

## I – 836 – CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DE SISTEMAS DE AR CONDICIONANDOS PARA APROVEITAMENTO, MUNICÍPIO DE LIMOEIRO DO NORTE – CE

**Andréia de Araújo Freitas Barroso<sup>(1)</sup>**

Mestre em Engenharia Agrícola – UFC e Técnica de Lab. do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental do IFCE, *campus* Limoeiro do Norte.

**Eirilândia Sousa da Silva<sup>(2)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária – Núcleo de Tecnologia e Qualidade Industrial do Ceará (Nuteq).

**Leila Lima da Silva<sup>(3)</sup>**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental, IFCE *campus* Limoeiro do Norte - CE

**Maria Aparecida Liberato Milhorne<sup>(4)</sup>**

Doutora em Engenharia Civil/Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará - UFC. Professora efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, *campus* Limoeiro do Norte. Coordenadora do Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do IFCE *campus* Limoeiro do Norte.

**Hosineide de Oliveira Rolim dos Santos<sup>(5)</sup>**

Doutora em Engenharia Civil/Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará-UFC. Professora efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, *campus* Limoeiro do Norte.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** IFCE *campus* Limoeiro do Norte. Rua Estevão Remígio de Freitas, 1145, Monsenhor Otávio, CEP: 62930-000, Limoeiro do Norte, Ceara, Brazil. Tel: 55 85 3401 - 2292. email: [andreia-barroso@ifce.edu.br](mailto:andreia-barroso@ifce.edu.br)

### RESUMO

Em regiões tropicais, o uso dos aparelhos de ar condicionado para conforto térmico promove a geração de água resultante da condensação, que na maioria das vezes é desperdiçada, no solo ou então drenada para galerias pluviais. O presente trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade do aproveitamento da água proveniente dos condicionadores de ar, visando o reuso e a diminuição dos problemas gerados por gotejamentos indevidos. A pesquisa foi desenvolvida desde 2017 a 2022 no IFCE *campus* Limoeiro do Norte, onde foram realizadas coletas de volumes de água drenados pelos aparelhos e verificados os parâmetros: Condutividade Elétrica, pH, Sólidos Dissolvidos Totais, Cloretos, Turbidez e Coliformes Termotolerantes. As amostras foram analisadas no Laboratório de Saneamento Ambiental do IFCE *campus* Limoeiro do Norte, seguindo a metodologia do APHA (2012). A partir da estimativa realizada é possível coletar aproximadamente 2.133,76 L/dia de todos os aparelhos analisados do *campus* sede. O reuso dessa água pode gerar economia de recursos e a preservação de um bem que é escasso. A água coletada apresentou em alguns pontos, contaminação por Coliformes Termotolerantes, sendo necessário um tratamento simplificado, para garantir sua desinfecção. Portanto, evidencia-se que o aproveitamento da água de aparelhos de ar condicionado constitui-se uma alternativa viável e segura de aproveitamento para fins não potáveis, gerando benefícios não somente financeiros, mas, sobretudo socioambientais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Uso de água não potável, Fonte alternativa de água, Refrigeração.

### INTRODUÇÃO

Atualmente, torna-se cada vez mais comuns discussões sobre escassez hídrica e a necessidade de conservação desses recursos e segundo o relatório das nações unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos, dois terços da população mundial atualmente vivem em áreas que passam pela escassez de água por, pelo menos, um mês ao ano e cerca de 500 milhões de pessoas vivem em áreas onde o consumo de água excede os recursos hídricos localmente renováveis (WWAP, 2018). Visto que a água é um bem de todos e essencial à vida, em situações de escassez como a que o mundo enfrenta atualmente, faz-se necessário a elaboração de novos meios de preservação e conservação desses recursos, nesse âmbito a utilização de fontes de alternativas de abastecimento estão cada vez mais presente nos dias de hoje.

Nos últimos anos, em locais com temperatura elevada, é notável o aumento excessivo de utilização das centrais de ar condicionado, junto com a sensação de bem estar e conforto térmico ocasionado por esse equipamento, vem os indesejáveis gotejamentos provenientes do aparelho. Durante o seu processo quando o ar entra em contato com a serpentina do evaporador, a sua temperatura reduz ao ponto de orvalho, onde há o escoamento de água, geralmente causando uma série de inconvenientes, desde a deterioração da edificação, até o acúmulo de lodo em calçadas prejudicando a passagem de pedestres. Assim, o reaproveitamento dessa água ajudaria a eliminar os problemas acarretados, além de evitar o seu desperdício. Com a escassez de água presente na realidade da região do nordeste brasileiro e regiões do localizadas no Baixo Jaguaribe, estado do Ceará onde as chuvas são escassas e irregulares, se faz necessário o aproveitamento das águas para fins não potáveis, bem como sua aplicabilidade correta em possíveis culturas que dispões a Resolução do COEMA 02/2017.

A implantação de sistemas de reuso de água implica em grande vantagem da utilização dessa água de reuso, principalmente a de preservar a água potável exclusivamente para atendimento de necessidades que exigem a sua potabilidade, como para o abastecimento humano. Entre outras vantagens podemos citar os benefícios socioeconômicos e ambientais desde que possuam viabilidade técnica e econômica, por aumentar a oferta de água potável e disponível nos mananciais. Outra vantagem é o aumento dos níveis de tratamento dos efluentes líquidos, diminuindo o desperdício e o lançamento dos mesmos nos cursos d'água, bem como a redução do volume de esgoto.

Diante dessa perspectiva, o presente trabalho foi desenvolvido no IFCE *campus* Limoeiro do Norte, com o objetivo de analisar a viabilidade do aproveitamento da água proveniente dos aparelhos de ar condicionado a fim de se adequar a qualidade do efluente otimizando o reuso para fins agrícolas e outros, tendo em vista que, a água que é liberada através dos drenos, apresenta uma destinação aleatória, o que gera grande desperdício e o acúmulo de poças d'água, o que pode ocasionar possíveis focos de procriação de mosquitos transmissores de doenças, além disso, o acúmulo excessivo de água tem ocasionado à geração de lodos, deterioração gradual da estrutura do edifício o que poderá ocasionar possíveis acidentes.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral desse trabalho foi analisar a viabilidade do aproveitamento da água dos aparelhos de ar condicionados instalados no IFCE *campus* Limoeiro do Norte, visando o reuso da água e a diminuição dos problemas gerados por gotejamentos indevidos.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estimar a vazão de água gerada por aparelhos de ar condicionado;
- Avaliar a qualidade física, química e microbiológica da água proveniente dos condicionadores de ar; e
- Avaliar a possibilidade de reuso da água gerada pelos aparelhos de ar condicionados para irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e demais culturas de acordo com a Resolução COEMA 02/2017, bem como demais usos para fins não potáveis de acordo com a NBR 13969/97, em sua Classe 2 estabelece padrões sobre reuso de efluentes tratados para lavagens de pisos, calçadas e irrigação de jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes.

## **METODOLOGIA**

O estudo foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE *campus* Limoeiro do Norte o qual que está situado no Vale do Jaguaribe, especificamente no município de Limoeiro do Norte estado do Ceará onde dista cerca de 200 km da capital cearense.

A instituição possui área total de 12.000,00 m<sup>2</sup>, sendo 6.692,46 m<sup>2</sup> de área construída, dividido em 12 blocos, com infraestrutura dotada de salas de aula, laboratórios básicos e específicos para os diversos cursos, sala de vídeo conferência, auditório, espaço de convivência, cantina industrial, biblioteca, dentre outros. A pesquisa foi realizada no período de 2017 a 2022 através de levantamento do número de aparelhos de ar condicionados instalados na Unidade Sede do IFCE *campus* Limoeiro do Norte, com suas respectivas marcas, potências e

tempo de uso diário onde posteriormente procedeu-se à quantificação do volume de água drenado pelos aparelhos e coleta da mesma para análises. Foram selecionados oito blocos e realizada coletadas de amostras de água em 20 unidades refrigeradoras. Os aparelhos possuíam marcas e potências diversificadas (Tabela 1).

**Tabela 1: Dados dos aparelhos de ar condicionados analisados na pesquisa.**

PONTOS	LOCAIS DE COLETA	MARCA: APARELHOS DE AR	POTÊNCIA (BTU)
P <sub>01</sub>	BLOCO 01	YANG	24.000
P <sub>02</sub>	BLOCO 01	GREE	21.000
P <sub>03</sub>	BLOCO 01	MIDEA	18.000
P <sub>04</sub>	BLOCO 01	SPRIGER	19.000
P <sub>05</sub>	BLOCO 02	MIDEA	30.000
P <sub>06</sub>	BLOCO 02	MIDEA	18.000
P <sub>07</sub>	BLOCO 02	SANSUNG	24.000
P <sub>08</sub>	BLOCO 03	KOMEKO	30.000
P <sub>09</sub>	BLOCO 04	MIDEA	18.000
P <sub>10</sub>	BLOCO 06	ELGIN	30.000
P <sub>11</sub>	BLOCO 06	KOMEKO	30.000
P <sub>12</sub>	BLOCO 06	MIDEA	12.000
P <sub>13</sub>	BLOCO 06	MIDEA	36.000
P <sub>14</sub>	BLOCO 06	CONSUL	21.000
P <sub>15</sub>	BLOCO 07	SPRIGER	10.000
P <sub>16</sub>	BLOCO 07	SPRIGER	7.500
P <sub>17</sub>	BLOCO 08	ELGIN	36.000
P <sub>18</sub>	BLOCO 08	KOMEKO	36.000
P <sub>19</sub>	BLOCO 08	ADMIRAL	12.000
P <sub>20</sub>	BLOCO 12	SAMSUNG	24.000

**Fonte:** Elaboração dos autores, 2022.

As coletas foram realizadas em duplicadas, mensalmente (sempre na parte da manhã), onde eram colocados frascos na saída do dreno para que a água fosse coletada (Figura 1). Para a realização das análises físicas e químicas e microbiológicas da água de condensação onde foram analisados os seguintes parâmetros: Condutividade Elétrica – CE, Potencial Hidrogeniônico – pH, Sólidos Dissolvidos Totais – SDT, Cloretos – Cl, Turbidez –Turb. e Coliformes Termotolerantes – CTT. As amostras foram analisadas em duplicatas no Laboratório de Saneamento Ambiental – LABOSAM do IFCE *campus* Limoeiro do Norte, seguindo a metodologia proposta pelo APHA (2012).



**Figura 1: Coleta da amostra de água no Bloco 06 – IFCE *campus* Limoeiro do Norte. Acervo dos autores, 2022.**

De acordo com a Tabela 2, segue os parâmetros específicos para as condições e padrões para reuso externo de efluentes sanitários para fins agrícolas e florestais.

Tabela 2: Condições e padrões para reuso agrícolas e florestais obedecendo aos seguintes parâmetros específicos.

Parâmetros	Unidade	*Padrão de lançamento
Coliformes termotolerantes (CTT) - Culturas a serem consumidas cruas cuja parte consumida tenha contato direto com a água de irrigação.	NMP/100 mL	Não Detectado – ND
Ovos de geohelmintos - Culturas a serem consumidas cruas cuja parte consumida tenha contato direto com a água de irrigação.	geohelmintos/L de amostra	Não Detectado – ND
Coliformes termotolerantes (CTT) - as demais culturas.	NMP/100mL	Até 1000
Ovos de geohelmintos - as demais culturas.	geohelmintos/L de amostra	até 1 ovo
Condutividade elétrica (CE) - as demais culturas.	µS/cm	Até 3000
pH - as demais culturas.	-	6 e 8,5
Razão de Adsorção de Sódio (RAS) - as demais culturas.	(mmol.L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup>	Até 15

\*Fonte: Resolução COEMA 02/2017.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ANÁLISE QUANTITATIVA DE VAZÃO

A vazão de água de cada central de refrigeração foi analisada com uma proveta, onde foi calculada a vazão estimada diária levando-se em consideração que cada central funcionamento por no mínimo 8 h/dia. Analisando a Tabela 3 é possível observar que os valores variaram bastante, e a estimativa total de água acumulada por dia, nos 20 pontos analisados, foi de aproximadamente 286,41 L/dia. A partir desse resultado é possível analisar que em média, cada aparelho produz 14,32 L/dia, e avaliando que o IFCE *campus* Limoeiro do Norte, possui cerca de 149 centrais de ar condicionado, dos mais diversificados modelos, estimasse que sejam produzidos um valor aproximado de 2.133,76 L/dia, no entanto nem todos os dispositivos são utilizados diariamente.

Tabela 3: Vazões dos aparelhos de ar condicionados de cada ponto de coleta.

PONTOS	VAZÃO (L/DIA)
P <sub>01</sub>	21,41
P <sub>02</sub>	15,02
P <sub>03</sub>	6,72
P <sub>04</sub>	12,00
P <sub>05</sub>	23,86
P <sub>06</sub>	19,04
P <sub>07</sub>	20,16
P <sub>08</sub>	23,52
P <sub>09</sub>	12,18
P <sub>10</sub>	14,59
p <sub>11</sub>	12,72
p <sub>12</sub>	2,16
p <sub>13</sub>	4,32
p <sub>14</sub>	8,40
p <sub>15</sub>	4,64
p <sub>16</sub>	3,60
p <sub>17</sub>	17,44
p <sub>18</sub>	45,44
p <sub>19</sub>	7,68
P <sub>20</sub>	11,52
<b>TOTAL</b>	<b>286,41</b>

## ANÁLISE QUALITATIVA DA ÁGUA

Para caracterização da qualidade da água foram determinados diversos parâmetros, os quais representam as características físicas, químicas e microbiológicas das águas coletadas a partir das centrais de ar do *campus* (Tabela 4). Realizou-se neste estudo um comparativo com parâmetros que estabelecem os limites para a qualidade da água para irrigação de hortaliças que são consumidas cruas, de acordo com a Resolução COEMA 02/2017 e NBR 13969/97. Esses parâmetros são indicadores de qualidade e comprovam a existência de impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso.

**Tabela 4: Resultados dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos das águas geradas pelos aparelhos de condicionadores de ar, IFCE *campus* Limoeiro do Norte.**

PONTOS	CE µS/cm	pH	SDT mg/L	CLORETOS MMOL <sub>c</sub> /L Cl <sup>-</sup>	TURBIDEZ uT	CTT NMP/100 mL
*E**COEMA 02/2017	**Até3000	**6a8,5				*Não Detectado ** Até 1000
***NBR 13969/97					***Inferior a 5	***Inferior a 500
<b>P<sub>01</sub></b>	0,03	8,71	36,67	0,03	0,25	2
<b>P<sub>02</sub></b>	0,44	7,18	60,67	0,00	1,47	0
<b>P<sub>03</sub></b>	0,02	6,94	40,00	0,00	1,04	0
<b>P<sub>04</sub></b>	0,05	6,58	78,67	0,00	1,31	0
<b>P<sub>05</sub></b>	32,86	7,94	21,36	0,10	0,34	0
<b>P<sub>06</sub></b>	9,75	9,23	6,34	0,04	0,39	0
<b>P<sub>07</sub></b>	33,90	8,46	206,02	0,07	0,37	26
<b>P<sub>08</sub></b>	9,75	9,23	22,00	0,00	1,03	0
<b>P<sub>09</sub></b>	0,03	8,12	32,00	0,06	1,51	0
<b>P<sub>10</sub></b>	81,50	8,25	26,00	0,00	0,67	2
<b>p<sub>11</sub></b>	51,70	8,42	62,00	0,00	0,65	0
<b>p<sub>12</sub></b>	96,90	8,10	206,00	0,00	1,17	2
<b>p<sub>13</sub></b>	156,80	7,53	34,00	0,00	8,50	2
<b>p<sub>14</sub></b>	97,00	7,81	63,05	0,40	1,51	300
<b>p<sub>15</sub></b>	0,09	8,07	129,00	0,27	6,66	170000
<b>p<sub>16</sub></b>	0,05	8,07	42,00	0,25	1,18	8000
<b>p<sub>17</sub></b>	40,58	8,85	26,38	0,02	0,84	1600000
<b>p<sub>18</sub></b>	18,18	7,70	11,82	0,00	0,39	0
<b>p<sub>19</sub></b>	0,03	8,27	14,00	0,14	0,43	0
<b>P<sub>20</sub></b>	39,35	7,88	25,58	0,00	0,53	7
<b>MÉDIA</b>	<b>33,45</b>	<b>8,07</b>	<b>57,18</b>	<b>0,07</b>	<b>1,51</b>	<b>88917</b>
<b>DESV. PADRÃO</b>	<b>43,69</b>	<b>0,68</b>	<b>58,06</b>	<b>0,11</b>	<b>2,14</b>	<b>357685</b>
<b>CV</b>	<b>1,31</b>	<b>0,08</b>	<b>1,02</b>	<b>1,61</b>	<b>1,41</b>	<b>4</b>
<b>MÁXIMO</b>	<b>156,80</b>	<b>9,23</b>	<b>206,02</b>	<b>0,40</b>	<b>8,50</b>	<b>1600000</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>0,02</b>	<b>6,58</b>	<b>6,34</b>	<b>0,00</b>	<b>0,25</b>	<b>0</b>

\*COEMA 02/2017 - Culturas a serem consumidas cruas cuja parte consumida tenha contato direto com a água de irrigação e \*\*COEMA 02/2017 – As demais culturas. \*\*\* NBR 13969/97 – Classe 2.

Comparando os resultados obtidos nas análises dos 20 aparelhos de ar condicionado, com os padrões estabelecidos pela Resolução do COEMA 02/2017 que estabelece padrões para reuso agrícolas e florestais, estão inseridos na Tabela 4 os parâmetros analisados dos efluentes gerados pelos aparelhos de ar condicionados do IFCE *campus* Limoeiro do Norte. Segundo Resolução COEMA 02/2017, os parâmetros específicos para as condições e padrões para reuso externo de efluentes sanitários para fins agrícolas e florestais referente ao ao parâmetro da CE deve ser até 3000 µS/cm, dessa forma observa-se que todos os pontos analisados estão dentro do padrão estabelecido pelo COEMA 02/2017, no que se refere a irrigação de culturas que podem ser consumidas cruas, cuja parte consumida não tenha contato direto com a água de irrigação. SANTOS et al. (2018) analisando a qualidade do efluente proveniente da limpeza de piscina para reuso em irrigação paisagística no IFCE *campus* Limoeiro do Norte – CE, observou que os valores da CE apresentaram-se acima do estabelecido pela Resolução COEMA 02/2017 para reuso de água (3000 µS/cm), o

que pode acarretar na salinização do solo irrigado com esse efluente e dessa forma impossibilitar o crescimento do gramado. A Condutividade Elétrica – CE está relacionada com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Segundo Esteves (1998), a CE na água é verificada em função de sua concentração iônica devido principalmente pelo teor de: cálcio, sódio, potássio, magnésio, carbonato, cloretos, dentre outros.

O pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental, pois a influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante, podendo determinadas condições de pH contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes (PIVELI, 2000). Para os valores obtidos de pH na Tabela 4, observa-se que o mesmo variou de 6,58 a 9,2, porém a média foi de 8,01 estando dentro da faixa estipulada pela Resolução do COEMA 02/2017, com exceção de P<sub>1</sub>, P<sub>6</sub>, P<sub>8</sub> e P<sub>17</sub> que extrapolaram a faixa maior de 8,5. Na agricultura a qualidade da água para irrigação é de suma importância para um bom desenvolvimento e produtividade das culturas implantadas, dessa forma a água destinada à irrigação de culturas possui uma faixa de pH adequada que varia de 6,5 a 8,4. Valores fora desta faixa podem provocar deterioração de equipamentos de irrigação (AYRES & WESTCOT, 1991).

Na Tabela 4 observa-se que os valores dos Sólidos Totais Dissolvidos - SDT variaram de 6,34 a 206,02 mg/L, sendo o valor médio de SDT de 57,18 mg/L. Entretanto é sabido que os SDT é o conjunto de todas as substâncias orgânicas e inorgânicas contidas num líquido sob formas moleculares, ionizadas ou microgranulares, e esse um parâmetro de suma importância para determinação da qualidade da água, pois avalia o peso total dos constituintes minerais presentes na mesma. Valores elevados de SDT foram encontrados por SANTOS et al. (2018), ao analisar a qualidade do efluente proveniente da limpeza de piscina para reuso em irrigação paisagística no IFCE *campus* Limoeiro do Norte e portanto ao utilizar essa água na irrigação, deve-se dá uma atenção especial devido a concentração de sais dissolvidos na água.

Na Tabela 4 observa-se que os valores do íon Cloreto variaram de 0,00 a 0,40 mmol/L e o valor médio obtido foi de 0,07 mmol/L, com desvio padrão de 0,11 e Coeficiente de variação 1,61. Vale ressaltar que dos 20 pontos analisados, nenhum deles houve restrição para o uso na irrigação, pois segundo Ayres & Westcot (1999), águas com valores de concentração de Cloreto superiores a 3,0 mmol/L, representam limitações quanto ao uso para irrigação. Entretanto águas de irrigação com valores elevados apresentam um alto grau de restrição para o uso na irrigação, principalmente se for irrigada por aspersão, onde as concentrações podem atingir limites de toxidez apresentados por Ayers & Westcot (1991), que são de 5 a 10 mmol/L.

O cloreto se desloca facilmente do solo com a água de irrigação, porém é absorvido pelas raízes e translocado às folhas, onde se acumula pelo processo da transpiração. São sintomas característicos de toxicidade de cloreto a necrose e queimaduras nas folhas. Concentrações bastante elevadas de Cloretos foram encontradas por Santos et al. (2018), ao analisar a qualidade do efluente proveniente da limpeza de piscina para reuso em irrigação paisagística no IFCE *campus* Limoeiro do Norte – CE e dessa forma deve-se ter um cuidado especial ao utilizar essa água para fins agrícolas pois esse íon está diretamente relacionado com a concentração de sais dissolvidos na água. Já Arraes et al. (2007), encontraram valores elevados de cloreto estudando a bacia do Curu - CE, tais valores são explicados pelo fato de ocorrer o despejo de esgotos e a lavagem de roupas ao longo da bacia.

De acordo com a NBR 13969/97, que trata sobre tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação em sua Classe 2 que trata sobre reuso de efluentes tratados para lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes: estabelece a Turbidez inferior a 5 uT. Entretanto analisando a Tabela 4, percebe-se que o valor médio de Turbidez foi de 1,51 uT, porém em apenas dois pontos (P<sub>13</sub> e P<sub>15</sub>), ficaram acima do padrão estabelecido pela referida NBR.

Já para os CTT (Tabela 4), apenas três pontos ficaram acima do valor estabelecido pela NBR 13969/97, em P<sub>15</sub>, P<sub>16</sub> e P<sub>17</sub>, onde o padrão estabelecido foi CTT inferior a 500 NMP/100 mL, dessa forma os efluentes que se enquadram na Classe 2, podem ser usados para lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais, bem como para fins paisagísticos. Contudo as bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal e a presença de Coliformes Termotolerantes

na água é um indicativo de contaminação por fezes de animais de sangue quente. Entretanto na Tabela 4, observou-se que 50% das amostras analisadas estiveram com valores dentro do padrão estabelecido pela Resolução do COEMA 02/2017, que é Não Detectado, ou seja, ausência de CTT NMP/100 mL, para irrigação de culturas a serem consumidas cruas cuja parte consumida tenha contato direto com a água de irrigação. As demais culturas podem ser cultivadas com exceção de três amostras (P<sub>15</sub>, P<sub>16</sub> e P<sub>17</sub>) cujos valores excederam o limite designado pela Resolução que foi até 1000 NMP/100mL para irrigação de culturas a serem consumidas cruas cuja parte consumida tenha contato direto com a água de irrigação.

Sendo assim, a proposta de aproveitamento da água de condensação para irrigação de culturas que serão ingeridas cruas, há a necessidade de receber um tratamento simplificado, para garantir sua desinfecção e evitar que traga riscos a saúde humana. A Resolução do COEMA 02/2017 faz menção ainda sobre reuso para fins urbanos onde essas águas poderão ser utilizadas tanto ara fins de irrigação paisagística, como para lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações e combate de incêndio dentro da área urbana. A LEI N.º 16.603/2018 dispõe sobre o reuso da água proveniente de aparelhos de ar condicionado no estado do Ceará, menciona em seu Art. 1º, fica instituída a obrigatoriedade do reuso de água proveniente de aparelhos de ar condicionado nos novos projetos de edificações residenciais multifamiliares, comerciais e industriais construídos no Ceará com o objetivo de contribuir para o uso racional da água no âmbito do referido estado sendo que em seu Parágrafo único, a água do reuso não poderá ser utilizada para consumo humano, apenas para fins de regar plantas, lavar carros, alimentação de bacias sanitárias e lavagem de pisos ou de áreas externas.

## CONCLUSÕES

Respeitando as variações de potência de cada aparelho, de acordo com levantamento dos aparelhos no *campus* sede, é gerada uma vazão de água condensada significativa, e a partir da estimativa realizada é possível coletar aproximadamente 2.133,76 L de água de boa qualidade diariamente de todos os aparelhos durante um dia, levando-se em consideração 8 (oito) horas de uso. O reuso dessas águas, se aplicada de forma generalizada no *campus* e dessa forma gera economia de recursos e a preservação de um bem que é escasso e sua falta é uma realidade na nossa região, bem como a eliminação do acúmulo de lodos nas calçadas que prejudica a passagem de pedestres e que pode causar possíveis acidentes.

Devido às impurezas contidas na água condensada, o seu uso restringe-se a algumas aplicações conforme Resolução do COEMA 02/2017 para uso em irrigação de culturas a serem consumidas cruas cuja parte consumida tenha contato direto com a água, entretanto em alguns pontos a água coletada apresentou contaminação por Coliformes Termotolerantes, sendo necessário um tratamento simplificado, para garantir sua desinfecção. De maneira geral, percebe-se o grande potencial de reutilização dessa água não somente para irrigação de culturas que serão ingeridas cruas, mais para diversos fins como na irrigação de paisagismo, descargas sanitárias, limpeza dos pátios e passarelas das dependências da instituição, limpeza de vidrarias dos laboratórios, dentre outros em observâncias dos pontos que estão acima da legislação específica necessitando de um tratamento prévio, a depender de sua finalidade para uso.

Contudo ao final desse estudo, sugere-se a gestão do *campus*, implantação de um projeto onde haja a captação de todos esses efluentes gerados a partir da água de rejeito dos condicionadores de ar, para que os mesmos tenham um destino adequado para cada tipo de uso no qual propicia grande potencial em oferecer uma alternativa viável de aproveitamento, contribuindo diretamente para conservação da água e sem contar a economia nos gastos com este recurso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Water Quality for Agriculture. Tradução H. R. Ghety e J. F. de Medeiros, UFPB, Campina Grande- PB.1991. 217p.
2. APHA – Standard methods for the examination of water and wastewater. 22ª edição. 2012. p. 1368.
3. ARRAES, F. D. D.; ANDRADE, E. M. de; PALACIO, H. A. de Q.; SOUSA, C. H. C. de; SILVA, J. A.; FROTA JÚNIOR, J. I. Dinâmica da classificação das águas da bacia do curu. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007.
4. CARVALHO, M. T. C.; CUNHA, S. O.; FARIA, R. A. P. G. Caracterização quali-quantitativa da água da condensadora de aparelhos de ar condicionado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3., 2012, Goiânia. Gestão Ambiental. Goiânia: IBEAS, 2012.

5. COSTA, A. Z. M. et al. Uso da água condensada por aparelhos de ar condicionado como água destilada em laboratórios de ensino de química. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE QUÍMICA, 1., Natal, 2015. Anais... Fortaleza, 2015.
6. CUNHA, Jorge Alisson Oliveira et al. Quantificação e Caracterização das Águas de Aparelhos de Ar Condicionados Para uma Proposta de Reuso direto do IFCE-Campus Quixadá. Quixadá: Grupo de Pesquisas em Física Ambiental do Ifce campus Quixadá, 2015.10 p
7. Eletrobrás. *Eficiência Energética*. Teoria & Prática. 1º Edição. Eletrobrás/PROCEL EDUCAÇÃO. Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI. FUPAI. Itajubá, 2007.
8. ESTEVES, F., Fundamentos da limnologia. Rio de Janeiro. Interciência. FINEP. 1998, p.574.
9. FILHO, D. B.; MANCUSO, P. C. S. Conceitos de Reuso de água. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, M. H. F. Reuso de água. São Paulo. USP, 2003. Capítulo 2.
10. HESPANHOL, I. Água e saneamento Básico: Uma visão realista. In Rebouças, REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (org.). Águas doces do Brasil: Capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escriturs, 1999. p. 249-304.
11. LEI N.º 16.603, DE 09.07.18 (D.O. 11.07.18). DISPÕE SOBRE O REUSO DA ÁGUA PROVENIENTE DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO NO ESTADO DO CEARÁ. Fortaleza, 09 de julho de 2018. Camilo Sobreira de Santana - GOVERNADOR DO ESTADO DO CEARÁ. Disponível em: <<https://belt.al.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/desenv-regional-recursos-hidricos-minas-e-pesca/item/6358-lei-n-16-603-de-09-07-18-d-o-11-07-18>>. Acesso em 20 dez. 2022.
12. MOTA, T. R.; OLIVEIRA, D. M.; INADA, P. Utilização da água de sistemas de ar condicionado visando o desenvolvimento sustentável. In: FÓRUM DE EXTENSÃO E CULTURA DA UEM, 10., Maringá, 2012. Anais... Maringá, 2012.
13. NBR 13969/97 – Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Disponível em: <[https://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr\\_13969.pdf](https://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf)>. Acesso em 13 dez. 2022.
14. PIVELI, R. P. Curso: Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos. AULA 3. Revisão de química: fundamentos de química coloidal e de eletroquímica aplicados aos estudos de controle da qualidade das águas. São Paulo, 26 p. 2000. Disponível em <file:///C:/Users/ANDREI~1/AppData/Local/Temp/Fasc%C3%ADculo%203%20-%20Qu%C3%ADmica%20Coloidal.pdf>. Acesso em 21 dez. de 2022.
15. RESENDE, A. V. de. Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 29 p.
16. RESOLUÇÃO COEMA N° 02 DE 02/02/2017. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras. CAPÍTULO III - DAS CONDIÇÕES E PADRÕES PARA REUSO, Disponível em: <<https://www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/46/2019/09/COEMA-02-2017.pdf>>. Acesso em 19 dez. de 2022.
17. RODRIGUES, Guilhermina Moreira. Aproveitamento das Águas Descartadas por Aparelho de Ar Condicionados Para Fins de Reuso Não Potável. 2019. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Departamento de Química Analítica e Físico – Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
18. SANTOS, A. K. dos; SILVA, M. H. B. da; ROLIM, H. de O.; NASCIMENTO, F. J. de S. C.; BARROSO, A. de A. F.; NOGUEIRA, G. de A. Qualidade do efluente proveniente da limpeza de piscina para reuso em irrigação paisagística no IFCE campus Limoeiro do Norte – CE. CONNEPI, 2018. Recife - PB.
19. SANTOS, Euler Bueno dos et al. Coleta e aproveitamento de água de aparelhos de ar-condicionado. Brazilian Journal Of Development, Curitiba, v. 5, n. 9, p. 1-10, 25 set. 2019.
20. SINDILOJAS. Vendas no segmento de eletrodomésticos diminuiram 60% em porto alegre durante o verão. Porto Alegre, 2016. Disponível em: <<https://www.sindilojaspoa.com.br/assessoria-de-imprensa/releases/vendas-no-segmento-de-eletrodomesticos->>. Acesso em: 20 dez. 2022.
21. WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Reuse of effluents: Methods of wastewater treatment and health safeguards. OF a WHO meeting of experts. Genebra, 1973.
22. WWAP – United Nations World Water Assessment Programme. Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2018.