sense the objective of this work is to evaluate the efficiency of a water collection and utilization system of air conditioners. To this end, a qualitative and quantitative study of a system, implemented in 2015 at the Goiás Regional Engineering and Agronomy Council (CREA-GO), which is in operation in order to achieve the mentioned objective, is exposed. In this work interesting results are presented, which were obtained through data processing originated from measurement records made with modern technology equipment. Concerning the product quality (condensed water), laboratory tests were performed whose results allow a correct qualitative evaluation, making possible through data related to the daily volume of water withdrawn from the system, to supply the demand of certain activities, considering the principle of rational use. .

**Keywords:** Condensed water, utilization, efficiency, rational use.

## **1 INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos tornou-se frequente a falta de água potável, principalmente nas épocas de estiagem, em várias cidades brasileiras, devido tanto a diminuição do volume na estação seca quanto ao uso indiscriminado deste recurso, potencializando a necessidade de se adotar medidas que estimulem o uso racional da água e o aproveitamento daquela originada de fonte alternativa para ser utilizada em determinadas atividades. Assim sendo o aproveitamento da água proveniente da evaporadora do sistema de aparelho de ar-condicionado é uma alternativa à oferta de água destinada para fins menos nobres, como limpeza, descarga de aparelhos sanitários e jardinagem, e talvez para uso mais nobre como atividades laboratoriais.

O conceito de reúso e aproveitamento está amplamente difundido, mostrando um potencial existente em nosso meio para otimização de recursos, como o caso da água produzida em sistemas condicionadores de ar (MOTA et al., 2012; SANTOS et al., 2015; CUNHA et al., 2015; BARBOSA e COELHO, 2016; SCALIZE et a., 2018). Esta água no presente trabalho é também denominada de água condensada.

Em várias regiões do Brasil as condições climáticas, influenciada pelas altas temperaturas, estimula o uso de aparelhos de ar-condicionado, seja em residências, no comércio, em órgãos públicos, ou na indústria, em considerável intervalo de tempo do dia ao longo do ano o que conseqüentemente produz uma quantidade significativa de água

condensada. Assim sendo é fato a existência de uma grande quantidade de aparelhos de ar condicionado tipo *split* em operação. Isto constituiu uma oportunidade para a implantação de rede de coleta para aproveitamento de água condensada.

O objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência de um sistema de coleta e aproveitamento de água condensada para fins menos nobres, neste caso serviço de limpeza e irrigação, implantado em um edifício público.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Para o desenvolvimentos deste estudo foi utilizado o sistema de coleta e armazenamento da água dos aparelhos de ar condicionado existente na sede do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás (CREA-GO), localizado em Goiânia capital do Estado de Goiás. Esta edificação possui quatro pavimentos, totalizando 4.444,78 m<sup>2</sup> de área, a qual pode demandar um volume relativamente grande de água para sua limpeza. Visando o uso racional da água inicialmente foi deflagrada uma campanha educativa, envolvendo os colaboradores do serviço de limpeza por meio de palestra coletiva e diálogos individualmente, com produção e distribuição de material didático (cartilha) evidenciando questões ambientais. Para prover meios com a finalidade de otimizar a realização das tarefas de limpeza foi projetado e adquirido um dispositivo móvel, com capacidade de armazenamento de água suficiente às atividades pertinentes, considerando também a redução das possibilidades de acidentes de trabalho.

A expressiva quantidade de água necessária às tarefas de limpeza justifica a busca de fonte alternativa àquela da companhia de abastecimento local que fornece água potável. Neste sentido aproveitou-se a água liberada das evaporadoras dos aparelhos de ar-condicionado. Neste caso os aparelhos do sistema de ar-condicionado são do tipo *split* sendo 67 de 12.000 Btu/h e sete de 18.000 Btu/h. As evaporadoras destes aparelhos integram redes coletoras ligadas a reservatórios com capacidade total de armazenamento de 400 L.

Para facilitar a medição do volume de água liberado, foram instalados hidrômetros multijato velocimétrico antes da torneira de escape de cada reservatório. As medições foram efetuadas seguindo um protocolo pré-estabelecido, com horários fixos para leitura no início do período matutino e final do período vespertino, de segunda-feira a sexta-feira pois nos sábados e domingos não há expediente. Foi também realizado monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar diariamente durante o período de observação, com dados obtidos de

uma estação solarimétrica, da Universidade Federal de Goiás, localizada nas proximidades do CREA-GO.

Para avaliar a qualidade da água condensada dos aparelhos de ar-condicionado foram efetuadas análises físico-químicas e microbiológico, sendo: cor aparente, turbidez, pH, alcalinidade, condutividade elétrica, dureza, cloreto, matéria orgânica, coliformes totais e coliformes termotolerantes, seguindo o *Standard Methods* (APHA; AWWA; WEF, 2005). As coletas de amostra foram realizadas conforme o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (BRANDÃO et al., 2011), realizadas nos dias 04 de abril de 2015 e no dia 12 de março de 2018.

### **3 RESULTADOS/DISCUSSÃO**

A campanha educativa e a utilização da água proveniente do sistema de coleta e armazenamento produziram redução no volume consumido de água potável proveniente da companhia de abastecimento. A economia de água verificada nos volumes faturados nos anos de 2015 (1.307 m<sup>3</sup>) e 2016 (1.621 m<sup>3</sup>) em relação ao ano de 2014 (1.936 m<sup>3</sup>) foi significativa, pois no pior caso em 2016 a economia foi acima de 16%, sendo que em 2015 a economia foi acima de 32%.

Com propósito de permitir uma melhor avaliação do desempenho temporal do sistema foram apresentados gráficos contendo o volume de água retirado em diferentes ocasiões bem como do comportamento de parâmetros climáticos, como temperatura ambiente e umidade relativa do ar, que influenciam a produção de água condensada, em determinados dias do ano de 2015 e de 2018. Assim sendo a Figura 1 apresenta o histograma do volume de água retirada em cinco dias consecutivos do mês de setembro de 2015 e a Figura 2 mostra o comportamento da umidade relativa do ar e da temperatura no mesmo período.

Figura 1 - Volume da água condensada coletada em cinco dias consecutivos em set./2015.

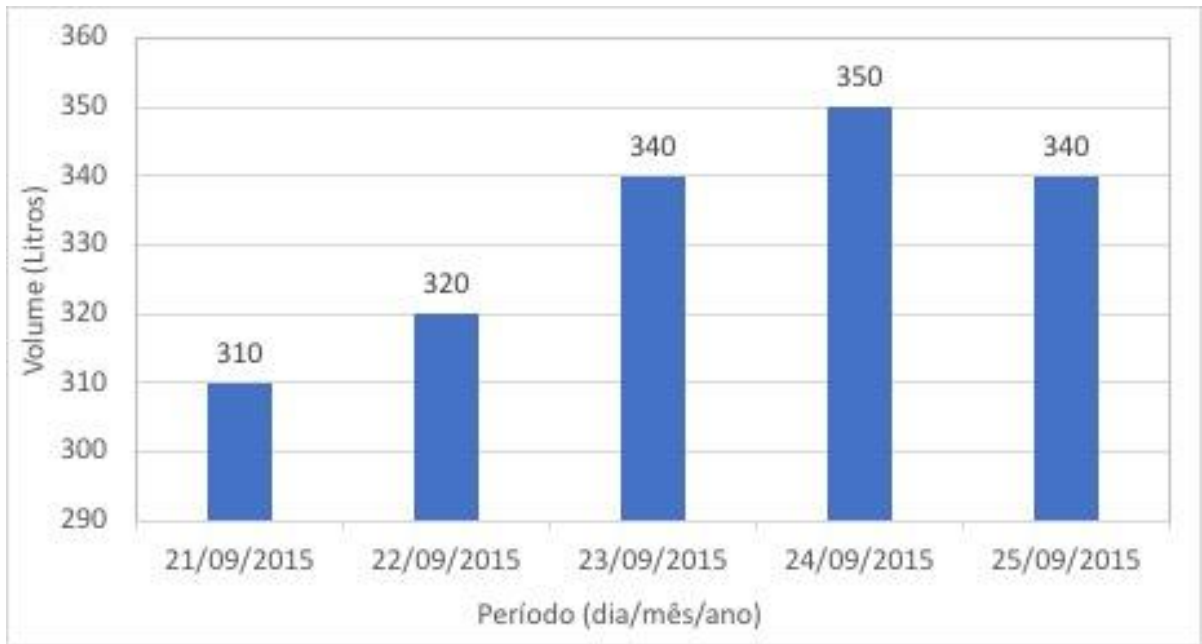
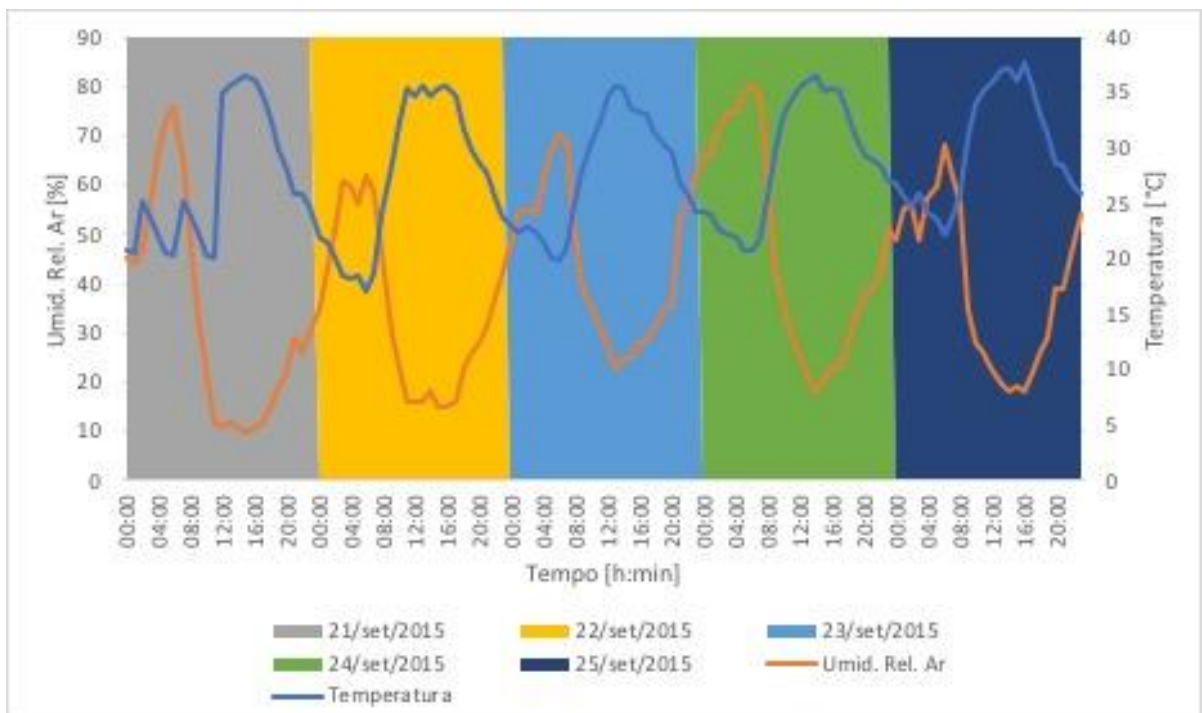


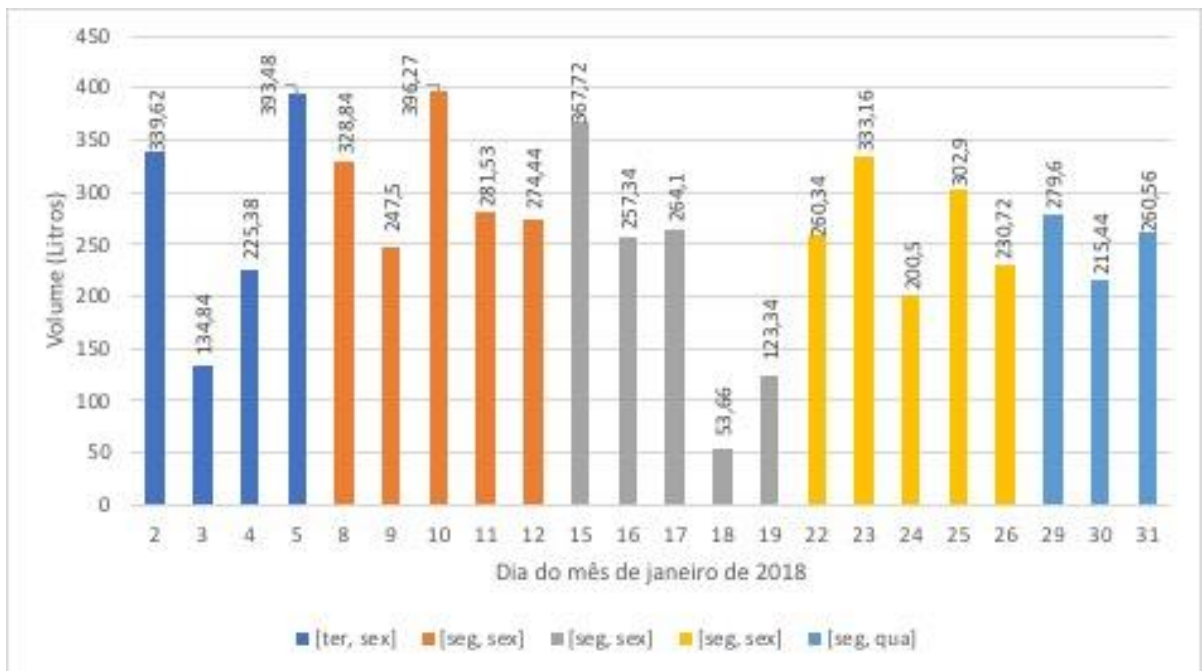
Figura 2 – Umidade relativa do ar e temperatura em cinco dias consecutivos em set./2015.



Os valores mostrados na Figura 1 permitem obter um volume médio diário de 332 L/d. Já na Figura 2 é possível observar que a temperatura no período diurno (horário de expediente) ao longo dos cinco dias variou entre 20,2°C e 37,2°C enquanto a umidade relativa do ar variou entre 10% e 63%.

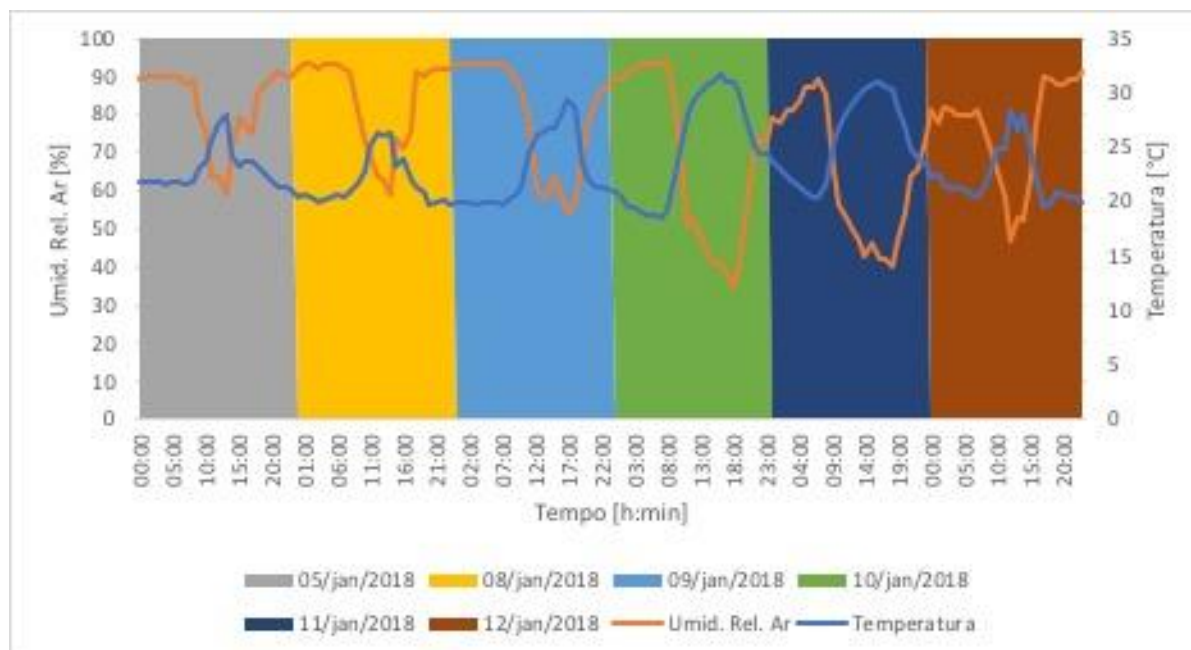
A Figura 3 mostra o histograma relativo a água retirada do sistema coletor durante todo o mês de janeiro de 2018, que permiti obter um valor médio diário de 262,33 L/d. Observa-se que do dia 5 ao dia 12 foram praticadas ações para verificar a capacidade de produção diária semanal, resultando num valor médio de 320,34 L/d. Nos dias 18 e 19 o sistema passou por manutenção corretiva, portanto, a quantidade da água condensada retirada foi menor que nos outros dias, no entanto o volume acumulado no mês de janeiro totaliza 5.771,28 L.

Figura 3 - Histograma da água retirada do sistema coletor em janeiro de 2018



Com o propósito de mostrar o comportamento diário da temperatura e umidade relativa do ar, nos dias em que verificou-se a capacidade de produção, é exposto o gráfico da Figura 4. É razoável perceber neste gráfico que, nos períodos diurnos nos horários entre 8 e 18 horas ao longo dos dias observados, a temperatura ambiente variou aproximadamente entre 20°C e 32°C enquanto que a umidade relativa do ar variou entre 92% e 35%. Neste cenário o volume médio/dia de água produzido foi perfeitamente satisfatório uma vez que excedeu consideravelmente a média diária mensal (mês de janeiro de 2018) cuja a diferença percentual foi de aproximadamente 22%.

Figura 4 – Umidade relativa do ar e temperatura em diferentes dias em janeiro de 2018.



A Tabela 1 expõe os valores encontrados a partir das análises para as amostras de água proveniente do sistema de ar-condicionado, coletadas no dia 04 de abril de 2015 e no dia 12 de março de 2018.

Tabela 1 – Caracterização da água condensada coletada em duas ocasiões distintas, comparadas com os limites da Portaria 2914, relativa a consumo humano.

Parâmetro analisado	04/04/2015	12/03/2018	Portaria 2914
Cor (uC)	0,4	0,3	15
Turbidez (NTU)	0,2	0,37	0,5
pH	6,57	6,12	6 a 9
Coliformes totais (NMP/100ml)	ausente	ausente	ausente
Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)	ausente	ausente	ausente
Alcalinidade (mg/L)	1,1	0,8	-
Condutividade elétrica ( $\mu$ S/cm)	28,25	29,09	-

Dureza (mg/L)	ND	ND	500
Matéria orgânica (mg/L)	NR	3,4	-
Cloreto (mg/L)	NR	0,53	250

ND = não detectada; NR = não realizado.

Os resultados apresentaram valores abaixo de valor máximo permitido pela Portaria 2914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) para os padrões de potabilidade analisados. Cabe ressaltar que a água captada do ar-condicionado não passa por qualquer tipo de tratamento, contudo apresentou ótimos resultados de qualidade para os parâmetros pesquisados, necessitando de outras análises, tais como metais e *Legionella pneumophila*. Soares et al. (2017) em uma análise quali-quantitativa da água proveniente de aparelhos de ar-condicionado encontrou valores semelhantes para os parâmetros pesquisados com exceção da matéria orgânica em que a média encontrada foi de 1,69 mg/L.

É oportuno salientar que o sistema tem suprido a demanda de água para o serviço de limpeza, e outras utilidades, desde janeiro de 2015, ocasião de sua implantação e início de operação.

## 5 CONCLUSÃO

A campanha educativa sobre uso racional de água aliada a implantação do sistema de coleta e aproveitamento de água das evaporadoras mostaram-se eficiente, adequado ambientalmente e economicamente viável.

O sistema de coleta e armazenamento com o aproveitamento da água do ar-condicionado é simples e de fácil aplicação, tanto que já foi replicado em outros locais, estimulando ainda pesquisas visando a utilização em atividades laboratoriais.

Baseado apenas nos resultados dos exames laboratoriais realizados mostraram que a água do sistema de coleta e aproveitamento não apresenta potencial risco quando manuseada por seres humanos.

O fato da não utilização de água potável nos serviços de limpeza por se só já justifica o compromisso com a sustentabilidade, compromisso este que se torna mais forte quando são aplicadas ações visando o uso racional, deste bem tão precioso, implicando diretamente em combate efetivo ao desperdício.

As condições atmosféricas não constituíram aspectos negativo à produção da água condensada nos dias observados, uma vez que o volume médio diário produzido superou o volume médio diário mensal numa quantidade relativamente grande.

Vale ressaltar que o sistema mostrou-se eficiente pois está sendo capaz de suprir a demanda do serviço de limpeza por três anos consecutivos em diferentes situações climáticas, e até o momento não apresentou qualquer indício de contaminação e valores de parâmetros inadequados quando comparados a valores padrões de referência.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION - WEF. (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st Ed. Washington, DC, 2005.

BARBOSA, T.; COELHO, L. (2016). Sustentabilidade por meio do reúso da água dos aparelhos de ar-condicionado da faculdade de tecnologia deputado Waldyr Alceu Trigo – FATEC sertãozinho. **Revista Academus**, v. 4, n. 1, 2016.

BRANDÃO, C. J., Botelho, M. J. C., Sato, M. I. Z., & Lamparelli, M. C. (2011). Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: CETESB.

BRASIL. Ministério da Saúde (2011) Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe 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, 2011.

CUNHA, J. A. O.; OZÓRIO, C. V. de L.; PIRES, R. B.; ALMEIDA, J. V. de; MELO, I. E.; WILLIAN, P. (2015). Aparelhos de ar condicionados para uma proposta de reúso direto no IFCE-Campus Quixadá. p. 1–10, 2015.

MOTA, T. R.; OLIVEIRA, D. M. D.; INADA, P. (2012). Utilização da água de sistemas de ar-condicionado visando o desenvolvimento sustentável. In: 10º Fórum de extensão e cultura da UEM, **Anais...**2012.

SANTOS, P. A. D.; SILVA, A. V. D.; BRITO, E. M. D.; PAZ, L. A. D.; LEITE, R. M. D. (2015). Estudo de caso de reaproveitamento da água de condensado de condicionadores de ar. In: 15º Congresso Nacional de Iniciação Científica, **Anais...**2015

SCALIZE, P. S.; MARQUES, T. A. ; MARTINS, G. G. M. ; SOARES, S. S. ; ALVES, A. C. F. ; BALLAMINUT, N. ; ALBUQUERQUE, A. . Use of condensed water from air conditioning systems. *OPEN ENGINEERING*, v. 8, p. 284-292, 2018.

SOARES, S. S.; GADE, G.; SANTOS, E. B.; CASTRO. M.; SCALIZE, P. S. (2017). Análise quali-quantitativa da água condensada de um sistema de ar-condicionado de um edifício da UFG. 29º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28º Encontro Técnico AESabesp e 28ª Feira Nacional de Saneamento e Meio Ambiente – FENASAN. 2017.