



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

JOSÉ ALISONBRUNO RAMOS NASCIMENTO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE UMA
ÁGUA PROVENIENTE DE AR CONDICIONADO**

CAMPINA GRANDE – PB

2017

JOSÉ ALISONBRUNO RAMOS NASCIMENTO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE UMA
ÁGUA PROVENIENTE DE AR CONDICIONADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), como requisito obrigatório à obtenção do título de Licenciatura em Química.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Roberta de Oliveira Pinto

**CAMPINA GRANDE – PB
2017**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

N244c Nascimento, José Alisonbruno Ramos.
Caracterização físico-química e microbiológica de uma água proveniente de ar condicionado [manuscrito] / José Alisonbruno Ramos Nascimento. - 2017.
37 p. : il. color.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2017.
"Orientação: Profa. Dra. Maria Roberta de Oliveira Pinto, Departamento de Química".

1. Reaproveitamento de água. 2. Água - Ar condicionado. 3. Potabilidade. 4. Análise físico-química. I. Título.
21. ed. CDD 628.16

JOSÉ ALISONBRUNO RAMOS NASCIMENTO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE UMA
ÁGUA PROVENIENTE DE AR CONDICIONADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Universidade Estadual da Paraíba (UEPB),
como requisito obrigatório à obtenção do
título de Licenciatura em Química.

Aprovada em 08 / 08 / 2017
Nota 10,0 (Dez ou zero)

Maria Roberta de Oliveira Pinto
Prof(a). Dra. Maria Roberta de Oliveira Pinto - DQ/CCT/UEPB
Orientadora

Antonio N. Sousa
Prof. Msc. Antônio Nóbrega Sousa – DQ/CCT/UEPB
Examinador

Gilberlândio Nunes da Silva
Prof. Msc. Gilberlândio Nunes Da Silva – DQ/CCT/UEPB
Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de concluir curso de licenciatura plena em química.

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram para execução desse trabalho de forma direta ou indireta.

A professora Maria Roberta de Oliveira Pinto pela orientação, paciência, e dedicação durante a conclusão desse trabalho.

A minha esposa Cecília Elisa de Sousa Muniz pelo apoio e o companheirismo ao longo de toda essa jornada.

Aos meus pais Luiz Francisco do Nascimento e Eleonora da Silva Ramos que mesmo só tendo cursado o quinto ano do ensino fundamental sempre me apoiaram e se esforçaram ao máximo para que eu chegasse a concluir o curso.

Aos professores membros da banca Gilberlandio Nunes Da Silva e Antônio Nóbrega Sousa pelas valiosas sugestões de bom grado acolhidas.

Aos meus companheiros de curso Aurilia Mousinho, Carla Cristina, Carlos Santos, Fernanda Monteiro, por partilhar de vossa amizade, em todos os desafios e conquistas ao longo desses anos.

A instituição Universidade Estadual da Paraíba e aos professores do departamento de química licenciatura que contribuíram para minha formação acadêmica.

RESUMO

Apesar da água ser considerada um recurso abundante no planeta ela não está distribuída de forma igualitária sobre todas as regiões, algumas possuem água em abundância enquanto outras sofrem com a escassez extrema, essa irregularidade contribuiu diretamente para que as primeiras civilizações se desenvolvessem as margens de lagos e rios. No entanto o Brasil, onde a região amazônica tem a menor concentração populacional apresenta a maior quantidade de bacias hidrográficas do país, em contrapartida o semiárido nordestino que tem grande concentração populacional sofre com os menores índices pluviométricos, sendo a escassez de água potável uma realidade constante na vida do nordestino. Para resistir a essa circunstância se faz necessário à busca por fontes secundárias de água, como por exemplo, as obtidas através da condensação dos aparelhos de ar condicionado, que podem ser utilizadas na limpeza em geral das casas e instituições públicas, para regar jardins, plantas e hortaliças, reduzindo diretamente o consumo da água potável disponível. Entretanto ao fazer uso dessas novas fontes alternativas de água, como é o caso daquelas provenientes de aparelhos de ar condicionado, é imprescindível conhecer a qualidade da mesma para evitar futuros danos que possam vir a ser causados devido a contaminação química ou biológica. Pensando nisso esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar uma água proveniente de aparelhos de ar condicionado de uma escola pública da cidade de Boqueirão-PB, a qual já é utilizada na limpeza dos banheiros e das salas de aula, nos dias em que não há água nas torneiras, devido ao racionamento pela qual a cidade tem passado. Foram feitas análises físico-químicas, (dureza, o potencial hidrogeniônico (pH), alcalinidade, condutividade elétrica e cloretos) e microbiológica (coliformes totais). Em relação as propriedades físico-químicas estudada os resultados apresentaram valores bem abaixo dos recomendados pela portaria 2914/11 do Ministério de Saúde, demonstrando que a água proveniente de aparelhos de ar condicionado apresenta excelente qualidade e que pode ser aproveitada para limpeza, regar plantas, e irrigar as hortaliças da própria escola. Apesar de a mesma ter apresentado contaminação por coliformes, acredita-se que a manutenção frequente dos filtros dos aparelhos de ar condicionado seja suficiente para eliminar essa contaminação.

Palavras-chave: Escassez de água, reaproveitamento de água de ar condicionado, padrões de potabilidade.

ABSTRACT

Although water is considered an abundant resource on the planet, it is not distributed evenly over all regions, some have water in abundance while others suffer from extreme scarcity, this irregularity directly contributed to the first civilizations developing lakes margins and rivers. This same situation can be observed in Brazil, where, while the Amazon region has the largest hydrographic basins in the country, the Northeastern semi-arid region suffers from the lowest rainfall rates, with drinking water scarcity a constant reality in Northeastern life. To resist this circumstance, it is necessary to search for secondary sources of water, such as those obtained through the condensation of air conditioners, which can be used to clean houses and public institutions in general, to water gardens, plants And vegetables, directly reducing the consumption of available drinking water. However, when making use of these new alternative sources of water, as is the case of those coming from air conditioners, it is essential to know the quality of the same to avoid future damages that may be caused due to chemical or biological contamination. With this in mind, this work was developed with the purpose of analyzing water from air conditioners of a public school in the city of Boqueirão-PB, which is already used in the cleaning of bathrooms and classrooms, on days when there is no. There is water in the taps, due to the rationing that the city has been through. Physical and chemical analyzes (hardness, hydrogenation potential (pH), alkalinity, electrical conductivity and chlorides) and microbiological (total coliforms) were made. Regarding the physico-chemical properties studied, the results presented values well below those recommended by Ministry of Health Ordinance 2914/11, demonstrating that water from air conditioners presents excellent quality and can be used for cleaning, watering plants, and irrigate the vegetables of the school itself. Although it has been contaminated by coliforms, it is believed that the frequent maintenance of the filters of the air conditioners is sufficient to eliminate this contamination.

Keywords: Water scarcity, water from air conditioning, potability standards.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição dos Recursos Hídricos no Brasil.....	17
Figura 2: Princípio de funcionamento de aparelho de ar condicionado.....	20
Figura 3 – pHmetro.....	27
Figura 4 – Condutivímetro.....	27
Figura 5 – Amostra com indicador fenolftaleína (a) e amostra antes e depois da titulação com indicador alaranjado de metila (b).....	28
Figura 6 - Amostra de água para análise de Dureza antes e após a titulação com EDTA- Na ₂	29
Figura 7 – Amostra de água para análise de cloretos.....	29

LISTA DE TABELAS

Quadro: Classificação das águas de acordo com o nível de dureza.....	24
Tabela : Resultado das análises físico-químicas da amostra de água.....	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
1.2 OBJETIVO	11
1.2.1 Objetivo Geral	11
1.2.2 Objetivos Específicos	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 A água na História	12
2.2 Distribuição Hídrica no Território Brasileiro	13
2.3 Fontes Secundarias de Água	15
2.4 Água Proveniente de Aparelhos de Ar Condicionado	17
2.5 Padrões de Potabilidade	19
<i>2.5.1 Parâmetros Físicos</i>	19
<i>2.5.2 Parâmetros Químicos</i>	20
<i>2.5.3 Parâmetros Biológicos</i>	21
3 METODOLOGIA	23
3.1 Coleta da Água do Ar Condicionado	23
3.2 Análises Físico-Químicas	23
<i>3.2.1 Determinação do Potencial Hidrogeniônico (pH)</i>	23
<i>3.2.2 Determinação da Condutividade Elétrica</i>	24
<i>3.2.3 Determinação da Alcalinidade</i>	25
<i>3.2.4 Determinação da Dureza</i>	25
<i>3.2.5 Determinação de Cloretos</i>	26
3.3 Análises Microbiológicas	37
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	28
4.1 Análises Físico-Químicas	28
4.2 Análise Microbiológica	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
6 REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso abundante na natureza, porém sua forma doce, ou seja, a que pode ser consumida pela maioria dos seres vivos, corresponde apenas a 3% do total existente no planeta terra (OLIC, 2002). Entretanto essa porção de água potável disponível pode ser ainda menor visto as grandes alterações que a mesma sofre quanto à sua qualidade

O cenário mundial atual é de crise em vários setores. Uma delas é a crise dos recursos hídricos. A situação de estresse hídrico atinge cerca de 40% da população global, onde a oferta anual de água é inferior a 1700 m³/hab, limite mínimo considerado seguro pela Organização das Nações Unidas (PIMENTA, 2016).

Embora o Brasil possua em seu subsolo as maiores reservas subterrâneas de água doce do planeta, muitos estados sofrem com a escassez de água. Nossos rios, lagos e mares, ao longo do tempo, vêm sendo severamente degradados pela ação do homem sobre o ambiente, através da urbanização desordenada, expansão de indústrias, desmatamentos principalmente em áreas ciliares, queimadas e desperdícios, que levam à redução do volume de água, contaminação e poluição (VEIGA,2005)

Mediante a situação crítica dos recursos hídricos, ações de sustentabilidade surgem como uma opção necessária para as gerações atuais, uma vez que, a escassez desses recursos exige ações e soluções inteligentes que visem à conservação e o gerenciamento adequado dos mesmos. Diante disso, algumas alternativas de racionalização e aproveitamento da água vêm surgindo e sendo aplicadas aos projetos das edificações, como o aproveitamento de água da chuva, reuso do esgoto, utilização de água gerada pelo funcionamento dos condicionadores de ar, dentre outros. Na utilização dos aparelhos de ar condicionado, a água gerada pelo funcionamento do aparelho normalmente goteja na área externa das edificações ou é direcionada para a rede de coleta de águas pluviais ou esgoto (PIMENTA, 2016).

O aparelho de ar condicionado se tornou item comum no cotidiano de muitas pessoas, principalmente durante o verão, chega a ser notável o frequente aumento na utilização/compra desses aparelhos tanto em instituições, quanto em residências, com a finalidade de deixar o ambiente mais fresco e agradável. Os aparelhos de ar condicionados fornecem como produto da condensação do ar, a água que por sua vez tem suas características físico-químicas não conhecidas. A utilização dessa água não potável em viveiros ou em áreas verdes como jardins é uma alternativa viável, para

minimizar o uso da água potável, desde que conhecida sua qualidade e quantidade (CARVALHO, CUNHA, FARIAS, 2012).

Existem diversas maneiras de se avaliar a qualidade da água, dentre elas as análises físico-químicas se destacam e são largamente utilizadas como parâmetros indicadores da qualidade, sendo a portaria 2914/2011 a normativa utilizada nesta pesquisa para comparar os resultados obtidos nas análises aos que devem ser seguidos por lei. O monitoramento da qualidade da água é um dos principais instrumentos de sustentação de uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos, visto que funciona como um sensor que possibilita o acompanhamento do processo de uso dos corpos hídricos, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, visando subsidiar as ações de controle ambiental (GUEDES, SILVA, et al., 2012).

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água proveniente da condensação de ar condicionado por meio da caracterização físico-química e microbiológica.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar a água físico-quimicamente quanto ao pH, condutividade, cloretos, dureza e alcalinidade.
- Caracterizar microbiologicamente quanto à presença de coliformes totais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A água na História

Há cerca de 3,5 bilhões de anos surge a vida no planeta e desde então a biosfera tem modificado o meio ambiente para uma melhor adaptação dos seres vivos. A água, um elemento essencial para a vida animal e vegetal, é sem dúvida um elemento vital à vida desde as mais remotas civilizações (NETO et al., 1987). Segundo Barbosa (2008) a água é uma substância capaz de interconectar diferentes áreas do conhecimento, tais como a filosofia, química, física e ecologia. Além de essencial a todas as formas conhecidas de vida, ela é um solvente capaz de dissolver grande número de solutos, tornando possível a absorção dos nutrientes e a eliminação dos produtos metabólicos indesejáveis aos seres vivos. Além disso, a água é responsável pela distribuição geográfica das plantas, animais, populações e das riquezas em ambientes distintos.

Nossa civilização adaptou-se nos últimos 9.000 anos ao padrão característico e relativamente constante, em que a terra recicla continuamente a água entre oceanos e continentes, através do processo de evaporação e escoamento (GORE, 1993, NETO et al., 1987, CETESB, 1973). Corroborando com essa realidade Rebouças (2004) afirma que os dados geológicos disponíveis indicam que a quantidade total de água da terra permaneceu praticamente constante durante os últimos milhões de anos. Porém, já é conhecido que os volumes de água estocados em cada um dos grandes reservatórios da terra (oceanos, calotas polares, geleiras e águas subterrâneas) podem ter variado durante os últimos anos em níveis nunca imaginados através do advento de eras glaciais e períodos de aquecimento global (BARBOSA, 2008).

A necessidade de água para o abastecimento é fator preponderante ao longo de toda a história da humanidade. Inicialmente o consumo de água pelo homem estava limitado aos usos essenciais de manutenção à vida, bebida e preparo de alimentos, entretanto o desenvolvimento de hábitos higiênicos e processos industriais elevaram esse consumo. Deste modo, a água passou a ser essencial para abastecimento público, uso doméstico, alimentação e higiene, agricultura, processos industriais, além de ser utilizada para fins menos nobres como jardinagem e lavagem de áreas urbanas (LOURENÇO, 2016; BRITO; PORTO; SILVA, 2007).

Ao longo dos anos o uso indiscriminado da água, o uso em excesso, o desperdício e má qualidade dos meios aquáticos disponíveis para o consumo humano e

para agricultura, faz com que cerca de 1,3 bilhões de pessoas já sofram com a falta de água. Se nada for feito para melhorar essa situação, estima-se que por volta de 2025 a crise hídrica atingirá muito mais pessoas e grande parte da humanidade estará sem água de boa qualidade para beber (ALIANÇA PELA ÁGUA, 2005 NETO et al., 1987).

2.2 Distribuição Hídrica no Território Brasileiro

É notório o quão importante a água é para nossa sobrevivência. Estima-se que pouco mais de 95% de toda a água existente no planeta seja salgada e apenas 5% seja doce, da qual a grande maioria está congelada ou é inapropriada ao consumo humano. Desse modo, conclui-se que apenas 0,147% de toda a água disponível no planeta pode ser considerada realmente potáveis (RENOVATO, SENA, SILVA, 2012).

A água doce, indispensável à vida, é um recurso renovável, mas relativamente escasso em muitas regiões da terra. O aumento do consumo decorrente do crescimento acelerado da população humana, seu desperdício e o uso inadequado podem esgotar ou degradar esse recurso natural. Estima-se que se forem mantidas as atuais formas de uso da água, a escassez pode abranger todo o planeta, gerando uma crise global nos próximos anos (CROOK, 1993; MOTTA, 2011).

Um fator importante que agrava ainda mais o problema de escassez de água no mundo é a desigualdade social, a falta de saneamento básico, a poluição do meio ambiente e o uso indiscriminado dos recursos naturais. De acordo com os números apresentados pela ONU - Organização das Nações Unidas - fica claro que controlar o uso da água significa deter poder, desse modo, regiões ou países que sofrem com a falta desse recurso natural, tende a ser mais pobre e conseqüentemente não possui recursos financeiros para saneamento básico, tratamento e reaproveitamento da água (CETESB, 2014).

O Brasil dotado de grande variabilidade climática, de distintos ecossistemas e de uma gama de características que se estendem desde regiões semiáridas até à Amazônia, possui a maior quantidade de recursos hídricos do mundo, cerca de 13,7%, porém muito mal distribuída, já que a maior parte desse montante se concentra na Bacia Amazônica, local onde a densidade demográfica é muito baixa (ANA, 2014; CORNATIONI, 2010).

Apesar das grandes bacias hidrográficas que cobrem 72% de todo o território brasileiro, há escassez de água no país devido à má distribuição da densidade

populacional. O crescimento da população tem ocorrido de forma expressiva e concentrada em áreas de baixa disponibilidade hídrica (TELLES; COSTA, 2007).

A região Norte é a que detém a maior parte da disponibilidade hídrica e menor índice populacional, enquanto que as regiões Nordeste e Sudeste apresentam um número menor dessas reservas e maior número de habitantes.

A distribuição dos recursos hídricos superficiais, é bastante heterogênea no território brasileiro, nas bacias junto ao Oceano Atlântico, que concentram cerca 45,5% de toda população, apenas cerca de 2,7% dos recursos hídricos do país estão disponíveis, enquanto na região Norte, onde vivem apenas cerca de 5% da população, estes recursos são abundantes, aproximadamente 81% (ANA, 2014).

Na Figura 1 pode-se observar a distribuição dos recursos hídricos no Brasil.

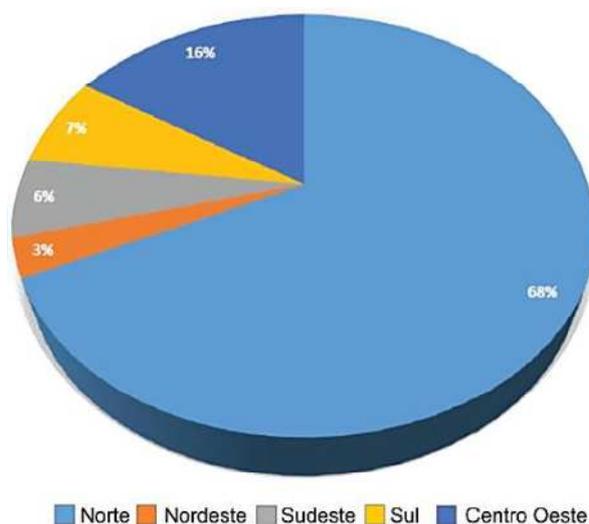


Figura 1: Distribuição dos Recursos Hídricos no Brasil.

Fonte: (ANA, 2014)

A Região Nordeste do Brasil possui uma área de 1.219.000 km², que equivale a aproximadamente um quinto da superfície total do país, abrangendo nove estados, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (CIRILO, 2003). Na região vivem cerca de 15,8 milhões de pessoas, dos quais 8,6 milhões estão na zona rural (IBGE, 2010). As grandes porções territoriais caracterizadas por clima semiárido possuem mananciais que não oferecem garantia de água com qualidade para os vários tipos de usos dos recursos hídricos, em particular o abastecimento humano (ANA, 2014). Além de todas as intervenções antrópicas, as

características climáticas peculiares à região do Nordeste brasileiro influenciam fortemente na disposição de água na região.

A zona litorânea do país, embora situada em clima tropical úmido, também apresenta déficits hídricos, pois é composta de bacias de pequeno porte, rios com baixa vazão e grande contingente populacional. Essa situação pode ser explicada em razão da variabilidade temporal e das características geológicas dominantes, onde há predominância de solos rasos sobre rochas cristalinas que contribui para baixas trocas de água entre o rio e o solo adjacente. O resultado é a existência de rios temporários, tendo como maior exceção, o Rio São Francisco (ANA, 2014; CIRILO, 2007).

A Paraíba está inserida no semiárido brasileiro, cuja extensão é de quase 1 milhão de quilômetros quadrados, com uma precipitação pluvial, em média, de 700mm/ano. (BRASIL, 2005). Ela conta atualmente com uma população de 3.999.415 habitantes, distribuídos em uma área de 56.468.435 km² (IBGE, 2016). E assim como nos demais estados que fazem parte da Região Nordeste, a escassez de recursos hídricos repercute diretamente no processo de desenvolvimento local, principalmente no que se refere ao consumo humano, visto que em algumas localidades com menor índice pluviométrico, principalmente as localizadas no interior e sertão do estado, a população passa a depender da captação da água de chuva através de cisternas e da distribuição por meio de carros-pipas, demonstrando assim a situação de vulnerabilidade enfrentada pela população paraibana (PEREIRA e CURI, 2013).

Para Fortes, Jardim e Fernandes (2015) uma possível solução para essa problemática seria a melhoria no saneamento ambiental, englobando fatores como o abastecimento de água, esgotamento sanitário e controle de resíduos sólidos. Além disso, o aproveitamento de águas que comumente são desperdiçadas se caracteriza por ser uma das soluções mais baratas e simples para preservar a água potável.

2.3 Fontes Secundárias de Água

Infelizmente ainda nos dias atuais a percepção geral, ainda comum entre as populações, é de que a água doce é um recurso infinito. A água como uma fonte indispensável à vida é renovável, porém relativamente escasso, em muitas regiões do nosso planeta. A decrescente oferta de água em termos de quantidade e/ou qualidade, tem se dado principalmente devido à má distribuição hídrica e mudanças do regime hidrológico que ocasionam a diminuição de pluviosidade e de recarga dos aquíferos,

além disso o crescimento acelerado da população, a expansão de atividades produtivas da agricultura e da indústria, o desperdício, a poluição e a degradação dos mananciais também contribuem com essa diminuição (SOUSA et al., 2016).

A situação de estresse hídrico atinge cerca de 40% da população global, onde a oferta anual de água é inferior a 1700 m³/hab, limite mínimo considerado seguro pela Organização das Nações Unidas (ONU). Para o futuro, as perspectivas são ainda piores, pois segundo estimativas do Instituto Internacional de Pesquisa de Política Alimentar (IFPRI) até 2050 um total de 4,8 bilhões de pessoas estarão em situação de estresse hídrico, pondo em risco as futuras safras agrícolas, produções industriais, além de problemas para o consumo humano (SEGALA, 2012).

No Brasil, a situação também é bastante crítica principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste. Em 2014 a região Sudeste passou pela pior seca desde que existem medições confiáveis, e desde 2012 a região nordeste enfrenta problemas devido a falta de chuvas (CARVALHO JUNIOR, 2015). Nestas regiões, as reservas de água diminuíram com uma taxa de reposição inferior ao consumo, sendo necessária a utilização do volume morto dos reservatórios, que é o volume que fica abaixo dos canos de captação por gravidade, sendo a reserva de água mais profunda da represa, existindo a necessidade de bombeamento para sua retirada, e implementação de racionamento de água, levando a população a ficar sem água nas torneiras por até três dias durante a semana (PENA, 2016; SOUSA, 2015).

Preocupado com assuntos relacionados às questões ambientais e buscando medidas de reutilização de água, em 2015, o governo federal brasileiro emitiu uma Portaria n° 23, que estabelece normas de boas práticas de gestão e uso de energia elétrica e de água nos órgãos e entidades da administração pública (Brasil, 2015), como uma medida de urgência de racionalidade, em decorrência aos baixos níveis de água nos rios que abastecem as cidades, principalmente as da região nordeste e sudeste.

Diante dessa situação ações de sustentabilidade surgem como uma opção necessária para as gerações atuais, uma vez que, a escassez dos recursos hídricos exige ações e soluções inteligentes que visem à conservação e o gerenciamento adequado dos mesmos. Diante disso, algumas alternativas de racionalização e aproveitamento da água vêm surgindo e sendo aplicadas aos projetos das edificações, como o aproveitamento de água da chuva, reuso do esgoto, utilização de água gerada pelo funcionamento dos condicionadores de ar, dentre outros.

As águas geradas pelo funcionamento do aparelho normalmente goteja na área externa das edificações ou é direcionada para a rede de coleta de águas pluviais ou esgoto.

Entretanto o que muitos desconhecem é que esse gotejamento pode somar vários litros de água por dia, permitindo assim ser reutilizada em práticas sustentáveis. COSTA et al. (2015) quando estudou a produção de água condensada por equipamentos de 48 mil BTU verificou que o mesmo gera no mínimo um litro de água/hora, resultando após um dia de funcionamento 24 litros de água condensada por equipamento. Se utilizar apenas a produção de 4 equipamentos têm-se quase 3.000 litros de água produzida em 1 mês.

2.4 Água Proveniente de Aparelhos de Ar Condicionado

Os sistemas de ar condicionado, que refrigera ou aquece o ar, regulam a temperatura de ambientes criando uma sensação de conforto térmico. Eles fazem troca de calor entre o ambiente interno e o externo, através da passagem do ar pela serpentina do evaporador (FORTES, JARDIM, FERNANDES, 2015).

A operação de refrigeração consiste em sugar o ar do ambiente interno por meio de um ventilador, o qual passa pelo evaporador e segue em volta de uma serpentina que contém gás refrigerante (R-22) à uma temperatura de 7°C. Quando em contato com a serpentina, o ar se resfria e volta para o ambiente interno (FORTES, JARDIM, FERNANDES, 2015). Todo este processo pode ser visualizado na Figura 2.

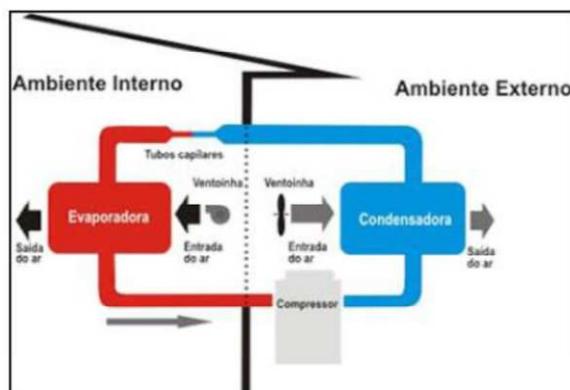


Figura 2: Princípio de funcionamento de aparelho de ar condicionado.

Fonte: A. Dias ar condicionado.

Durante a passagem do ar pela serpentina do evaporador, ocorre à troca de calor entre o ar e o gás que está a 7°C, isso faz com que o ar passe por um processo de condensação, o qual gera a água do ar condicionado que é direcionada para tubulação escoando para o ambiente externo. Essa água geralmente não é coletada adequadamente, ela simplesmente fica gotejamento nas calçadas, deixando-as escorregadia, gerando acúmulo de resíduos indesejáveis, que contribui para a deterioração precoce das calçadas e marquises de prédios, além do incomodo gerado aos pedestres (FORTES, JARDIM, FERNANDES, 2015).

A água que aparenta ser inconveniente nas calçadas, somam vários litros ao final do dia, permitindo ser reutilizada de diversas maneiras. Essa prática sustentável permite que haja economia não apenas financeira, mas também dos recursos de água potável do planeta. O aproveitamento dessa água é extremamente benéfico para toda a população, principalmente para aquela que vivem em regiões onde os recursos hídricos disponíveis são escassos (FORTES, JARDIM, FERNANDES, 2015).

Alguns estudos apontam para a qualidade dessa água gerada pelo funcionamento dos aparelhos de ar condicionado, e o seu potencial para ser uma alternativa viável de aproveitamento.

Pimenta (2016) realizou uma análise quantitativa do aproveitamento da água dos aparelhos de ar condicionado do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte para verificar a possibilidade de uso dessa água na demanda de limpeza e regagem dos jardins da instituição. O levantamento realizado verificou que mensalmente os aparelhos de ar condicionado geram cerca de 12.210 mil litros, apresentando-se como uma alternativa viável para substituição do uso de água potável em trabalhos de limpeza e manutenção da instituição.

Sousa et al. (2016) também caracterizaram águas provenientes de ar condicionados, avaliando o pH, condutividade elétrica, íons sódio, potássio e cloretos, turbidez, cor, cálcio, magnésio, nitrito, nitrato, flúor, ferro, cloro residual, coliformes totais. Os resultados demonstraram que as mesmas possuem excelente qualidade, encontraram-se dentro dos parâmetros estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde Nº 2914/11 e/ou Resolução CONAMA Nº 357/05. Devido a excelente qualidade da água, foi proposto a construção de um reservatório para reutilização dessa água promovendo uma economia de 27.000L de água/dia.

Fortes, Jardim e Fernandes (2015) realizaram um estudo para o aproveitamento da água condensada pelos aparelhos de ar condicionado por meio da instalação de um

sistema de drenagem nesses aparelhos. A água coletada foi armazenada em um reservatório de modo que elas pudessem ser utilizadas na limpeza e na jardinagem.

Panzo, Cruz e Ribeiro (2015) analisaram a qualidade da água proveniente da condensação de ar condicionados, avaliando parâmetros físico-químicos, tais como pH, condutividade e turbidez das águas condensadas pelos aparelhos de ar condicionado, nos diferentes. Os resultados obtidos demonstrou que não há diferença na qualidade das águas condensadas por aparelhos de diferente tempo de uso, estando elas aptas a serem reutilizadas na limpeza em geral, irrigação ou mesmo como água destilada nos laboratórios de química.

2.5 Padrões de Potabilidade

Os diversos componentes presentes na água, e que alteram seu grau de pureza, podem ser retratados em termos de suas características físicas, químicas e biológicas. Estas características representam a qualidade da água através de diversos parâmetros.

As normas de qualidade para as águas de abastecimento são conhecidas como padrões de potabilidade. Esses padrões são as quantidades limites que podem ser toleradas nas águas de abastecimento, quantidades essas fixadas, em geral, por leis, decretos ou regulamentos regionais. No Brasil, os padrões de qualidade da água foram estabelecidos pelo CONAMA 20 (Conselho Nacional do Meio Ambiente) na Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, que fixa os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (ALIANÇA PELA ÁGUA, 2005; VON SPERLING, 1996).

2.5.1 Parâmetros Físicos

A percepção física da qualidade da água se dá através de suas características, pois espera-se que a mesma seja transparente, sem cor e sem cheiro (MACÊDO, 2001).

A cor da água é resultado principalmente dos processos de decomposição que ocorrem no meio ambiente, pela presença de alguns íons metálicos, tais como o ferro e o manganês, além do plâncton, macrófitas e dos despejos industriais. Por este motivo, as águas superficiais estão mais sujeitas a terem cor do que as subterrâneas (MACÊDO, 2001).

A turbidez é a alteração da penetração da luz pelas partículas em suspensão, que provocam a sua difusão e absorção. Essas partículas são basicamente constituídas por plâncton, bactérias, argilas, silte em suspensão, poluição entre outras substâncias. O aumento da turbidez reduz a zona eufótica, que é a zona de luz onde a fotossíntese ainda é possível ocorrer (MACÊDO,2001).

O potencial hidrogeniônico representa a concentração de íons hidrogênio presente na água, em escala anti-logarítmica, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (BOTELHO, 2005).

2.5.2 Parâmetros Químicos

São os índices mais importantes para se caracterizar a qualidade de uma água. Estes parâmetros permitem classificar a água por seu conteúdo mineral, através dos íons presentes, determinar o grau de contaminação, caracterizar picos de concentração de poluentes tóxicos e as possíveis fontes, além de avaliar o equilíbrio bioquímico que é necessário para a manutenção da vida aquática (MACÊDO,2001).

A alcalinidade é a capacidade que a água possui de neutralizar ácidos. É, normalmente, função dos carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos contidos na água e é tido como indicador da concentração destes constituintes (VON SPERLING,1996). A alcalinidade total refere-se à soma das cargas negativas equivalentes dos ânions HCO_3^- , CO_3^{2-} , H_2BO_3 , somada ao excesso dos íons OH^- sobre os íons H^+ .

Em águas superficiais a alcalinidade pode ser proveniente da presença de grandes quantidades de algas, uma vez que elas removem o dióxido de carbono da água, elevando o seu pH. Águas de caldeira e águas tratadas quimicamente apresentam alcalinidade devida a hidróxidos e carbonatos (MACÊDO,2001).

Este parâmetro não tem significado sanitário para água potável, mas em elevadas concentrações confere um gosto amargo para água. É uma determinação importante no controle do tratamento da água, estando relacionada com a coagulação, redução de dureza e prevenção da corrosão em tubulações (VON SPERLING,1996).

Os cloretos são encontrados normalmente nas águas naturais em quantidades muito variáveis. Sua presença torna-se objetável quando acima de 250mg/L. Geralmente está presente em águas brutas na forma de cloreto de sódio, cálcio ou magnésio. A concentração de cloreto depende das condições químicas, pode ser provenientes de

depósitos minerais, vapores oceânicos levados pelo vento, invasão das águas salgadas, poluição por matéria fecal e despejos industriais (FREITAS, 2000).

O índice de dureza da água também é muito importante para avaliar a sua qualidade. Denomina-se dureza total a soma das durezas individuais atribuídas à presença de íons cálcio e magnésio. Outros cátions que se encontram associados a estes dois, é o ferro, alumínio, cobre e zinco (BACCAN e ANDRADE, 2004).

A dureza da água depende em grande parte do solo da qual procede, assim as águas brandas são encontradas em solos basálticos, areníferos e graníticos, enquanto que águas que procedem de solos calcários apresentam dureza elevada (BACCAN e ANDRADE, 2004).

A água pode ser classificada em função dos níveis de dureza, conforme Tabela 1.

Quadro 1: Classificação das águas de acordo com o nível de dureza.

<i>Águas moles</i>	< 50 mg CaCO ₃ /L
<i>Águas de dureza moderada</i>	Entre 50 e 150 mg CaCO ₃ /L
<i>Águas duras</i>	Entre 150 e 300 mg CaCO ₃ /L
<i>Águas muito duras</i>	>300 mg CaCO ₃ /L

2.5.3 Parâmetros Biológicos

A água natural contém baixo número de microrganismos, variando entre 10 e 100 organismos por mililitro. A água da superfície pode ser contaminada periodicamente, em maior ou menor grau, por microrganismos provenientes da atmosfera (precipitações), do solo ou qualquer tipo de dejetos que nela é lançado (BOTELHO, 2001). As populações microbianas variam, em número e em gênero, de acordo com a fonte hídrica, composição nutritiva da água e condições geográficas e climáticas.

Nas águas do lençol freático, as bactérias, assim como outro tipo de partícula, são removidas por filtração em diferentes graus dependendo da permeabilidade do solo e da profundidade de penetração da água. Em termos bacteriológicos, os poços e as fontes produzem águas de muito boa qualidade, desde que providências sejam tomadas para evitar contaminações. Mesmo aparentando excelente qualidade, a água pode conter substâncias tóxicas e/ou microrganismos patogênicos, ambos invisíveis a olho nu (BOTELHO, 2001).

O termo microrganismo indicador, pode ser aplicado a qualquer grupo taxonômico ou fisiológico de organismos cuja presença ou ausência dá evidência indireta de contaminação da amostra estudada. Em 1892 a *Escherichia coli* foi sugerida como um bom indicador de contaminação da água, pela bactéria patogênica *Salmonella typhi*. Isso ocorreu porque as bactérias patogênicas mais frequentemente encontradas na água e que promovem infecções no homem são quase que na totalidade de origem do seu próprio trato gastrointestinal e dos animais e, de maneira geral, de difícil detecção. Assim, os microrganismos indicadores quando encontrados, sugerem a presença de eventuais microrganismos patogênicos (BOTELHO, 2001).

O grupo coliforme total é constituído por vários gêneros de bactérias pertencentes a família *Enterobacteriaceae*. A definição histórica deste grupo tem sido baseada no método utilizado para a detecção (fermentação da lactose), assim este grupo é definido como todo bacilo gram negativo aeróbio ou anaeróbio facultativo, não esporulado que fermenta a lactose com formação de ácido e gás a temperatura de 35°C em 24-48 horas. A contaminação da água por coliformes não significa que estas águas estão permanentemente proibidas de serem consumidas. Para reverter a qualidade bacteriológica destas águas basta utilizar métodos de desinfecção como: cloro, ozônio, UV, entre outros (QUÍMIOAMBIENTAL, 2005).

3 METODOLOGIA

A coleta da água proveniente dos aparelhos de ar condicionado foi realizada em uma escola pública Municipal da cidade de Boqueirão-PB a qual já utiliza a mesma para na limpeza dos banheiros durante os dias de racionamento.

3.1 Coleta da água do ar condicionado

Para a coleta da água foi utilizado o procedimento descrito por Silva (2017). A coleta da água para as análises físico-químicas foi feita em recipiente de plástico limpo e esterilizado. Após a coleta da água foi deixado um espaço vazio no recipiente, para que pudesse ser feito a homogeneização da amostra. Para a análise microbiológica a coleta foi realizada em um frasco de vidro autoclavado. Foi utilizado 0,1 mL de Tiosulfato de sódio a 10% para neutralizar o teor de cloro. Após a coleta as amostras foram mantidas sob refrigeração entre 4°C e 10° C.

3.2 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Química Analítica Experimental II no Centro Ciências e Tecnologia da UEPB, com exceção da determinação da condutividade elétrica que foi realizada no Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste - CERTBIO/UAEMA/UFCG.

3.2.1 Determinação do Potencial Hidrogeniônico (pH)

Para as medidas de pH foi utilizado um pH metro MS TECNOPON Instrumentação, Figura 3, previamente calibrado com soluções padrões pH 4,0 e pH 7,0, com a finalidade de determinar o pH da água. As medições foram feitas em quintuplicata.

Figura 3 – pHmetro

Fonte: Própria.

3.2.2 Determinação da Condutividade Elétrica

As amostras foram analisadas no condutivímetro MS Tecnopon Instrumentação, Figura 4, calibrado com solução de Cloreto de Potássio 146,9 μ S (Micro science). As leituras foram feitas em quintuplicata.

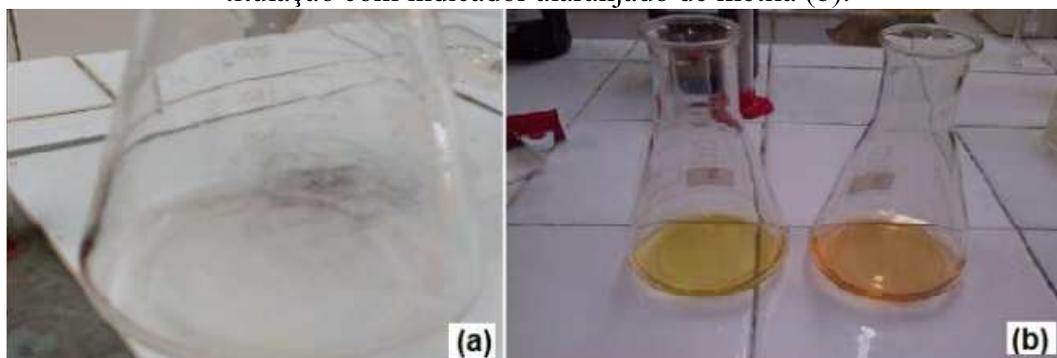
Figura 4 - Condutivímetro

Fonte: Própria

3.2.3 Determinação da Alcalinidade

A alcalinidade da água foi determinada coletando-se 25 mL da amostra e adicionando 3 gotas de fenolftaleína. A solução permaneceu incolor, Figura 5^a, indicando que não havia alcalinidade devido aos carbonatos. Em seguida foi adicionado 3 gotas do indicador alaranjado de metila e a amostra apresentou coloração amarela, sendo então titulada com ácido sulfúrico (H_2SO_4) até que a solução apresentasse coloração alaranjada, Figura 5b. A análise foi feita em triplicata.

Figura 5 – Amostra com indicador fenolftaleína (a) e amostra antes e depois da titulação com indicador alaranjado de metila (b).



Fonte: Própria

3.2.4 Determinação da Dureza

Para a determinação da dureza (sais de cálcio e magnésio) adicionou-se 25 mL da amostra em um erlenmeyer, juntamente com 2mL de tampão alcalino (pH=10) e uma pitada de indicador Negro de Eriocromo. Com a adição do indicador a amostra apresentou a coloração azul clara, não sendo necessário a titulação com o $EDTA-Na_2$, Figura 6.

Figura 6 - Amostra de água para análise de Dureza antes da titulação com EDTA-Na₂.



Fonte: Própria

3.2.5 Determinação de Cloretos

Para a determinação de cloretos foi Adicionado 25 mL da amostra em um erlenmeyer, que foi titulada com Nitrato de Prata 0,05 eq/L na presença de 3 gotas de indicador cromato de potássio até a mudança de coloração. A análise foi feita em triplicata. O teor de cloretos das amostras de água foi determinado pela Equação 4. A Figura 7 apresenta a amostra com o indicador antes e após a titulação.

$$\text{Ppm}_{\text{Cl Total}} = N_{\text{Amostra}} \cdot \text{Eq}_{\text{Cl}} \times 10^3 \quad (\text{Eq. 4})$$

Figura 7: Amostra de água para análise de cloretos.



Fonte: Própria.

3.3 Análises Microbiológicas

A análise microbiológica foi realizada no Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste - CERTBIO/UAEMA/UFCG. A amostra foi manipulada em ambiente estéril utilizando a cabine de segurança biológica da marca Quimis modelo Q216F21RA1. Para o ensaio foi utilizado meio de cultura Caldo Verde Brilhante a 2% (m/v) cedido pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). A amostra foi inoculada em tubos contendo 10 mL de Caldo Verde Brilhante a 2% (m/v) e tubos de Durham, também cedidos pela UEPB, nas diluições de 1:1, 1:10 e 1:100 (meio de cultura: amostra). O ensaio foi realizado em triplicata.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Análises Físico-Químicas

A Tabela 2 apresenta os resultados da média dos valores obtidos dos parâmetros físico-químicos.

Tabela 2: Resultado das análises físico-químicas da amostra de água.

Parâmetros	Valores encontrados para a água de ar-condicionado	Valores de acordo com a portaria 2914/11
pH	7,33	6,0 – 9,5
Alcalinidade caustica (mg/L)	0,0	NE*
Alcalinidade Devido aos CO₃ (mg/L)	0,0	NE*
Alcalinidade Devido aos HCO₃ (mg/L)	30,4	NE*
Dureza (mg/L)	0,0	Máximo 500
Cloretos (mg/L)	16,3	Máximo 250
Condutividade (µs/cm)	84,00	NE*

NE* Não encontrados.

O pH de 7,33 permaneceu constante em todas as leituras realizadas indicando uma certa neutralidade o que indica leve pouca presença de íons que venham hidrolisar, aumentando ou diminuindo o pH da solução, por não apresentar variação é possível afirmar que o mesmo permanecerá abaixo do valor máximo permitido para o consumo humano indicado pela portaria 2914/11. Realizando as mesmas análises Panzo, Cruz, Ribeiro (2015) obtiveram valores muito próximos aos obtidos nas análises realizadas apresentando uma característica em comum que foi o pH constante.

A água residual coletada dos aparelhos de ar condicionado não apresentou alcalinidade Caustica (OH^-), nem alcalinidade devido aos carbonatos CO_3^{-2} ,

apresentando apenas uma leve alcalinidade devido aos bicarbonatos HCO_3^- , de 30,4 mg/L. Portanto apresentou alcalinidade moderada.

A alcalinidade pode existir de três formas (apenas uma de cada vez), segundo as seguintes condições:

$pH > 9,4 \rightarrow$ hidróxidos e carbonatos

$8,3 < pH < 9,4 \rightarrow$ carbonatos e bicarbonatos

$4,4 < pH < 8,3 \rightarrow$ apenas bicarbonatos

A amostra de água apresentou apenas bicarbonatos corroborando com a medida de pH.

No que diz respeito à dureza a água de ar-condicionado não apresentou sinais de dureza sendo totalmente branda, o que indica que a mesma apresenta excelente qualidade para o uso doméstico na prática de higienização de pisos e paredes diminuindo os gastos com materiais de limpeza como sabão detergente e outros.

No entanto a água residual de ar condicionado apresenta uma pequena quantidade de 16,3 mg/L de cloretos indicado uma quantidade mínima em relação ao valor permitido para o consumo humano no cotidiano.

Já a condutividade elétrica da água residual de ar-condicionado foi de 84,00 $\mu\text{s}/\text{cm}$, como a legislação brasileira não apresenta valor máximo para esse parâmetro de acordo com Nogueira, Costa, e Pereira (2015), Condutividade elétrica é uma medida da habilidade de uma solução aquosa de conduzir corrente elétrica devido à presença de íons. Essa propriedade varia com a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água, com a temperatura, com a mobilidade dos íons, com a valência dos íons e com as concentrações real e relativa de cada íon.

Em todas as análises realizadas os resultados apresentaram valores abaixo do limite indicado pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

CARVALHO et al., (2015), realizaram análises físico-químicas e obtiveram valores que corroboram com os valores obtidos nas análises realizadas (pH 6,68, Alcalinidade 14,0, Cloretos 5,0, condutividade, 27,7 dureza 2,75). A única análise que apresenta maior diferença nos resultados foi a condutividade.

Quando comparamos os resultados das análises físico-químicas com Panzo, Cruz, Ribeiro (2015) (pH 7,00, e condutividade 65,00) fica notório que é possível utilizar a água residual de ar condicionado nas funções de limpeza.

4.2 Análise Microbiológica

A Figura 8 ilustra o resultado da análise de coliformes totais em água nas diluições 1:1, 1:10 e 1:100.

Foi observada a formação de gás no interior dos tubos de Durham para as diluições de 1:1, 1:10 e 1:100, característico da presença de bactérias do grupo Coliformes totais.

Figura 8: Análise de Coliformes totais em água nas diluições 1:1, 1:10 e 1:100.



Fonte: Própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que não houve variações consideráveis nos parâmetros físico-químicos da água residual dos aparelhos de ar condicionado da escola pública, com isso descartamos a possibilidade de contaminação química da mesma visto que apresentou valores abaixo dos descritos pela portaria 2914/11 do Ministério de Saúde, o que viabiliza o aproveitamento dessa água para regar as plantas e realizar a limpeza das dos cômodos da instituição.

Entretanto a mesma apresentou contaminação de coliformes o que provavelmente pode ser atribuído a falta de manutenção adequada nos filtros dos aparelhos de ar condicionado.

REFERÊNCIAS

Aliança da Água. Disponível em:< <https://www.aliancapelaagua.com.br>>. Acessado em 13 julho 2017.

Agência Nacional de Águas-ANA. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Brasília, DF: 2014, 476 p.

BACCAN, N., ANDRADE, J.C. Química Analítica Quantitativa Elementar. 3ªed. São Paulo: Edgard Blücher. 2004.

BARBOSA, F. Ângulos da água: desafios da integração. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2008.

BRASIL. Boas práticas de gestão e uso de energia elétrica e de água nos órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dispõe sobre o monitoramento de consumo desses bens e serviços. Portaria nº 23, de 12 de Fevereiro de 2015. Diário Oficial da União, Seção 1, p. 67–68, Brasília-DF. Disponível: http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Legislacao/Portarias/2015/150213_port_23.pdf.

BRASIL. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005, Brasília, DF.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- CONAMA. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Resolução nº 357. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005, p. 58-63

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- CONAMA. Resolução nº 518, de 25/03/2004. Disponível em < http://www.aeap.org.br/doc/portaria_518_de_25_de_marco_2004.pdf> Acessado em 12 julho de 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, de 12 de dezembro de 2011. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 14 dez. 2011. Disponível em:

<http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 27 maio 2017

BRITO; L. T. L.; PORTO, E. R.; SILVA, A. S. Disponibilidade de água e gestão dos recursos hídricos. Embrapa Semiárido. Petrolina. 2007. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream.pdf>>. Acesso em: 18 de Junho de 2017.

BOTELHO, C. G. Recursos Naturais Renováveis e Impacto Ambiental: Água. 1º ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.

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.

CARVALHO JUNIOR, D. A. A situação hídrica no Brasil está crítica. [S. l.], 2015. Disponível em: <<http://andeps.org/situacao-hidrica-no-brasil-esta-critica/>>. Acesso em: 22 Maio. 2017.

CETESB, Operação e Manutenção de ETA, v 1 e 2, São Paulo: Tilibra, 1973.

Companhia ambiental do estado de São Paulo- CETESB. O PROBLEMA da escassez de água no mundo. 2015. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/37-O-Problema-da-Escassez-de-%C3%81gua—no-Mundo>>. Acesso em: 10 junho 2017.

CIRILO, J. A. et al. Soluções para o suprimento de água de comunidades rurais difusas no semiárido brasileiro. Avaliação de Barragens Subterrâneas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 5-24, out./dez.2003.

CORNATIONI, M.B., Análises físico-químicas da água de abastecimento do município de Colina –SP. Bebedouro, 2010

COSTA, A.Z.M., COSTA, J.F.S., SENA, L.M.G., RIBEIRO, L.P.D., MATOS, W.O. Uso da água condensada por aparelhos de ar condicionado como água destilada em laboratórios de ensino de química. 1º Simpósio Nordeste de Química, Natal/RN, 2015.

CROOK, J. Critérios de Qualidade da Água para Reuso. Tradução de Hilton Felício dos Santos. Revista DAE, São Paulo, v. 53, n.174, nov./dez. 1993.

FORTES, P. D.; JARDIM, P. W. C. F. P. M. G.; FERNANDES, J. G. Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO TECNOLÓGICA, 12., Resende, 2015. Anais... Resende, 2015.

FREITAS, DJAN PORRUA., Projeto Útil. Florianópolis: FETESC, 2000.

GORE, Albert. A Terra em Balanço, 1 ed., São Paulo: Editora Brasileira, 1993.

GUEDES H. A. S., SILVA D. D., ELESBON A. A. A , RIBEIRO C. B. M., MATOS A. T., SOARES J. H. P. . Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, p. 558-563, 2012.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. Censo demográfico, 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. Cidades @, 2016. Disponível em <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=25&search=paraiba>. Acessado em 20 julho 2017.

LOURENÇO R.C. Contaminação de bicas utilizadas pelas populações de Santos e São Vicente por ações antropogênicas. SANTOS - SP2016.

MACÊDO, JORGE ANTÔNIO BARROS DE., Águas & Águas. São Paulo: Livraria Varela, 2001.

MOTA, T. R.; OLIVEIRA, D. M.; INADA, P. Reutilização da água dos aparelhos de ar condicionado em uma escola de ensino médio no Município de Umuarama-PR. In: Encontro internacional de produção científica CESUMAR, vol.7 2011.

NOGUEIRA F. F., COSTA I. A., PEREIRA U. A., Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás. Trabalho de conclusão de curso Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015

NETO, J.M. de A. Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água, v 1, 2ed. São Paulo: CETESB/ACETESB, 1987

OLIC, N. B. A questão da água no Brasil e no mundo. Revista Pangea Mundo, 2002.

ONU Brasil. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/temas-agua/>. Acesso em: 20 de Dezembro de 2012.

PANZO P. D., CRUZ .E. S., RIBEIRO L. P D. Água condensada por aparelhos de ar condicionados na UNILAB: qualidade e uso. II SEMANA UNIVERSITÁRIA DA UNILAB Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira 2015.

PENA, R. F. A. Estresse hídrico. [S.L.], [2016?]. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/estresse-hidrico.htm>>. Acesso em: 22 Abril. 2017.

PEREIRA S. S., CURI R. C. Condições climáticas e recursos hídricos: análise da atual situação hídrica do estado da paraíba, brasil I Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro Campina Grande – PB 2013.

PIMENTA P. L. Análise quantitativa do aproveitamento da água dos aparelhos de ar condicionado do centro de tecnologia da UFRN. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 22 de nov. de 2016.

QUIMIOAMBIENTAL. Análises Ambientais. Disponível em <www.quimioambiental.com.br> Acessado 14 julho 2017

REBOUÇAS, A. Uso inteligente da água. São Paulo: Escrituras Editora, 2004

RENOVATOD. C. C., SENA C. P. S., SILVA M. M. F. Análise de parâmetros físico-químicos das águas da barragem pública da cidade de pau dos ferros (RN) – pH, cor, turbidez, acidez, alcalinidade, condutividade, cloreto e salinidade. IX Congresso de Iniciação científica do IFRN, 2012

SEGALA, M. Água: a escassez na abundância. Planeta sustentável. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/ambiente/populacao-falta-agua-recursos-hidricos-graves-problemas-economicos-politicos-723513.shtml>>. Acesso em: 10 maio 2017.

SILVA S. K. L., MODESTO M. G. Amostragem e preparação de amostra para análise ambientais. 2017.

SOUSA, R. É. B., ROCHA, C. M. S., ABREU, F. O. M. S., MORAES, S. G. Caracterização físico-química e microbiológica das águas condensadas de aparelhos de

ar condicionados visando potencial reutilização. Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 37-54, jun. 2016.

TELLES, D. D'A.; COSTA, R. H. P. G. Reúso da água: conceitos, teorias e práticas. São Paulo: Edgard Blucher, 2007

VEIGA DA G. Análises físico-químicas e microbiológicas de água de poços de diferentes cidades da região sul de santa catarina e efluentes líquidos industriais de algumas empresas da grande Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina Nov. 2005

VON SPERLING, M., Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2º ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 1996.

