

## **74931 - REUSO DE ÁGUA PROVENIENTE DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO PARA FINS DE IRRIGAÇÃO EM MICROESCALA**

*Yasmin Kettilly de Sousa Siqueira<sup>1</sup>; Débora Souza dos Santos<sup>1</sup>; Hugo Morais de  
Alcântara<sup>2</sup>; Rummenigge de Macêdo Rodrigues<sup>3</sup>.*

*<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia de Biotecnologia de Bioprocessos, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Campus de Sumé da UFCG, PB, Brasil. Email: yasminkettilly@gmail.com*

*<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia de Biotecnologia de Bioprocessos, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Campus de Sumé da UFCG, PB, Brasil. Email: deborasouza.santos@outlook.com*

*<sup>2</sup>Professor da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Campus de Sumé da UFCG, PB, Brasil. Email: hugodabacia@yahoo.com.br*

*<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Técnico da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Campus de Sumé da UFCG, PB, Brasil. Email: rummenigge.mr@gmail.com*

**RESUMO:** A escassez hídrica em regiões áridas e semiáridas é cada vez mais frequente e cada vez mais permanece por maiores períodos de tempo. Neste sentido, faz-se necessário buscar alternativas de reuso da água originária de fontes diversas, desde que possam ser acompanhados seus aspectos relativos à qualidade, para garantir a produção no meio rural de origem familiar. Este trabalho tem como objetivo apresentar uma alternativa de uso da água gerada por meio de aparelhos de ar condicionado, comumente utilizados em ambientes escolares, comerciais, industriais e residenciais de regiões tropicais como forma de substituição do uso da água de poço para irrigação em microescala. A qualidade da água coletada por meio dos aparelhos de ar condicionados é melhor do que a água proveniente do poço usado para irrigação da área experimental do CDSA/UFCG. A quantidade de água estimada é suficiente para irrigar uma área de 500 m<sup>2</sup> com uma lâmina diária de 5mm. A ideia pode e deve ser aplicada em qualquer ambiente, pois favorece a redução de consumo de água, fortalece o conceito de sustentabilidade hídrica, reduz o impacto ambiental sobre o solo que terá maior tempo de uso sem haver risco de salinização, mantendo a sua estrutura e função

preservadas, além de trazer o envolvimento da comunidade acadêmica sobre a necessidade de economizar os recursos hídricos que estão a cada dia mais escassos.

**Palavras-chave:** semiárido, uso racional, sustentabilidade.

## **REUSE OF WATER FROM AIR CONDITIONING APPLIANCES FOR MICROSCALE IRRIGATION PURPOSES**

**ABSTRACT:** Water scarcity in arid and semi-arid regions is becoming more frequent and more remains for longer periods of time. In this sense it is necessary to search for alternatives of reuse of water originating from different sources, provided that their quality aspects can be monitored to guarantee production in the rural environment of family origin. The objective of this work is to present an alternative use of water generated by air conditioning devices commonly used in school, commercial, industrial and residential environments in tropical regions as a way of replacing the use of well water for micro-scale irrigation. The quality of the water collected through the air conditioners is better than the water from the well used for irrigation of the experimental area of the CDSA/UFCG. The estimated amount of water is enough to irrigate an area of 500 m<sup>2</sup> with a daily 5mm. The idea can and should be applied in any environment, because it favors the reduction of water consumption, strengthens the concept of water sustainability, reduces the environmental impact on the soil that will have a longer time of use without risk of salinization, maintaining its structure and function preserved, in addition to bringing the involvement of the academic community on the need to save water resources that are increasingly scarce.

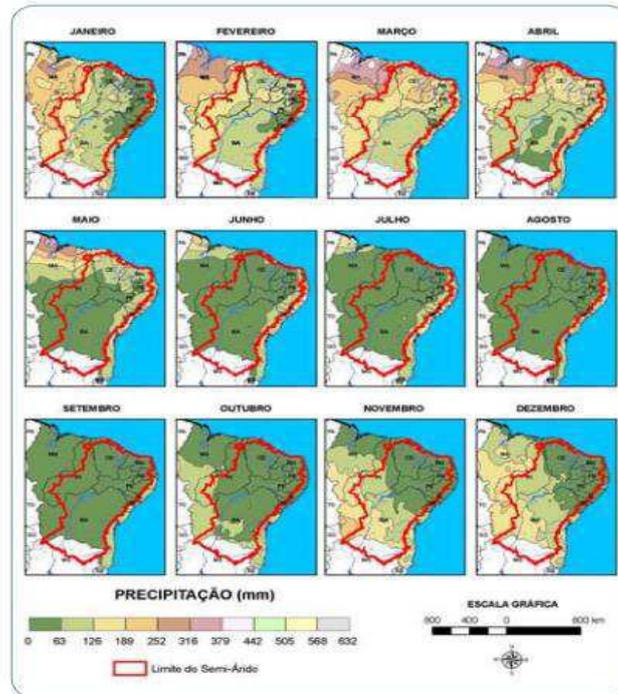
**Keywords:** semi-arid, rational use, sustainability.

### **1. INTRODUÇÃO**

A escassez hídrica em regiões áridas e semiáridas é cada vez mais frequente e cada vez mais permanece por maiores períodos de tempo. A região semiárida brasileira tem vivenciado uma das maiores secas desde que se tornou rotineiro o monitoramento do clima no Brasil. Desde o ano de 2012 temos observado totais precipitados anuais abaixo de 400 mm, valor médio histórico da precipitação anual da região. Neste sentido, faz-se necessário buscar alternativas de reuso da água originária de fontes diversas,

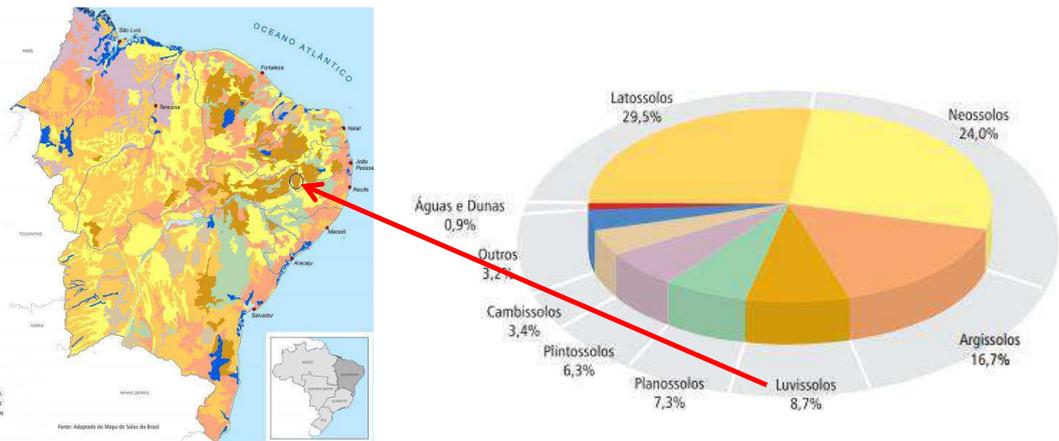
desde que possam ser acompanhadas seus aspectos relativos a qualidade, para garantir a produção no meio rural de origem familiar. A racionalização do uso dos recursos naturais ainda disponíveis pode minimizar significativamente os efeitos sobre o meio ambiente, para que este possa manter seus mecanismos de regeneração preservados e fortalecer a corresponsabilidade dos cidadãos sobre a decisão de mudança dos padrões de consumo, conservando o ambiente e garantindo para as gerações futuras um local ainda possível de conviver com a escassez de água (1-2). Dessa forma, qualquer solução viável e de baixo custo, é imprescindível, haja vista que a falta de água favorece a insustentabilidade de algumas atividades produtivas, agrícola e pecuária, na região, elevando a vulnerabilidade econômica e social dos produtores rurais que ainda mantém os traços culturais e tradicionais locais.

Na porção centro-sul do estado da Paraíba, especificamente no cariri paraibano, predomina o bioma Caatinga, de clima seco-semiárido do tipo BSh. A insuficiência hídrica não é recente, pelo fato de existência de grandes períodos de estiagem, rios temporários, presença de solos jovens ou rasos, não permite grande penetração da água e favorecem a evaporação (3). Nesta área também observamos fenômenos como a “seca verde” que é alternada entre grandes intervalos de estiagem com ocorrências de chuvas intensas de curta duração, que não são suficientes para prover o armazenamento de água em reservatórios superficiais e realimentação dos aquíferos subsuperficiais (4). O período de seca no semiárido do Brasil pode durar até oito meses e, em geral, ocorre de maio a novembro, englobando três estações do ano, outono, inverno e primavera (Figura1), o que favoreceu a promulgação da Lei Federal nº 9.433/97 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que versa sobre a água e regulamenta seu uso, apresentando normativa e planos para a conservação deste patrimônio universal (5).

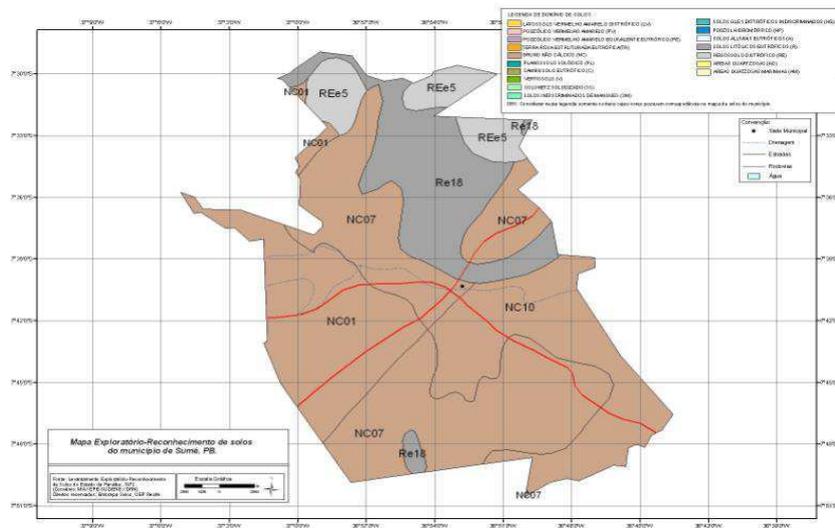


**Figura 1.** Climatologia do índice pluviométrico do Nordeste do Brasil. Fonte (4).

Tendo em vista os efeitos causados no solo em decorrência da falta de água neste bioma, vê-se que este fator contribui para a característica geral litológica, assim como sua origem, relevo, clima, umidade, exposição à luminosidade (6) que resultam em sua maioria em um solo rico em nutrientes e com boa capacidade de armazenamento de água (Figura 2). Na região do Cariri paraibano, há mais incidência do solo Bruno não cálcico (Figuras 2-3), classificado por meio do novo sistema de classificação de solos brasileiro, como sendo do tipo Luvisolo, que representa apenas 8,7% da extensão total da área superficial do Nordeste. Este tipo de solo é raso, pouco desenvolvido, com ampla presença de argila na subsuperfície, alcalino, com pedregosidade aparente, apresenta horizonte Bt abaixo do A ou E de evidente distinção, coloração avermelhada ou bruno-avermelhada, alta taxa de erosão, com uso para pastagem, sequeiro e pecuária, além de preservação (6-7-8).



**Figura 2.** Tipos de solo do Nordeste brasileiro. Destaque nosso da localização da área de estudo. Fonte (7).



**Figura 3.** Tipos de solos presentes no município de Sumé, PB. Fonte: Embrapa (1997). Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=pb>.

Nos longos períodos de estiagem observados nesta região uma das únicas fontes de água para a manutenção da produção agrícola e pecuária de baixo desempenho é o poço perfurado nas fraturas de rocha, conhecido popularmente de artesiano, no entanto a dureza da água proveniente desta exploração é elevada e o teor de sais compromete a irrigação sem o devido controle e drenagem adequada.

Nesta região, a temperatura é elevada e é comum o uso de aparelhos de ar condicionado para o resfriamento dos ambientes. Ao resfriar um ambiente aquecemos outros e o processo de condensação dos aparelhos favorece a retirada da umidade do ar do interior dos ambientes resfriados e da destinação de água por meio de tubos para o ambiente externo, sendo em geral não aproveitada para o reuso.

Dentro desta perspectiva, pensamos em reutilizar a água gerada por meio dos aparelhos de ar condicionado para irrigação, pois a água obtida de poços tubulares profundos, por vezes a única alternativa de abastecimento e irrigação, possui elevado teor de salinidade e baixa vazão (9) devido às características das rochas cristalinas, que tem em sua composição muitos elementos que colaboram para a formação de sais quando entram em contato com água (10).

Tendo em vista os danos que a salinidade da água de irrigação promove tanto para o solo como para a planta (11), bem como sua baixa disponibilidade, a água de ar condicionado pode ser uma alternativa valiosa para a manutenção da atividade agrícola em microescala, podendo estar associada a uma cisterna para a manutenção de seu nível de água (12).

No funcionamento do ar condicionado, que através de serpentinas com substâncias como o cloro, carbono e flúor, que ao receber o ar quente do ambiente externo evapora e resfria o ar liberando o ar frio, que por ser menos denso tende a descer e o ar quente subir, gerando um ciclo até que o ar dentro do ambiente esteja totalmente em equilíbrio em relação à sua temperatura (13). Como resultado deste resfriamento a umidade do ar tende a se condensar e ser liberada por este em forma de gotículas, existindo diferenças na vazão de água coletada por aspectos como a temperatura, umidade do ar e tempo de uso.

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma alternativa de uso da água gerada por meio de aparelhos de ar condicionado, comumente utilizados em ambientes escolares, comerciais, industriais e residenciais de regiões tropicais como forma de substituição do uso da água de poços para irrigação em microescala.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Para a identificação da viabilidade da propositura decidimos quantificar a água gerada por aparelhos de ar condicionado no campus de Sumé da Universidade Federal de Campina Grande, para que pudéssemos reutilizar esta água para fins de irrigação em pequenos canteiros de uma unidade experimental.

Não houve uma quantificação da vazão em todos os aparelhos do Campus, porém foi realizada uma breve revisão de literatura que indica que o volume produzido de água dependendo da potência do aparelho e da umidade do ar.

Para identificar se era viável a utilização da água coletada nos aparelhos de ar condicionado identificamos alguns parâmetros de qualidade da água, com o objetivo

maior de avaliar se o teor de sais presente na água e no tipo de solo presente na área experimental permitiria o seu uso. Também realizamos análise da água do poço tubular profundo que é usado para captação e irrigação de culturas na unidade experimental do campus de Sumé da UFCG.

O sistema de coleta foi simples, sendo utilizados recipientes de PVC e de vidro devidamente esterilizados para o manejo das análises.

Coletamos 0,45L em cada amostra e usamos uma sonda Hidrolab do tipo Quanta G (Figura 5), que permite a identificação dos parâmetros de temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, sólidos totais dissolvidos e o potencial redox.



**Figura 5.** Sonda Hidrolab tipo Quanta G. Fonte: laboratório de hidráulica da UFCG.

A estimativa realizada no campus de Sumé da UFCG indica que podemos ter a produção de até 12 litros por dia por aparelho e como possuímos 202 aparelhos de ar condicionado, podemos ter uma produção de até 2424 litros por dia de água, ou 2,42 m<sup>3</sup> de água por dia, o que favoreceria na economia de água no campus.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O grupo de pesquisa em física Ambiental do IFCE-campus Quixadá, fez um estudo quantitativo desses dispositivos, para apresentar soluções sustentáveis que amenizem o consumo dos recursos hídricos no Sertão Central, que é uma parte da ideia que está sendo aplicada na UFCG. A variação da vazão depende da potência de cada aparelho de ar condicionado, variando de 7.000 a 60.000 BTU's, onde a menor potência gera em torno de 3,6 L/dia ligado durante 6 horas e o de maior potência gera 8,0 L/d ligado durante 8 horas. Comparando com os aparelhos do nosso campus que variam de

12.000 a 36.000 BTU's, um aparelho de menor potencia geraria em torno de 11,2 L/d ligado durante 8 horas, que seria o horário convencional de funcionamento do ambiente e de maior potência renderia 12L/d se fosse ligado por apenas 6 horas, logo, nota-se logo que é uma quantidade significativa de água coletada (14).

Na Tabela 1 podemos observar os parâmetros obtidos após a análise da água coletada por meio dos aparelhos de ar condicionado e no poço tubular que é utilizado para irrigação. Os valores obtidos foram comparados com os estabelecidos por meio da Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (15).

**Tabela 1** - Resultado de Análises das águas de poço e de aparelhos de ar condicionado.

PARÂMETROS	AC	POÇO	2914/2011 M.S*
Temperatura	26,98° C	27,39° C	20 – 30°C
Condutividade (µS/cm)	0,021	1,84	10 a 100
Oxigênio dissolvido- OD (mg/L)	3,52	3,49	9,00
pH	6,32	7,74	6,0 – 9,0
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	0,0	1,2	1000
Potencial redox - ORP (mV)	426	387	SR

AC = Ar condicionado; MS = Ministério da Saúde; SR = Sem restrições.

A temperatura indica a cinética das moléculas e sua alteração influencia na rapidez das reações e solubilidade. Logo, a condutividade elétrica caracterizada por sólidos dissolvidos na água, está na realidade medindo os compostos que há nela, tanto positivo quanto negativo sem exibir restrição (16). Já o teor de sólidos totais dissolvidos são partículas que se dissociam na água de maneira antropogênica ou natural e que mesmo após filtração não são extraídas da solução e provoca turbidez à água (15).

O pH, que de acordo com a escala indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade da água, evidencia que seria praticamente impossível existir vida aquática se o oxigênio dissolvido não estivesse presente por ser responsável por oxidar o material orgânico na água, assim possibilitando a respiração bronquial dos peixes, com a sua ausência ocorreria um aumento de bactérias que são capazes de sobreviver sem oxigênio, o problema é que essas bactérias são capazes decompor a matéria orgânica, provocando assim o mal cheiro na água (17). Intimamente ligado ao pH, o (ORP) determina o potencial de oxidação/redução que a água tem de degradar resíduos presentes nesta, sendo importantíssimo para sua qualidade o maior teor possível (18).

Assim, a amostra que apresentou melhor resultado nas análises foi a água de ar condicionado que nos testes de condutividade, pH, temperatura, ORP, sólidos totais dissolvidos, contra preferível resultado de OD da água de poço, comprovando assim, melhores dados em relação ao parâmetro estabelecido pelo Ministério da Saúde, o que significa que a água que comumente rejeitamos dos aparelhos condensadores apresenta grande potencial para irrigação (14).

A quantidade de água estimada é suficiente para irrigar uma área de 500 m<sup>2</sup> com uma lâmina diária de 5mm. Esta área pode viabilizar a produção de hortaliças e frutas para o restaurante universitário, provendo mecanismos de uso racional da água e economizando recursos naturais e econômicos do Centro de Desenvolvimento do Semiárido.

## 5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos relativos à qualidade da água e os estimados em termos quantitativos foi possível concluir que a utilização da água produzida por meio dos condensadores dos aparelhos de ar condicionados instalados e em funcionamento do campus de Sumé da Universidade Federal de Campina Grande pode auxiliar na redução do consumo mensal de água de 2,42 m<sup>3</sup> e favorecer o reuso desta água para fins de irrigação em microescala, haja vista que os padrões de qualidade da água obtida por meio dos aparelhos de ar condicionado são melhores dos obtidos após a análise da água do poço tubular profundo.

A indicação da condutividade elétrica da água gerada por meio dos condensadores de ar favorece a manutenção da estrutura dos solos predominantes da unidade experimental, Luvisolos Crômicos órticos típicos, em detrimento a água coletada no poço, que pode em um curto espaço de tempo favorecer o processo de salinização na área da unidade experimental do campus.

A ideia pode e deve ser aplicada em qualquer ambiente, pois favorece a redução de consumo de água, fortalece o conceito de sustentabilidade hídrica, reduz o impacto ambiental sobre o solo que terá maior tempo de uso sem haver risco de salinização, mantendo a sua estrutura e função preservadas, além de trazer o envolvimento da comunidade acadêmica sobre a necessidade de economizar os recursos hídricos que estão a cada dia mais escassos, principalmente a água doce potável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Leal F, Pansanato E. Écos de Filosofia: O Princípio de responsabilidade de Hans Jonas. Disponível em: <https://filosofojr.wordpress.com/2011/01/04/ecos-de-filosofia-o-principio-de-responsabilidade-de-hans-jonas/>
2. Bitencourt GES. A Relação homem-natureza segundo Hans Jonas. VI Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”; 2012 set 20-22; São Cristovão. Disponível em: [http://educonse.com.br/2012/eixo\\_05/PDF/15.pdf](http://educonse.com.br/2012/eixo_05/PDF/15.pdf)
3. Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/contando-ciencia/bioma-caatinga>
4. Bezerra MMS, Domiciano GJ, Teixeira LBL, Bastos SLS, Silva SII, Freire STG. Clima e Água de Chuva no Semi-árido. Moura MSB, Galvincto JD, Brito LTL, Souza LSB, Sá IIS, Silva TGF. Capítulo em livro científico (ALICE). 2007. 37-59. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/159649/1/OPB1515.pdf>
5. Da Política Nacional De Recursos Hídricos (LEI 9.433/97), publicado em 8 de Janeiro de 1997.
6. Coelho AFJ. Relação Solo e Paisagem no Bioma Caatinga. Recife. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/896995/1/CoelhoXIVSBGFA1.pdf>
7. Marques FA, Nascimento AF, Araújo FFC, Silva AB. Solos do Nordeste. Recife: Embrapa; 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1003864/solos-do-nordeste>
8. Embrapa. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Ed 2º. Embrapa. 2006. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/126047/mod\\_resource/content/1/Sistema%20Brasileiro%20de%20Classifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Solos%202%C2%AA%20edi%C3%A7%C3%A3o.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/126047/mod_resource/content/1/Sistema%20Brasileiro%20de%20Classifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Solos%202%C2%AA%20edi%C3%A7%C3%A3o.pdf)
9. Bueno FCF, Oliveira FR, Soares NF, Lopes VNP, Maury FP. Poços Tubulares Construídos no Brasil. XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas; 2008 nov 11-14; Natal; 2008. 1-9. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/23806/15871>
10. Dalla PA. Agricultura Biossalina Permite Usar Água Salobra na Irrigação de Pequenas Áreas. 2017 out 29. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/globo-rural/noticia/2017/10/agricultura-biossalina-permite-usar-agua-salobra-na-irrigacao-de-pequenas-areas.html>
11. Conduru RR, França DB, Rodrigues MJ, Moreira OG, Campos CDC, Souza BJ. Germinação de Sementes e Produção de Mudas de Catingueira-verdadeira em Água Biossalina. Inform ABRATES. 2014; 24 (3): 50-54. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/998303/1/Barbara4.pdf>
12. Campos CMT, Oliveira CS, Pelegrini GFRA. Caracterização Quali-Quantitativa da Água da Condensadora de Aparelhos de As Condicionado. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental; 2012 nov 19-22; Goiânia. 2012. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/IX-002.pdf>

13. Cardias RPA. Projeto de Aproveitamento de Água Condensada de Sistema de Condicionadores de Ar [internet]. Panambi; 2014 [acesso em 2017 out 20]. Disponível em:

<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2513/TCC%20PEDRO%20P%C3%93S%20BANCA%20%281%29.pdf?sequence=1>

14. Oliveira CJA, Lima OCV, Bulcão PR, Viana AJ, Melo IE, Willian P. Quantificação e Caracterização das Águas de Aparelhos de Ar Condicionados para uma Proposta de Reúso Direto no IFCE-Campus Quixadá. IFCE-campus Quixadá. Disponível em:

[http://www.ihab.org.br/o2015/trabalhos\\_completos/22.pdf](http://www.ihab.org.br/o2015/trabalhos_completos/22.pdf)

15. Oliveira LO. Manual de Controle de Qualidade da Água para Técnico que Trabalham em ETAS. 1 ed. Brasília: Funasa; 2014. Disponível em:

[http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manualcont\\_quali\\_agua\\_tecnicos\\_trab\\_emetas.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf)

16. Villas M, Banderali M. Como e Porque Medir a Condutividade Elétrica(CE) com Sondas Multiparâmetros?. AgSolve. 2013 mar 12. Disponível em:

<https://www.agsolve.com.br/noticias/como-e-porque-medir-a-condutividade-eletrica-ce-com-sondas-muultiparametros>

17. pH da Água – O que é isto? Para que serve? Qual o pH ideal para a água que ingerimos?. AcqualiveGroup. Disponível em: <http://blog.aaguadasaude.com.br/ph-da-agua-o-que-e-isto-para-que-serve-qual-o-ph-ideal-para-a-agua-que-ingerimos/>

18. Parâmetros de Qualidade da água. Public Lab. Disponível em:

<https://publiclab.org/wiki/parametros-de-qualidade-da-agua>