



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

JÉSSIKA DE OLIVEIRA NELES RODRIGUES

**ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DA ÁGUA CONDENSADA ORIUNDA DE
APARELHOS DE AR-CONDICIONADO**

João Pessoa - PB
Junho de 2018

JÉSSIKA DE OLIVEIRA NELES RODRIGUES

**ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DA ÁGUA CONDENSADA ORIUNDA DE
APARELHOS DE AR-CONDICIONADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal da Paraíba, como um dos requisitos para obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Ambiental.

**Orientador: Prof.^º. Dr.^º Gilson
Barbosa Athayde Junior.**

JOÃO PESSOA
2018

R696a Rodrigues, Jéssika de Oliveira Neles

Análise quali-quantitativa da água condensada oriunda de aparelhos de ar-condicionado./ Jéssika de Oliveira Neles Rodrigues. – João Pessoa, 2018.

59f. il.:

Orientador: Prof.^o Dr.^o Gilson Barbosa Athayde Júnior.

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Ambiental) Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

1. Escassez Hídrica 2. Reuso de Água 3. Qualidade da água I. Título.

BS/CT/UFPB

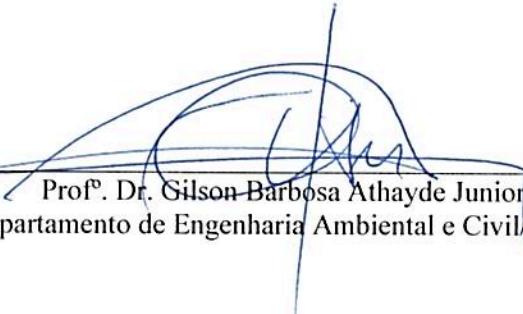
CDU: 2.ed.504(043..2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

JÉSSIKA DE OLIVEIRA NELES RODRIGUES

ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DA ÁGUA CONDENSADA ORIUNDA DE APARELHOS DE AR-CONDICIONADOS

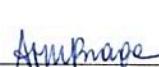
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 07/06/2018 perante a seguinte Comissão Julgadora:


Profº Dr. Gilson Barbosa Athayde Junior
Departamento de Engenharia Ambiental e Civil/UFPB


Profº Dr. Tarciso Cabral Da Silva
UFPB

APROVADO

Aprovado


Profª Dra. Ana Cláudia Fernandes Medeiros Braga
UFPB

Aprovado

Profª. Dra. Elisângela M^a Rodrigues Rocha
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

Dedico a meu pai (*in memorian*) por
todo zelo e sabedoria repassada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde e inteligência para seguir em frente durante toda a minha caminhada acadêmica. A toda a minha família, principalmente a minha mãe Lindaci Teixeira, mulher muito guerreira, por todo apoio e princípios que foram ensinados no decorrer da minha vida. Assim como agradeço a minha mãe “postiça”, Betânia Nascimento, por todo carinho e ajuda durante este período. Agradeço também ao meu namorado, Thiago Sales, aos verdadeiros amigos formados durante a vida universitária, os quais foram essenciais nos momentos mais difíceis da graduação; assim como aos amigos mais antigos, alguns formados desde alfabetização, que sempre acompanham minhas conquistas, meus agradecimentos.

Meus agradecimentos a cada professor com quem eu pude aprender desde princípios sociais até as fórmulas mais complexas. Agradeço a toda coordenação do curso de engenharia ambiental – UFPB. Agradeço ao professor e orientador Gilson Athayde Junior por todos os ensinamentos e todas as orientações durante a construção deste trabalho. Agradeço a todo pessoal da SUDEMA do setor de EIA/RIMA, em especial Nahya Cajú, com quem abrangi muitos dos meus conhecimentos e por quem tenho uma grande admiração. Assim como o pessoal do laboratório da SUDEMA que foram essenciais na formação deste trabalho. Por fim, agradeço a todos àqueles que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação, pessoal e profissional.

RESUMO

A crescente demanda por água potável, a poluição, o uso não racional da água, juntamente com a distribuição desigual dos corpos hídricos e aquíferos, faz com que ocorra a escassez hídrica em vários países, principalmente naqueles que possuem regiões áridas e/ou de baixa precipitação. A fim de reduzir o consumo de água potável para fins não nobres, e amortizar a pressão sob os mananciais, surge o conceito de reuso de água, que rege pelos princípios da minimização, separação e reutilização. Os aparelhos de ar-condicionado do tipo *split* funcionam de forma que ocorre a condensação de água, sendo este efluente, em sua grande maioria, desprezado. O presente trabalho surgiu com o objetivo de analisar a viabilidade do uso da água condensada gerada pelos aparelhos de ar-condicionado do órgão ambiental da Paraíba – SUDEMA e, desta maneira, a possibilidade de se ter uma fonte alternativa de água para fins não potáveis, como a lavagem do piso e rega. Foram realizadas pesquisas bibliográficas e documentais, coletas do volume gerado pelos aparelhos, análise físico-química e microbiológica da água. Com a obtenção das vazões mensais, foi possível comparar o volume de água que é gerado e o consumo mensal do órgão, obtendo como resultado a potência de reduzir 7,5% do consumo total de água. Os parâmetros analisados foram comparados com os das Classes de reuso 1 e 3 do Manual – Conservação e Reuso da água em Edificações da ANA, dispondo de resultados bastante satisfatórios.

Palavras-chave: Escassez hídrica, Reuso de água, Qualidade da água.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de Coleta de água de chuva.....	25
Figura 2 - Opções para reuso de águas cinza	26
Figura 3 - Diagrama do Sistema de Condensação de Água na Serpentina	26
Figura 4 - Esquema geral do sistema sugerido.....	28
Figura 5 - Localização da SUDEMA	30
Figura 6 - Aparelho no primeiro andar da instituição e dreno inacessível	32
Figura 7 - Recipientes de coleta para análise da vazão	33
Figura 8 - Ponto 1 de Coleta da Vazão.....	35
Figura 9 - Ponto 2 de Coleta da Vazão.....	35
Figura 10 - Ponto 3 de Coleta da Vazão.....	35
Figura 11 - Ponto 4 de Coleta da Vazão.....	35
Figura 12 - Ponto 5 de Coleta da Vazão.....	35
Figura 13 - Ponto 1 Coleta da Análise Qualitativa.....	37
Figura 14 - Ponto 2 Coleta da Análise Qualitativa.....	37
Figura 15 - Ponto 3 Coleta da Análise Qualitativa.....	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Vazão média por aparelho de ar-condicionado (split), que opera 8 horas diárias	43
Gráfico 2 - Resultado do parâmetro cor	48
Gráfico 3 - Resultado e comparação do parâmetro turbidez	49
Gráfico 4 - Resultado e comparação do parâmetro pH	50
Gráfico 5 - Resultado e comparação do parâmetro condutividade.....	51
Gráfico 6 - Resultado e comparação do parâmetro sólidos totais dissolvidos	51
Gráfico 7 - Resultado e comparação da salinidade	52
Gráfico 8 - Resultado e comparação do parâmetro coliforme termotolerantes	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipo de Reuso de Água.....	19
Quadro 2 – Parâmetros e Equipamentos	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros característicos para água de reuso Classe 1.....	21
Tabela 2 - Parâmetros básicos para água de reuso Classe 2.....	22
Tabela 3 - Parâmetros básicos para água de reuso Classe 3.....	22
Tabela 4 - Variáveis da qualidade da água Classe 4	23
Tabela 5 - Coleta de dados	34
Tabela 6 - Quantidade de aparelhos condensadores de ar	40
Tabela 7 - Quantidade de aparelhos de acordo com a potência em Btu.....	42
Tabela 8 - Volume médio dos pontos de coleta	42
Tabela 9 - Vazão horária de cada potência dos ar-condicionado	44
Tabela 10 - Vazão diária de todos aparelhos.....	45
Tabela 11 - Vazão mensal de todos os aparelhos da SUDEMA	46
Tabela 12 – Consumo de água da SUDEMA.....	46
Tabela 13 - Resultado dos parâmetros físico-químicos e biológicos	48

LISTA DE ABREVIATURAS

- ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas
ABC – Academia Brasileira de Ciências
ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
AESÁ – Agência Executiva de Gestão das Águas
ANA – Agência Nacional de Águas
Btu – *British thermal unit* ("unidade térmica britânica")
CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CMA – Coordenadoria de Medições Ambientais
CNPJ – Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*
ONU – Organização das Nações Unidas
SUDEMA – Superintendência de Administração do Meio Ambiente
UFCG – Universidade Federal de Campina Grande
UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Unifor – Universidade de Fortaleza

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	OBJETIVO GERAL	16
2.1	Objetivos Específicos	16
3.	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1	Escassez Hídrica	17
3.2	Reuso de água.....	18
3.3	Fontes Alternativas	24
3.3.1	Água de chuva	24
3.3.2	Águas cinza.....	25
3.3.1	Águas condensadas a partir de aparelhos de acondicionado	26
i.	Universidade de Jean Piaget – Viana, Luanda (Angola).....	27
ii.	Projeto de Edificação com Certificação <i>LEED</i> – Vitória, ES (Brasil).....	27
iii.	Universidade de Fortaleza (Unifor). Fortaleza, CE (Brasil)	29
4.	METODOLOGIA	30
4.1	Caso de Estudo	30
4.2	Consumo de Água	31
4.3	Contagem dos Aparelhos de Ar-Condicionado	32
4.4	Definição dos Pontos e Análise Quantitativa da Água Condensada	32
4.5	Análise físico-química e microbiológica	36
4.6	Organização e Análise dos Dados Coletados	38
4.6.1	Vazão	38
4.6.2	Qualitativos	39
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
5.1	Aparelhos condensadores de ar	40
5.2	Vazão da água condensada por aparelhos de ar-condicionado.....	42
5.3	Consumo de água	46
5.4	Qualidade da água	47
5.4.1	Parâmetros físico-químicos.....	48
5.4.2	Parâmetro microbiológico.....	52
6.	CONCLUSÃO	54
	REFERÊNCIAS	55

1. INTRODUÇÃO

A água é uma substância de extrema importância para o funcionamento da vida na Terra, sendo sua distribuição 97,5% em água salgada e 2,5% água doce. Da parcela de água doce, apenas 0,3% está em corpos hídricos (lagos e rios); 0,7% em reservatórios subterrâneos não muito profundos; 30% em águas subterrâneas e a maior parcela, 69%, se encontra em geleiras e neves eternas (REICHARDT, 2016).

O Brasil detém aproximadamente 12% das águas doces disponíveis na Terra, contudo, o crescimento populacional, desenvolvimento da agricultura e indústria causam estresse hídrico e desequilíbrio entre a disponibilidade e demanda necessária de água (ABC, 2014). Junto a estes fatos, a disposição dos recursos hídricos não é igualitária dentre as regiões brasileiras, destacando a escassez hídrica no Nordeste, em especial a parcela semiárida (ANA, 2017).

Na Paraíba, a situação é delicada quando se trata de recursos hídricos. O volume acumulado, dos 126 açudes monitorados pela AESA destinados ao abastecimento público e outras atividades, é de 3.783.915.864 m³, contudo o volume do mês de abril do presente ano é de 593.283.975 m³, ou seja, aproximadamente 15% da potência total (AES, 2018).

A Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei Federal 9.433 de 1997, estabelece como um de seus objetivos, assegurar a disponibilidade hídrica, nos padrões apropriados, para as atuais e futuras gerações. Por outro lado, para Gonçalves, Jordão e Januzzi (2009), as estruturas impróprias, e falta de gestão adequada, juntamente com padrões culturais irracionais quanto ao uso do recurso hídrico, acarretam com que milhões de cidadãos não tenham acesso à água de adequada ao seu uso.

A população deve ter acesso ao saneamento básico, conforme Lei nº 11.445/2007, que institui a Política Federal de Saneamento Básico. Nos centros urbanos tal necessidade demanda um volume alto de água tratada, assim como necessita de maior infraestrutura para distribuição desta água. As águas subterrâneas, que são usadas por boa parte da população em municípios brasileiros, vêm sofrendo perda de produtividade, em função da impermeabilização do solo, principalmente nos aglomerados urbanos, e a alta demanda por água potável. Cerca de 80% da água tratada converte-se em esgoto (HESPAÑOL, 2003).

As águas residuais produzidas por atividades humanas são parte do ciclo da gestão dos recursos hídricos, contudo, em sua maioria são lançadas nos corpos hídricos

sem nenhum tipo de tratamento adequado, acarretando impactos negativos no meio ambiente e na saúde humana, além de repercussões adversas para atividades antrópicas. Com a crescente produção destes efluentes, foi visto a oportunidade de transformar tal problemática em uma solução viável, o reuso das águas residuais (ONU, 2017).

O grau de tecnologia utilizado para águas de reuso dependem diretamente da atividade fim que esta é destinada, de forma que o reuso possa acontecer planejado ou não. Segundo Westerhoff, 1984 *apud* Brega Filho e Mancuso (2003) o reuso indireto, ocorre quando o efluente é descartado em corpos hídricos e utilizado a jusante, apenas passando pela diluição com a própria água daquele ambiente. Já o reuso direto, acontece em situações onde existe o planejamento para a reutilização do efluente e a reciclagem interna. Esta reciclagem ocorre mais usualmente no âmbito industrial visando a economia de água, consequentemente economia financeira.

De acordo com Florencio, Bastos e Aisse (2006) o reuso contribui efetivamente para a redução da pressão sobre os mananciais e alivia o tratamento da água para fins potáveis. Várias técnicas de reuso têm sido utilizadas nos últimos anos, como reaproveitamento de águas pluviais e águas cinza. Contudo, o uso da água condicionada oriunda de aparelhos condicionadores de ar ainda não é um método tão difundido.

Segundo Rigotti (2014), água condensada a partir dos aparelhos de ar-condicionado, em sua grande maioria é descartada de forma ineficaz, e que acarreta a proliferação de mosquitos, pequenas poças de água e gotejamento em passagens de pedestres. Em alguns casos, a água condensada é direcionada por drenos para o sistema de esgoto ou de águas pluviais, o que gera maior demanda para as infraestruturas de saneamento, aumenta a vazão nas estações de tratamento de esgoto e nos sistemas de águas pluviais. No Rio de Janeiro foi estabelecido pela Lei Municipal Nº 2.749 de 99, no seu Art. 1º, que o responsável pelos aparelhos de ar-condicionado devém captar a água condensada produzida, impedindo o gotejamento em via pública.

O sistema de ar-condicionado traz conforto térmico a população, além de possibilitar a refrigeração de ambientes com maquinários (Leão Junior, 2008). Em função do clima tropical úmido (tipo Am na classificação climática de Köppen-Geige) da cidade de João Pessoa, na Paraíba, torna-se bastante comum o uso de aparelhos condensadores de ar para refrigeração de ambientes.

Em 2010, foi sancionada a Lei Estadual Nº 9.130, que estabelece o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas da Paraíba, em seu Art. 2º, retrata a importância do uso racional, do reaproveitamento e da utilização de fontes

alternativas para a captação de água, assim como fomentar a conscientização dos usuários. Além das tecnologias para o reaproveitamento e uso racional de água previstas na Lei citada, no art. 8º diz-se que poderá ser adotado outras tecnologias, desde que sejam possíveis o controle e a redução do consumo da água, em condições iguais ou superiores àquelas.

No ano de 2015, foi promulgada a Lei Estadual da Paraíba N° 10.559, que estimula práticas de uso racional da água e instiga o uso de fontes alternativas, como por exemplo o reuso de águas, tendo em vista a escassez hídrica ocorrida no decorrer dos últimos anos no estado.

Baseado na escassez hídrica, e no fomento das leis pertinentes ao assunto de reuso da água, o presente trabalho buscou quantificar o volume e analisar a qualidade da água condensada gerada a partir dos aparelhos de ar-condicionado, afim de considerar o esfluente gerado por tais aparelhos como uma fonte alternativa de água para usos não potáveis.

O local escolhido para as análises quantitativas e qualitativas foi o órgão ambiental da Paraíba, a Superintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA, com o propósito de ter conhecimento acerca do volume de água condensada gerada pelos aparelhos de ar-condicionado da instituição, e quanto da demanda de água pode vir a ser suprida.

2. OBJETIVO GERAL

Quantificar volumetricamente, assim como avaliar aspectos físico-químicos da água condensada gerada por aparelhos condensadores de ar, instalados na sede do órgão ambiental do estado da Paraíba - SUDEMA.

2.1 Objetivos Específicos

1. Mensurar, por análise volumétrica, a vazão de água gerada pelos aparelhos de ar-condicionado, levando em consideração a potência do aparelho, o ambiente onde está localizado e a quantidade de horas, por dia, que o aparelho permanece em funcionamento;
2. Avaliar quanto de água fornecida pela concessionária pode ser substituída pela água gerada pelos aparelhos de ar-condicionado do órgão ambiental;
3. Analisar a qualidade da água condensada usando parâmetros físico-químicos, tais como temperatura, cor, turbidez, pH, condutividade, salinidade, sólidos dissolvidos totais, coliformes termotolerantes;
4. Relacionar as análises dos parâmetros físico-químicas e microbiológico da água condensada com os padrões estabelecidos as Classe 1 e 3 do Manual de Uso e Conservação para Reuso de Água em Edificações – ANA.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Escassez Hídrica

Recurso hídrico é a quantia de água doce disponível, em meio subterrâneo ou superficial acessível à humanidade de forma que os custos para o consumo sejam compatíveis com seus demais usos (PEREIRA JÚNIOR, 2004). Na média mundial, segundo a ONU (2016), o maior consumidor dos recursos hídricos é a agricultura, consumindo cerca de 70%, que em geral, faz-se o uso dos recursos hídricos desde o plantio até a entrega ao consumidor. Em seguida a indústria, incluindo o setor energético, com consumo de 19%. O abastecimento humano, cerca de 11%, é o menor dentre os já citados, contudo os aglomerados urbanos trazem severas dificuldades à gestão hídrica.

O uso da água captada no Brasil é caracterizado por ter como seu maior consumidor a irrigação, seguindo a tendência mundial, com 67,2% do consumo total, seguida pela pecuária e pela indústria, com 11,1% e 9,5% respectivamente. O abastecimento urbano fica em quarto na lista de consumidores, com 8,8%, seguido do abastecimento rural, com 2,4%, a frente da mineração, 0,8%, e termelétricas, 0,3%. Contudo, em grandes centros urbanos a porcentagem do abastecimento torna-se mais alta do que a média (ANA, 2017).

Em 58% dos municípios brasileiros, o abastecimento é feito com águas superficiais, em centros urbanos esse valor passa para 69%, contudo, depois das recentes crises hídricas, o uso de mananciais subterrâneas vem aumentando, a exemplo da cidade de São Paulo, que no início de 2014 as autorizações para perfuração de poços aumentaram 82% (ABAS, 2015).

Conforme Mancuso e Santos (2003), o ciclo hidrológico faz com que uma pequena parcela da água, pelo processo de evaporação e precipitação, sempre se converta em água doce, entretanto, a distribuição desigual das chuvas (espacial e temporal), juntamente com o uso não racional da água, ocasionam estresse hídrico em várias localidades. De acordo com Reichardt (2016), a poluição dos corpos hídricos, que pode ser através de produtos biodegradáveis, químicos e orgânicos não degradáveis, também afeta a oferta de água, pois diminuem a qualidade dos corpos hídricos, e acarreta na necessidade de tratamentos mais sofisticados para o consumo humano de água.

A combinação de variadas problemáticas, urbanização descontrolada e elevada, diversificação e intensificação de atividades que necessitam de água, conflitos gerados pela falta, impermeabilização do solo, migrações motivadas pela falta de água, poluição e assoreamento dos corpos hídricos, má gestão nos setores competentes e irrigação dispendiosa, desencadeiam a escassez hídrica (SILVA, 2004).

A escassez hídrica é, por conseguinte, ocasionada pelo desequilíbrio entre oferta e demanda, aguçada pelos eventos climatológicos de estiagem, desmatamento e falta de investimento em obras hídricas. Esta problemática gera diversas complicações de cunho ambiental, social e econômico, tais como: diminuição das vazões dos rios que operam usinas hidrelétricas e acabam gerando menos energia, fazendo com que diminua a oferta de energia elétrica e precisando fazer o uso de novos mananciais; prejuízo na produção industrial, de comércio e agropecuária; favorecimento da circulação hídrica de doenças; racionamentos, uso de carro-pipa e adutoras de engate rápido, que geram gastos econômicos, seja privado ou público (ANA, 2017).

Com as limitações de disponibilidade hídrica, a pressão sobre os mananciais torna-se cada dia maior, sendo necessárias buscas por novos e mais distantes corpos hídrico para atendimento da crescente demanda o que acarreta em infraestruturas mais complexas, que exigem maiores custos. A gestão de recursos hídricos eficiente, a contenção das perdas de água (visíveis e invisíveis), juntamente com o incentivo do uso racional são ações vistas como necessárias para o sistema de abastecimento (ANA, 2017).

3.2 Reuso de água

O uso eficiente da água, principalmente em áreas urbanas, é um desafio no que tange modificações imprescindíveis à gestão de recursos hídricos (Michel Rousset, 2005, *apud* GONÇALVES, 2006). Segundo Gonçalves (2006) para que haja sustentabilidade no ciclo urbano da água, fazem-se necessárias ações de conservação e medidas sustentáveis, que venham a intervir de forma positiva, sendo tais ações e medidas norteadas pelos princípios:

- x Minimização: Utilizar menor quantidade de água (através de aparelhos economizadores ou tecnologias apropriadas), buscar fontes alternativas de água e usar água de melhor qualidade apenas para usos necessários;

- ☒ Separação: Separar as águas residuais de acordo com o tratamento necessário, com o propósito de simplificar tratamentos, diminuir custos, facilitar o reaproveitamento de substâncias;
- x Reutilização da água: explorar diversas formas de reuso das águas residuais.

O conceito de reuso de água, segundo Lavrador Filho (1987, *apud* BREGA FILHO E MANCUSO, 2003) é tido como o aproveitamento de águas residuais de ações antrópicas, podendo vir a ser utilizada uma ou mais vezes, com a necessidade de tratamento ou não. Os fins para que a água é destinada, assim como a origem da água, ditam o grau de tecnologia que deve ser aplicado, para que haja o reuso de água eficiente, sem danos à saúde humana e ao meio ambiente (Brega filho e Mancuso, 2003).

A Organização Mundial da Saúde (WHO, 1973) classificou as águas de reuso, de acordo com os usos e finalidades, em diferentes grupos, sendo:

Reuso indireto: ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída.

Reuso direto: é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável.

Reciclagem interna: é o reuso da água internamente as instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição.

O reuso de águas é identificado em duas grandes categorias, reuso potável e o reuso não potável, que se diferem de acordo com os fins atribuídos, como mostrado no Quadro 1 (Westerhoff, 1984 *apud* Brega Filho e Mancuso 2003). Esta classificação, por razões práticas, é a mesma adotada pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES, 2015), que ressalva que os critérios de qualidade da água, variam conforme o tipo de reuso.

Quadro 1 - Tipo de Reuso de Água

Reuso potável	Direto	Quando o esgoto recuperado, por meio de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável.
	Indireto	Caso em que o esgoto, após tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como água potável.

Reuso Não Potável	Fins agrícolas	Embora, quando se pratica essa modalidade de reuso, via de regra haja, como subproduto, recarga do lençol subterrâneo, o objetivo precípuo dela é a irrigação de plantas alimentícias, tais como árvores frutíferas, cereais etc., e plantas não alimentícias, tais como pastagens e forrações, além de ser aplicável para dessedentação de animais.
	Fins industriais	Abrange os usos industriais de refrigeração, águas de processo, para utilização em caldeiras etc.
	Fins domésticos	São considerados aqui os casos de reuso de água para rega de jardins residenciais, para descargas sanitárias e utilização desse tipo de água em grandes edifícios.
	Manutenção de vazões	A manutenção de vazões de cursos de água promove a utilização planejada de efluentes tratados, visando a uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras a eles carreadas, incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima na estiagem.
	Aquicultura	Consiste na produção de peixes e plantas aquáticas visando à obtenção de alimentos e/ou energia, utilizando-se os nutrientes presentes nos efluentes tratados.
	Recarga de aquíferos subterrâneos	É a recarga dos aquíferos subterrâneos com efluentes tratados, podendo se dar de forma direta, pela injeção sob pressão, ou de forma indireta, utilizando-se águas superficiais que tenham recebido descargas de efluentes tratados a montante.
	Fins Recreativos	Classificação reservada à irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes, parques e também para enchimento de lagoas ornamentais, recreativos etc.

Fonte: Autor, com base em Westerhoff (1984) *apud* Brega Filho e Mancuso (2003).

O reuso potável torna-se mais caro economicamente pois há necessidade de tratamento, podendo ser utilizado posteriormente de forma direta ou indireta, contudo a OMS não recomenda o uso direto deste tipo de reuso. Já o reuso não potável tem mais possibilidades de uso, como para fins agrícolas, industriais, domésticos, manutenção de vazões, aquicultura, recarga de aquíferos subterrâneos (BREGA FILHO E MANCUSO, 2003).

Em áreas urbanas o reuso de água para fins não potáveis, que envolve menores riscos à saúde humana, pode ser aplicado de forma planejada em atividades que façam usos tidos como menos nobres, a exemplo: descarga de água em vaso sanitário; lavagens de pisos, calçadas, ruas e automóveis; limpeza de *playgrounds* e quadras de esporte; lagos artificiais e viveiros de peixe; irrigação em geral; em obras civis; reserva

contra incêndio; geração de energia; fluido para resfriamento e aquecimento industriais (NUNES, 2006).

Conforme Hespanhol (2003), no cenário de escassez hídrica, que afeta em especial regiões áridas, a utilização de fontes alternativas mostra ser uma ação admissível no que tange atender as demandas de usos menos nobres, a fim de liberar água de boa qualidade para abastecimento doméstico, vindo a atender o crescimento populacional.

A qualidade da água de reuso é estabelecida em razão da atividade fim a que será destinada, não carecendo em sua maioria seguir os padrões da água potável, contudo se faz necessário estabelecer padrões para parâmetros pertinentes aos usos devidos. O Manual – Conservação e Reuso da água em Edificações da Agência Nacional de Águas – ANA (2005) estabelece quatro classes de água para reuso, definidas em concordância com os usos predominantes de cada.

A água de reuso Classe 1 engloba atividades como lavagem de roupas, pisos e de veículos, descargas de bacias sanitárias e fins ornamentais (chafarizes, espelhos de água, etc), sendo os padrões de qualidade desta classe instituídos em conformidade com o uso mais restrito das atividades citadas.

Tabela 1 - Parâmetros característicos para água de reuso Classe 1

Parâmetros	Concentrações
Coliformes fecais	Não detectáveis
pH	Entre 6,0 e 9,0
Cor (UH)	≤ 10 UH
Turbidez (UT)	≤ 2 UT
Oder e Aparência	Não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	≤ 1 mg/L
DBO (mg/L)	≤ 10 mg/L
Compostos orgânicos voláteis ³	Ausentes
Nitrato (mg/L)	< 10 mg/L
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	≤ 20 mg/L
Nitrito (mg/L)	≤ 1 mg/L
Fósforo total ⁴ (mg/L)	$\leq 0,1$ mg/L
Sólido suspenso total (SST) (mg/L)	≤ 5 mg/L

Parâmetros	Concentrações
Sólido dissolvido total5 (SDT) (mg/L)	≤ 500 mg/L

Fonte: Autor, adaptado (ANA – 2005)

A Classe 2 apresenta seus usos relacionados às atividades da construção de edificações, como: lavagem de agregados; preparação de concreto; compactação do solo e controle de poeira. Os padrões desta classe são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros básicos para água de reuso Classe 2

Parâmetros	Concentrações
Coliformes fecais	≤ 1000 / ml
pH	Entre 6,0 e 9,0
Odor e aparência	Não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	$\leq 1,0$ mg/L
DBO (mg/L)	≤ 30 mg/L
Compostos orgânicos voláteis	Ausentes
Sólidos suspensos totais (mg/L)	30 mg/L

Fonte: Autor, adaptado (ANA – 2005)

O uso da água de reuso da Classe 3 é predominante na irrigação de áreas verdes e regas de jardins, onde os padrões de qualidade estabelecidos levam em consideração contaminantes biológicos e químicos que possam vir afetar o homem e o meio ambiente.

Tabela 3 - Parâmetros básicos para água de reuso Classe 3

Parâmetros		Concentrações
pH		Entre 6,0 e 9,0
Salinidade		$0,7 < EC$ (dS/m) $< 3,0$, $450 < SDT$ (mg/L) < 1500
Toxicidade por íons específicos	Para irrigação superficial	Sódio (SAR)
		Cloreto (mg/L)
		Cloro residual (mg/L)

Parâmetros		Concentrações
Para irrigação com aspersores	Sódio (SAR)	> ou = 3,0
	Cloreto (mg/L)	< 100 mg/L
	Cloro residual (mg/L)	< 1,0 mg/L
Boro (mg/L)	Irrigação de culturas alimentícias	0,7 mg/L
	Regas de jardim e similares	3,0 mg/L
Nitrogênio total (mg/L)		5 - 30 mg/L
DBO (mg/L)		< 20 mg/L
Sólidos suspensos totais (mg/L)		< 20 mg/L
Turbidez (UT)		< 5 UT
Cor aparente (UH)		< 30 UH
Coliformes fecais (mL)		≤ 200/ 100 mL

Fonte: Autor, adaptado (ANA – 2005)

Por fim, tem-se a Classe 4, que estabelece como atividade preponderante o reuso da água em torres de resfriamento, com seus padrões apresentados na Tabela 4, em função do tipo de operação das torres.

Tabela 4 - Variáveis da qualidade da água Classe 4

Variável*	Sem recirculação	Com recirculação
Sílica	50	50
Alumínio		0,1
Ferro	SR	0,5
Manganês		0,5
Amônia		1,0
Sólidos Dissolvidos Totais	1000	500
Cloreto	600	500
Dureza	850	650
Alcalinidade	500	350
Sólidos em Suspensão Totais	5000	100
pH	5,5 – 8,3	6,8 – 7,2

Variável*	Sem recirculação	Com recirculação
Coliformes Totrais (NMP/100mL)	SR	2,2
Bicarbonato	600	24
Sulfato	680	200
Fósforo	SR	1,0
Cálcio	200	50
Magnésio	SR	30
O ₂ dissolvido	Presente	SR
DQO	75	75

* Unidade de referência: mg/L, a menos que indicado

SR – Sem recomendação

Fonte: Autor, adaptado (ANA – 2005).

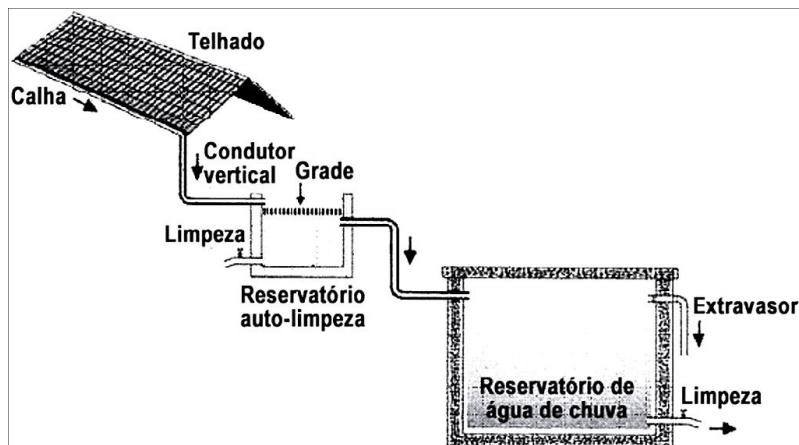
3.3 Fontes Alternativas

3.3.1 Água de chuva

Um dos fatores hídricos mais importantes no que tange o ciclo hidrológico é a precipitação. Há relatos desde antes de Cristo sobre o armazenamento de água, para atividades e usos humanos, proveniente das chuvas, entretanto novas tecnologias, como a construção de barragens e a implantação de sistemas de abastecimento fizeram com que tal prática fosse relativamente abandonada (PHILIPPI et al.).

No Brasil, apenas nas últimas décadas a captação de água de chuva passou a fazer parte dos programas governamentais, visto a escassez hídrica, a poluição dos mananciais, que está diretamente ligado com a má qualidade dos abastecimentos públicos, e a crescente demanda populacional (PHILIPPI et al.). Para Dias (2007), com o avanço das tecnologias acerca do uso das águas de chuva, seu uso vem cada vez mais sendo utilizado, em maioria, para usos não potáveis.

Figura 1 - Esquema de Coleta de água de chuva



Fonte: May, 2004 *apud* Gonçalves, 2006

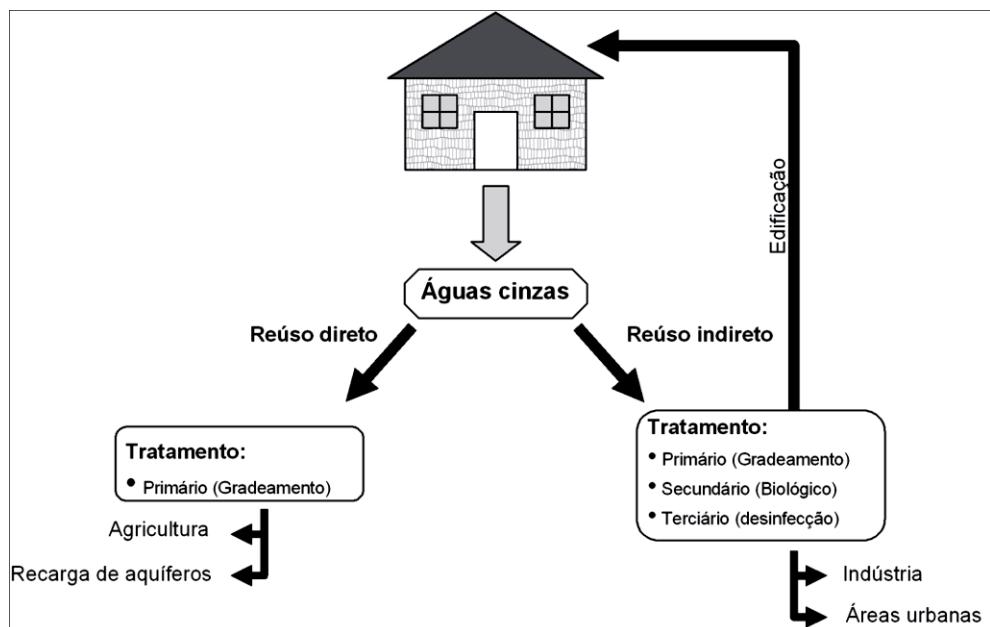
Na Paraíba, a Lei nº 10.033/2013 institui a Política Estadual de Captação, Armazenamento e Aproveitamento da Água da Chuva no Estado da Paraíba, e dá outras providências.

3.3.2 Águas cinza

A água residual proveniente de chuveiros, lavatórios, máquina de lavar roupa, tanques, banheiras, e pias de cozinha, contudo este último não é considerado por alguns autores, visto que o efluente possui óleos e gorduras. Contém componentes decorrentes do uso de sabão, produtos de lavagem e de limpeza em geral. (Gonçalves, Bazzarella, Peters E Phillipi, 2006 *in* GONÇALVES, 2006)

A economia de água potável, de energia elétrica e menor produção de esgoto sanitário são consequências do reuso das águas cinza. Transcorrendo para uma escala maior, este reuso mitiga a poluição em mananciais, pois reduzem o nível de esgoto lançado no corpo hídrico, assim como fomenta a prevenção, visto que diminui o volume de água captada (GONÇALVES, 2006). A Figura 2 ilustra os principais usos adequados para este tipo de efluente.

Figura 2 - Opções para reuso de águas cinza

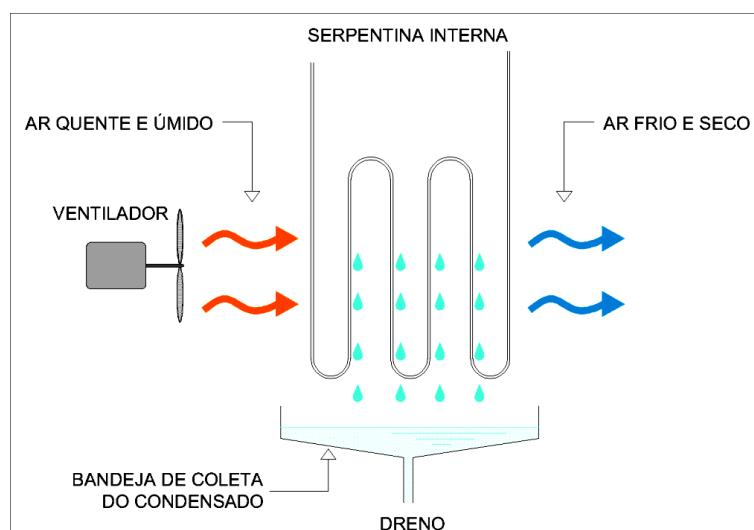


Fonte: Gonçalves, 2006.

3.3.1 Águas condensadas a partir de aparelhos de acondicionado

O processo de condensação que ocorre nos aparelhos de ar-condicionado do tipo *split* é, basicamente, formado a partir do vapor de água, que ao entrar em contato com uma superfície mais fria (serpentine interna do aparelho), consequentemente sofre a mudança de estado de vapor para estado líquido, como ilustrado na Figura 3 (SANTOS *et. al.*, 2016).

Figura 3 - Diagrama do Sistema de Condensação de Água na Serpentina



Fonte: Acervo da NB Projetos Ltda., 2011 *apud* Bastos (2012).

Diante da escassez hídrica que assola várias regiões no mundo, e a viabilidade do aproveitamento do volume de água condensada por aparelhos de ar-condicionado, surgiram vários estudos acerca da potência deste efluente de ser tratado como uma provável fonte alternativa de água para usos não potáveis.

i. Universidade de Jean Piaget ± Viana, Luanda (Angola)

A escassez hídrica é uma dificuldade que assola vários países no mundo, principalmente aqueles que possuem regiões áridas e aglomerados urbanos. A Angola, é um país que sofre com esses dois fatores. Na universidade de Jean Peaget, localizada na cidade Viana – Angola, Nenganga (2014) quantificou o volume de água condensada que os aparelhos da instituição poderiam gerar, chegando à conclusão de que, durante o ano letivo poderia ser gerado 800.000 litros de água para usos menos nobres.

Segundo Nenganga (2014), a quantidade de água produzida pelo aparelho de ar-condicionado depende da marca, potência e condições climáticas (especificamente a umidade). Contudo, a pressão econômica e socioambiental, que concerne a redução do consumo de água potável, faz com que este método seja viável para o aproveitamento do recurso hídrico gerado.

ii. Projeto de Edificação com Certificação LEED ± Vitória, ES (Brasil)

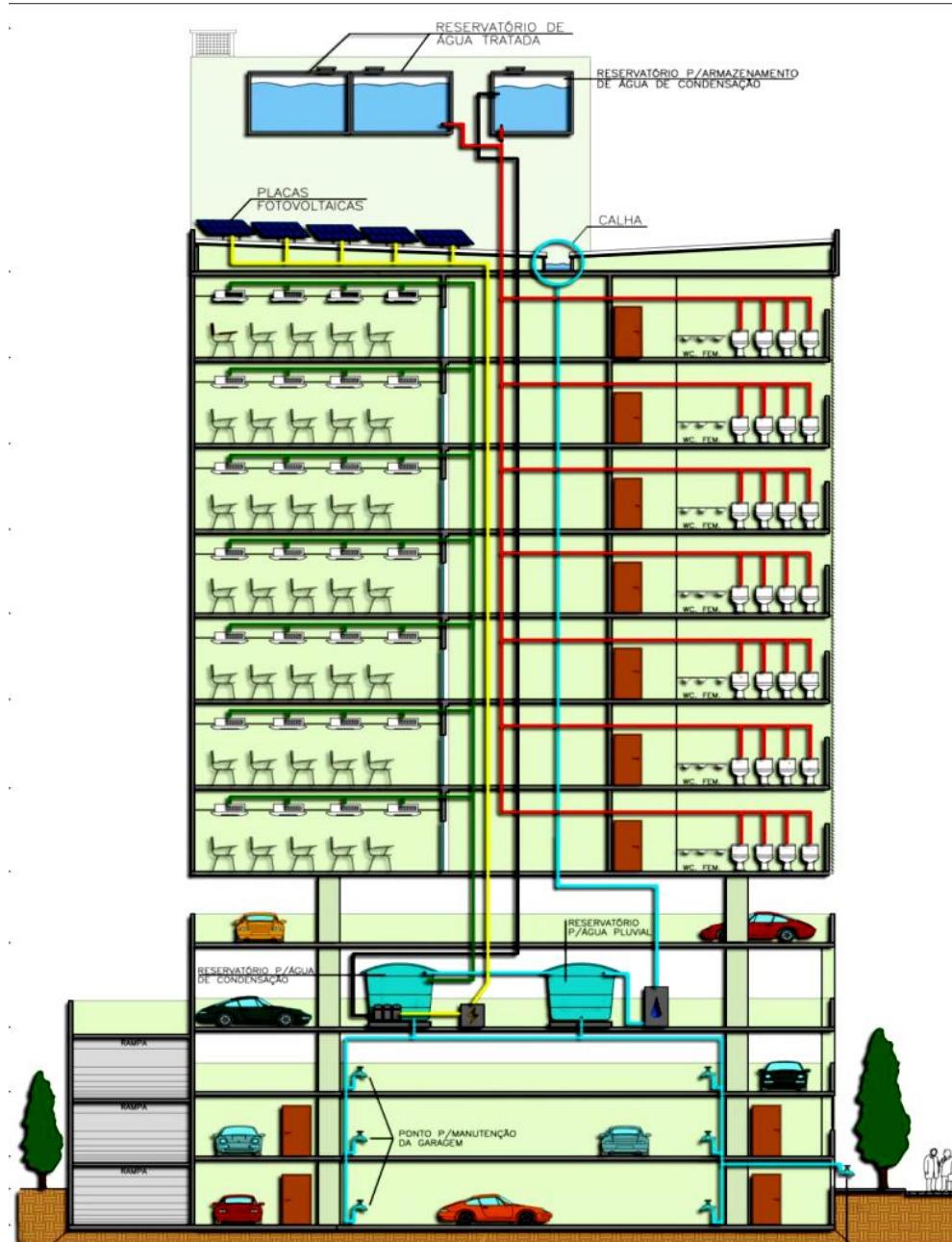
Na construção civil variadas metodologias têm sido empregadas buscando a sustentabilidade das edificações, dentre elas podemos destacar a certificação *LEED*¹ (*Leadership in Energy and Environmental Design*), que traz como um dos objetivos a redução de 50% do consumo de água, a partir do reaproveitamento de águas residuais (ARAUJO, 2009 *apud* Bastos, 2012).

Bastos (2012), baseado na metodologia *LEED for Schools* com adaptações regionais, buscou analisar a viabilidade técnica do aproveitamento da água gerada pelo sistema de ar-condicionado em um projeto de prédio destinado a funcionar como uma Instituição de Ensino Superior na cidade de Vitória, ES – Brasil.

¹ *LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)* é um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações, utilizado em 143 países, que tem o intuito de incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade de suas atuações.

A análise do projeto visa com que toda a água condensada pelo sistema de ar-condicionados do tipo *multi-split* (combina múltiplo pontos de refrigeração com apenas um ciclo de refrigeração) seja captada e armazenada em reservatório inferior, e lançada através de bombas hidráulicas alimentadas por geradores fotovoltaicos até um reservatório superior próprio (separado do reservatório de água oriunda da concessionária) que abastecerá as descargas sanitárias de todos pavimentos da edificação, ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Esquema geral do sistema sugerido



Fonte: Basto e Calmon (2012).

Como resultado da análise apresentada por Bastos (2012), conclui-se que a economia de água tratada poderá chegar a ser de 77,72%, fazendo o uso das águas condensadas nas descargas sanitárias da edificação estudada, caso o projeto seja implantado.

iii. Universidade de Fortaleza (Unifor). Fortaleza, CE (Brasil)

Na Universidade de Fortaleza (Unifor), foi realizado estudo a fim de se fazer a caracterização físico-química e microbiológica das águas condensadas de aparelhos de ar condicionados. Os efluentes foram coletados em dois blocos do Centro de Ciências Tecnológicas e analisados os parâmetros de condutividade, cloretos, sódio, potássio, cálcio e magnésio, todos os resultados obtidos estiveram dentro dos padrões permitidos pela Portaria do Ministério da Saúde Nº 2914/11, que estabelece padrões de potabilidade para água e pela Resolução CONAMA Nº 357/05 (SOUZA et. al., 2016).

Segundo os autores, nas análises microbiológicas realizadas foi notados valores de 119,8 NMP para Coliformes Totais e 108,6 NMP para *Escherichia coli* em uma das amostras, contudo percebeu-se que, o dreno do aparelho onde a água foi coletada continha uma parte exposto ao ar livre, sendo provável bebedouro de pássaros. Mesmo com tais valores, a água ainda assim se enquadra na Classe II de água doce da Resolução CONAMA Nº 357/05.

4. METODOLOGIA

O trabalho se deu por meio da realização de investigações documentais e bibliográficas pertinentes ao tema, pesquisas de campo a fim da obtenção de dados e informações relevantes ao estudo e análise laboratorial de coletas realizadas, desta maneira apresenta caráter exploratório e explicativo. A abordagem desta pesquisa predomina de natureza quantitativa visto que resultados obtidos, como consumo, vazão e qualidade da água são de cunho numérico (MINAYO, 2001).

4.1 Caso de Estudo

O trabalho foi realizado na Superintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA, órgão ambiental responsável pelo licenciamento ambiental de atividades e empreendimentos do estado da Paraíba. A instituição está presente nas cidades de João Pessoa, Campina Grande e Patos.

O estudo foi executado na sede do órgão ambiental, localizada na cidade de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, e situada no bairro de Tambiá. O local é perto à zona institucional e de serviços, à zona de comércio, área de bastante importância comercial na cidade, e à zona especial de preservação natural, onde está o Parque Arruda Câmara, conhecido popularmente como “Bica” (Mapa de uso e ocupação do solo da cidade de João Pessoa, 2007).

Figura 5 - Localização da SUDEMA



Fonte: Google Earth, 2018.

A cidade de João Pessoa é caracterizada por possuir clima tropical-úmido, sendo do subtipo climático “Am” de acordo com a classificação de Köppen². A temperatura média da cidade gira em torno de 26,1 °C. O mês de fevereiro é característico por ser o de maior temperatura, com 27,2 °C, e julho o de menor, em torno de 24,2 °C.

A temperatura média da cidade de João Pessoa é relativamente elevada durante maior parte do ano, a estrutura construtiva do órgão não possui atributos para utilização de ventilação natural, que poderia trazer consigo conforto térmico, logo, visto tais fatores, a SUDEMA dispõe de sistemas de climatização com aparelhos de ar-condicionado do tipo *split* em todas as salas do órgão para a melhoria do bem-estar dos funcionários e usuários e a proteção de equipamentos sensíveis a temperatura mais elevada.

4.2 Consumo de Água

Realizada uma pesquisa documental no órgão com o propósito de se ter conhecimento acerca da demanda de água consumida na instituição, e, a partir dos valores encontrados, foi possível a avaliação comparativa da água consumida e o volume gerado pelos aparelhos condensadores de ar.

A concessionária de abastecimento de água do estado da Paraíba, a CAGEPA, é a empresa responsável por todo abastecimento de água na SUDEMA, portanto, a redução do uso de água vinda da concessionária implica diretamente na diminuição da demanda de água tratada e na redução das contas de água (minoração de gastos econômicos). A estrutura do órgão ambiental se dá através da junção de três residências interligadas internamente, sendo a análise do volume consumido total no órgão realizada por meio do *site*³ da concessionária, onde foi possível, através do CNPJ da instituição disponibilizado pelo setor financeiro, ter acesso ao volume de água consumido no ano de 2017 (integral) até o mês de abril do corrente ano, de duas destas residências, e por meio do processo físico das contas de água dos anos de 2017 e 2018 o volume consumido na casa restante.

Coletado os dados dos volumes das três residências que estruturam o órgão, foi elaborado, por meio do *software* Excel, o somatório do volume total consumido durante

²http://www.weatherbase.com/weather/weather_summary.php3?s=89728&cityname=Joao+Pessoa%2C+Paraiba%2C+Brazil&units=metric

³<http://www.cagepa.pb.gov.br>

o ano de 2017 e os meses de janeiro, fevereiro, março e abril de 2018. A partir destes valores, foi obtido a média mensal de consumo.

4.3 Contagem dos Aparelhos de Ar-Condicionado

Para início das análises quantitativas do volume de água condensada, fez-se necessário a contagem do número de aparelhos de ar-condicionado existentes no órgão, visto que não havia nenhum documento com tal informação. A contagem foi realizada através de visitas *in loco* a todos os setores da SUDEMA, sendo feita a apuração de quantos aparelhos há em cada sala, qual a potência deles e quantas horas diárias permanecem operando. Os dados coletados foram anotados e listados de acordo com os setores.

4.4 Definição dos Pontos e Análise Quantitativa da Água Condensada

Vários dos aparelhos de ar-condicionado estão situados no primeiro andar da instituição, estando o dreno que conduz a água condensada inacessível. Outros aparelhos não possuem este dreno, e consequentemente a água escoa direta pelas paredes ou pelo chão. A Figura 6 ilustra tal problemática, o que acarreta a impossibilidade de aquisição do volume correto da água oriunda destes aparelhos.

Figura 6 - Aparelho no primeiro andar da instituição e dreno inacessível



Fonte: O autor (2018).

Desta forma, tornou impraticável a coleta de água em todos os drenos, em visto dos aparelhos e duração deste trabalho. Isto posto, foi, portanto, definido 5 (cinco) pontos para coleta. Os pontos de coleta foram decididos de acordo com a potência dos aparelhos e com o tempo de funcionamento diário.

O aparelho do Ponto 1, encontrar-se no Centro de Processamento de Dados (CPD), tendo sido escolhido por operar durante o período de 24 horas diariamente, incluindo finais de semana, pois climatiza o ambiente que está localizado o *datacenter*⁴ da SUDEMA, sendo indispensável manter a temperatura do local em torno de 19 °C. A maior potência de aparelho encontrada entre os ar-condicionado do órgão foi a de 30.000 Btu, visto isso, o Ponto 2 foi selecionado por se tratar de um aparelho com tal potência, estando localizado no setor de arquivamento do Centro de Documentação (CDOC). Os Pontos 3 e 4, localizados, respectivamente, na Divisão de Atendimento (Diat) e na recepção do Centro de Documentação (CDOC), foram escolhidos por terem a potência mais decorrentes entre os aparelhos da instituição, de 12.000 Btu. Por fim, o Ponto 5, localizado na sala de recepção da Coordenadoria de Medição Ambientais (CMA), foi selecionado por apresentar a potência de 9.000 Btu, pois esta é a segunda potência dos aparelhos mais encontrada.

Com a definição dos pontos, fez-se possível a coleta das águas condensadas. Para tal foram utilizados como recipientes de coleta, garrafas PETs de 1,5 e 2 litros, devidamente etiquetadas, como mostra a Figura 7.

Figura 7 - Recipientes de coleta para análise da vazão



Fonte: O autor (2018).

⁴ Local onde estão concentrados os sistemas computacionais de uma empresa ou organização.

Houve cinco coletas de água condensada, em horários distintos, tanto pela manhã como pela tarde. Utilizou-se a Tabela 5 para armazenar os dados em cada dia da coleta.

Tabela 5 - Coleta de dados

COLETA Nº X				
Dia	Temperatura		Umidade relativa do ar	
	máx	mín		
Fonte: Inmet 2018				
Aparelho	Hora da coleta		Duração da coleta	Volume Gerado [L]
	Início	Fim		
Ponto 1				
Ponto 2				
Ponto 3				
Ponto 4				
Ponto 5				

Fonte: O autor (2018)

Os recipientes usados para as coletas foram distribuídos e acomodados nos drenos de cada ponto já pré-estabelecido. Iniciada a coleta dos volumes, foi anotado o horário de início, e a temperatura na qual o aparelho de ar-condicionado encontrava-se no momento. Após cerca de 60 minutos, o horário final exato da coleta era registrado, os recipientes retirados dos pontos de coleta e levados ao CMA (laboratório). No Ponto 2, onde a vazão se mostrou bastante elevada em comparação com os outros pontos, o recipiente era retirado após cerca de 30 minutos de coleta, uma vez que, existiria o risco de transbordo e a amostra seria perdida. Nas figuras 8, 9, 10, 11, e 12, temos todos os pontos de coleta do volume.

Figura 8 - Ponto 1 de Coleta da Vazão



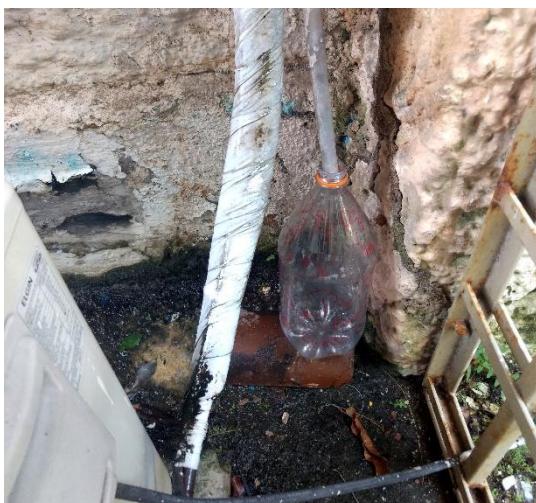
Fonte: Autor (2018)

Figura 9 - Ponto 2 de Coleta da Vazão



Fonte: Autor (2018)

Figura 10 - Ponto 3 de Coleta da Vazão



Fonte: Autor (2018)

Figura 11 - Ponto 4 de Coleta da Vazão



Fonte: Autor (2018)

Figura 12 - Ponto 5 de Coleta da Vazão



Fonte: Autor (2018)

No momento da coleta foi anotada a temperatura dos aparelhos de ar, contudo, não foi possível uma análise da interferência desta temperatura do ar no volume coletado, pois existiram diferentes temperaturas dos aparelhos durante os dias de coleta. A temperatura média diária e a umidade foram verificadas no *site*⁵ do INMET. No laboratório da SUDEMA (CMA), quantificou-se o volume de cada coleta com o uso de uma proveta volumétrica de 1000 ml.

4.5 Análise físico-química e microbiológica

Para a análise físico-química e microbiológica foram definidos três pontos de coleta, que foram escolhidos de acordo com o ambiente em que estão localizados os aparelhos condensadores de ar ou com o volume gerado, averiguado anteriormente pela análise quantitativa. O Ponto 1 da coleta foi o aparelho que refrigerava o setor de arquivamento, local onde não há passagem de muitas pessoas. O aparelho de ar-condicionado que climatiza a recepção do setor de arquivamento foi definido como ponto 2 de análise, e por fim o aparelho do ponto 3, que se encontra na Divisão de Atendimento, foi escolhido por climatizar um ambiente em que há transição de muitas pessoas diariamente.

As análises foram efetuadas em dias distintos dos da coleta quantitativa do volume de água condensada, visto que, para ser feita a análise físico-química e microbiológica adequada, é faz necessário compartimentos apropriados. Tais compartimentos foram disponibilizados pelo laboratório da SUDEMA, devidamente esterilizados. Nas figuras 13, 14 e 15 temos os pontos de coleta.

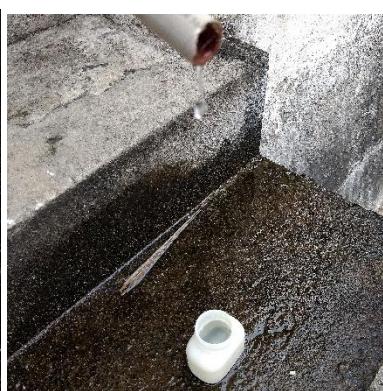
⁵ <http://www.inmet.gov.br/portal/>

Figura 13 - Ponto 1 Coleta da Análise Qualitativa



Fonte: Autor (2018).

Figura 14 - Ponto 2 Coleta da Análise Qualitativa



Fonte: Autor (2018).

Figura 15 - Ponto 3 Coleta da Análise Qualitativa



Fonte: Autor (2018).

A análise, dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos das amostras coletadas, foi efetuada no laboratório do próprio órgão ambiental, utilizando técnicas de acordo com *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). O quadro 2 expõe quais os parâmetros analisados e os equipamentos utilizados para a obtenção dos resultados.

Quadro 2 – Parâmetros e Equipamentos

Parâmetro	Equipamento utilizado para medição
Temperatura	Termômetro digital
Cor	Espectrofotômetro
Turbidez	Turbidímetro
pH	pHmetro
Condutividade	Condutivímetro
Salinidade	Refratômetro de Salinidade
Sólidos Dissolvidos	Condutivímetro
Coliformes	Membrana Brilhante

Fonte: O autor.

4.6 Organização e Análise dos Dados Coletados

Os volumes adquiridos nas coletas das águas condensadas, os dados registrados do consumo de água no órgão e os valores obtidos para os parâmetros físico-químicos e biológicos das análises feita no laboratório, foram dispostos e reunidos em planilhas.

4.6.1 Vazão

A partir do valor das vazões horárias dos pontos de coleta 2, 3, 4 e 5, foi possível a construção do gráfico Potência do aparelho de ar-condicionado *versus* Vazão Horária, pelo Método dos Mínimos Quadrados, onde consiste em determinar o melhor ajuste para um conjunto de dados, de forma a minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre o valor observado e o valor estimado. O Ponto 1 de coleta do volume, referente ao aparelho de ar-condicionado que opera 24 horas diárias, não foi levado em consideração para construção do gráfico, visto ter um comportamento distinto dos demais e a vazão sofrer inferência por tal característica.

Para o cálculo das vazões diárias, foi usada a Equação 1, utilizando os valores obtidos para vazões horárias, tanto dos pontos coletados como dos calculados pela equação 3. Foi levando em consideração a quantidade de horas de funcionamento de cada aparelho separadamente.

$$Q_{diária} = \text{Horas que o aparelho opera diariamente} * Q_{horária} \quad (\text{Equação 1})$$

A SUDEMA trabalha dois expedientes de segunda a quinta, e meio nas sextas, o que totaliza por mês 18 dias de trabalho. Logo, para o cálculo da vazão mensal, foi levado em consideração apenas os dias de funcionamento de cada aparelho, de acordo com os expedientes do órgão.

$$Q_{mensal} = \text{Dias de trabalho} * Q_{diária} \quad (\text{Equação 2})$$

4.6.2 Qualitativos

Na Resolução do CNRH Nº 54/2005, que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, em seu Art. 2º, temos que:

V - Produtor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reuso;

As águas condensadas, a partir do aparelho de ar-condicionado, são consideradas como águas residuais, por conseguinte, em caso de reuso das mesmas, conforme ANA (2005) e a Resolução Nº 54/2005 do CNRH, o local onde o aparelho está localizado torna-se “produtor de água”, sendo o responsável pela gestão da qualidade e quantidade do efluente a ser reutilizado.

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas condensadas foram analisados na Coordenadoria de Medição Ambientais (CMA), o laboratório da SUDEMA. Para efeito desta pesquisa, os resultados dos parâmetros foram comparados com os padrões do Manual – Conservação e Reuso da água em Edificações da ANA (2005), para a água de reuso da Classe 1 (descargas nas bacias sanitárias, lavagem de pisos, fins ornamentais e lavagem de roupas e veículos) e Classe 3 (irrigação de áreas verdes e rega de jardins), visto que são classe de reuso que abordam atividades corriqueiras na SUDEMA.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Aparelhos condensadores de ar

Os dados coletados sobre os aparelhos de ar-condicionado da SUDEMA foram organizados de acordo com o setor que os aparelhos estão instalados, sendo descritos pela potência em Btu e o período diário de funcionamento, como mostra a tabela 6.

Tabela 6 - Quantidade de aparelhos condensadores de ar

Setor	Potência [Btu]	Duração hora/dia
Assessoria de Planejamento (Asplan)	12.000	8h
Auditório	30.000	2h
	30.000	2h
	12.000	8h
Coordenadoria de Controle Ambiental (CCA)	12.000	8h
	12.000	8h
	30.000	8h
	12.000	8h
Setor de Documentação (CDOC)	9.000	1h
	30.000	8h
	12.000	1h
Comissão de Gerenciamento Costeiro (Comeg)	30.000	8h
Secretaria Exec. do Conselho de Proteção ao Meio Ambiente (Copam)	12.000	8h
Centro de Processamento de Dados (CPD)	9.000	8h
	18.000	24h
	12.000	8h
Assessoria de Comunicação (Ascom)	12.000	8h
	12.000	8h
Comissão Permanente de Licitação (CPL)	12.000	8h
	9.000	8h
Coordenadoria de Serviços Gerais (CSG)	7.000	8h
	10.000*	8h
Diretoria Administrativa (DA) / Coordenadoria de Contabilidade e Finanças (CCF)	12.000	8h
	9.000	4h
	30.000	8h
	9.000	8h
	12.000	10h
Coordenadoria de Serviços Gerais (Diat)	12.000	10h
	12.000	8h
	12.000	8h
Divisão de Fiscalização (Difi)	9.000	8h
	18.000	8h
Coordenadoria da Divisão de Florestas (Diflor)	30.000	8h
Secretaria da Diretoria Superintendente (DS)	12.000	8h

Setor	Potência [Btu]	Duração hora/dia
	12.000	4h
	12.000	4h
	12.000	8h
Diretoria Técnica (DT)	12.000	8h
	12.000	4h
Comissão de Análise de Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA)	12.000	8h
	9.000	8h
	9.000	8h
Coordenadoria de Medição Ambientais (CMA)	12.000	24h
	12.000	8h
	30.000	8h
	9.000	8h
	12.000	8h
Procuradoria Jurídica (Projur)	9.000	8h
	9.000	8h
	16.000	8h
Procuradoria Jurídica/anexo (Projur)	12.000	8h
	9.000	1h
Setor de Resíduos Sólidos (SRS) / Divisão de Telecomunicações (Ditel)	12.000	8h
Coordenadoria de Recursos Humanos (CRH)	12.000	8h
	7.000	4h
Setor de Geoprocessamento (SetGeo)	30.000	8h
Supporte (digitação)	12.000	8h

*Aparelho de ar-condicionado do tipo janela.

Fonte: Autor (2018)

Quantificados no total de 57 aparelhos, sendo 1 do tipo janela e 56 *split*, com potências variadas entre 7.000 Btu, 10.000 Btu, 12.000 Btu, 16.000 Btu, 18.000 Btu e 30.000 Btu. A duração diária de funcionamento que predomina nos aparelhos é de 8 horas, contudo, existe 2 aparelhos que necessitam permanecer operando continuamente 24 horas todos os dias, pois o ambiente que estes climatizam contêm equipamentos sensíveis à temperatura acima de 20 °C. Outros aparelhos de ar-condicionado, como dos que estão localizados no auditório do órgão, operam apenas quando o ambiente está sendo utilizado, sendo equivalente a 2 horas diariamente.

Os aparelhos condensadores de ar foram então dispostos em conformidade com a potência de cada um, como mostra a Tabela 7:

Tabela 7 - Quantidade de aparelhos de acordo com a potência em Btu

Potência [Btu]	Quantidade de aparelhos na instituição
7.000	2
9.000	12
10.000	1
12.00	30
16.000	1
18.000	2
30.000	9
TOTAL	57

Fonte: Autor (2018)

Dentre os 57 aparelhos de ar-condicionado, temos que quatro destes possuem potências desiguais daquelas dos pontos de coleta que foram estabelecidos, mais especificamente os de 7.000 Btu, 10.000 Btu, 16.000 Btu e o aparelho de 18.000 Btu com funcionamento de oito horas diárias, totalizando 5 aparelhos. As vazões horárias destes aparelhos foram calculadas a partir da equação 3.

5.2 Vazão da água condensada por aparelhos de ar-condicionado

Os volumes coletados das águas condensadas revelam que, a potência de cada aparelho influencia no valor da vazão por ele gerada, assim como a duração diária de funcionamento, como mostra a Tabela 8:

Tabela 8 - Volume médio dos pontos de coleta

Potência [Btu]	Pontos coletados	Vazão [Lh^{-1}]	Vazão [m^3h^{-1}]
9.000	1	1,24	0,00124
12.000	2	1,41*	0,00141
18.000**	1	0,44	0,00044
30.000	1	2,97	0,00297

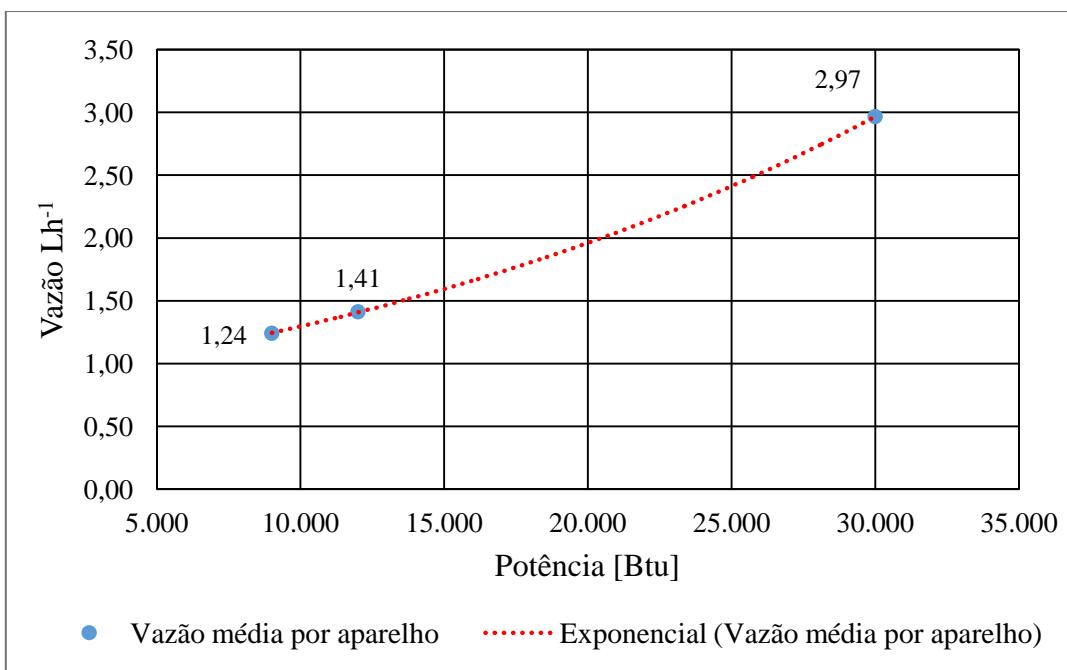
*média das vazões dos dois pontos com aparelhos de 12.000 Btu.

**ligado 24horas diárias continuamente.

Fonte: O autor (2018)

Os pontos de coleta dos aparelhos com potência de 9.000Btu, 12.000Btu e 30.000Btu operam durante 8 horas diárias, já o aparelho analisado de 18.000 Btu funciona durante 24 horas contínuas diariamente, por esta razão a umidade do local que este climatiza se torna baixa quando comparada com a dos ambientes dos outros pontos analisados, e consequentemente o valor da vazão mostrou-se menor. Para a construção do gráfico 2, foi desconsiderada a vazão deste aparelho, visto o comportamento singular e que interfere diretamente no volume gerado.

Gráfico 1 - Vazão média por aparelho de ar-condicionado (*split*), que opera 8 horas diárias



Fonte: O autor (2018)

Com base no Gráfico 1, foi construída a Equação 3 que rege o comportamento da curva para o cálculo da vazão de água condensada pelos aparelhos de ar-condicionado que operam durante 8 horas diariamente.

$$Q = 0,8567e^{-0,00004P} \quad \text{Equação 3}$$

Onde: $Q = \text{Vazão } [\text{Lh}^{-1}]$

$P = \text{Potência do aparelho de ar-condicionado } [\text{Btu}]$

O Gráfico 1 mostra como a potência do aparelho de ar-condicionado atua sob a vazão, quando os aparelhos estão instalados em ambientes similares e têm comportamentos comparáveis, mostrando que quanto maior a potência, mais água poderá vir a ser condensada, aumentando assim a vazão gerada.

Para Sousa (2016) o valor da água condensada sofre interferência direta da potência do aparelho, do teor de umidade e área do ambiente refrigerado, da movimentação de entrada e saída de pessoas no local (que pode vim a causar aumento da temperatura do ambiente, consequentemente requerendo maior carga de trabalho para o aparelho). Os valores de água condensada encontrados por este autor foram o de, $2,6\text{Lh}^{-1}$ para um aparelho de 48.000 Btu e $4,4\text{Lh}^{-1}$ para aparelho de 36.000 Btu, sendo o aparelho de maior potência instalado em ambiente com pouca movimentação de pessoas, logo, gerando menor carga de trabalho para o mesmo e volume de água condensada inferior.

Usando a Equação 3, que leva em consideração que os aparelhos possuem comportamento equivalente (tempo de funcionamento) àqueles dos pontos de coleta do volume da água condensada, foi possível a obtenção das vazões horária dos aparelhos da SUDEMA.

Tabela 9 - Vazão horária de cada potência do ar-condicionado

Potência [Btu]	Vazão [Lh^{-1}]	Vazão [m^3h^{-1}]
7.000	1,13**	0,00113
9.000	1,24	0,00124
10.000	1,28**	0,00128
12.000	1,41	0,00141
12.000*	-	-
16.000	1,62**	0,00162
18.000*	0,44	0,00044
18.000	1,76**	0,00176
30.000	2,97	0,00297

*Aparelho operando 24 horas continuamente

** Valor obtido pela equação 3

Fonte: Autor (2018)

O aparelho de 12.000 Btu, que opera 24 horas diárias, foi desconsiderado nos cálculos, posto que não foi possível a coleta da vazão do mesmo, e, por atuar continuamente, o ambiente que este climatiza tende a possuir baixa umidade, o que

influencia no volume de água condensada gerada, o que torna este ar-condicionado distinto dos outros aparelhos de mesma potência e que operam 8 horas por dia.

Os resultados encontrados por Pimenta (2016), a partir de medições do volume da água condensada pelos aparelhos de ar-condicionado do Centro de Tecnologia da UFRN, tiveram vazões, em média $0,3\text{Lh}^{-1}$ menores que as encontradas no presente trabalho. Para Sousa, Oliveira e Coelho (2016) foi obtido o valor de $1,75 \text{ Lh}^{-1}$ na medição do volume de água condensada a partir de aparelho com potência de 18.000 Btu, localizado na central de laboratórios da UFCG – Pombal/PB, valor este bem próximo da vazão diária calculada pela Equação 1 do presente trabalho, para o ar-condicionado de mesma potência.

Para efeito de cálculo foi levado em consideração que os condicionadores de ar da SUDEMA funcionam com características equivalentes. Com os valores apresentados na tabela 10, foi então possível a quantificação total da água condensadas gerada diariamente pelos aparelhos da instituição, de acordo com a potência de cada um.

Tabela 10 - Vazão diária de todos aparelhos

Potência [Btu]	Quantidade de aparelhos	Horas "diária" de funcionamento	Vazão [Ldia^{-1}]	Vazão [$\text{m}^3\text{dia}^{-1}$]
7.000	2	12	13,60	0,0136
9.000	12	78	96,77	0,0967
10000	1	8	10,22	0,0102
12.000	29	217	306,36	0,3063
12.000*	1	24	-	-
16.000	1	8	13,00	0,0129
18.000*	1	24	10,53	0,0105
18.000	1	8	14,08	0,0141
30.000	9	60	177,94	0,1779
TOTAL			642,51	0,64

*Aparelho operando 24 horas continuamente.

Fonte: Autor (2018)

A potência mais comum dos aparelhos da SUDEMA consistiu a de 12.000 Btu, sendo estes aparelhos de ar-condicionado os que geraram a maior vazão diária, como pode ser observado na Tabela 10, e consequentemente o maior volume. A vazão total de água condensada por dia foi de $642,51 \text{ Ldia}^{-1}$ ou $0,64 \text{ m}^3\text{dia}^{-1}$.

Para o cálculo da vazão mensal, foi levado em consideração o fato de a SUDEMA funcionar os dois expedientes de segunda a quinta e meio nas sextas-feiras, ou seja, quatro dias e meio por semana, contabilizando 18 dias por mês. A partir desse dado e com as vazões diárias, obtivemos os valores da Tabela 11.

Tabela 11 - Vazão mensal de todos os aparelhos da SUDEMA

Potência [Btu]	Dias de funcionamento	Vazão [L/mês]	Vazão [m ³ /mês]
7.000	18,0	244,84	0,24
9.000	18,0	1741,89	1,74
10000	18,0	184,04	0,18
12.000	18,0	5514,40	5,51
12.000*	30,0	-	-
16.000	18,0	233,96	0,23
18.000*	30,0	315,96	0,32
18.000	18,0	253,44	0,25
30.000	18,0	3203,00	3,20
TOTAL		11.691,54	11,69

*Aparelho operando 24 horas continuamente.

Fonte: Autor (2018)

O volume de água condensada gerada pelos aparelhos de ar-condicionado da SUDEMA foi contabilizado no total de 11.691,54 Lmês⁻¹, ou 11,69 m³mês⁻¹. Visto que o órgão ambiental funciona durante os 12 meses do ano, o volume anual pode chegar a ser de 140.298,43 Lano⁻¹ (140m³ano⁻¹).

5.3 Consumo de água

Com os dados coletados no *site* da concessionária que abastece a SUDEMA, juntamente com o acesso as contas de água da instituição nos anos de 2017 e início de 2018, foi possível a obtenção do consumo mensal do órgão.

Tabela 12 – Consumo de água da SUDEMA

Mês/ano	Consumo m ³	Valor* R\$
abr/18	165	R\$ 3.387,13
mar/18	156	R\$ 3.247,06
fev/18	156	R\$ 3.162,22
jan/18	164	R\$ 3.373,74
dez/17	134	R\$ 2.971,19

Mês/ano	Consumo m ³	Valor* R\$
nov/17	156	R\$ 3.173,93
out/17	153	R\$ 3.086,41
set/17	154	R\$ 3.111,47
ago/17	154	R\$ 3.111,47
jul/17	155	R\$ 3.128,49
jun/17	125	R\$ 2.765,55
mai/17	145	R\$ 3.068,98
abr/17	158	R\$ 3.278,16
mar/17	181	R\$ 3.788,09
fev/17	213	R\$ 4.598,01
jan/17	149	R\$ 3.023,57
MÉDIA	157	R\$ 3.267,23

*O valor é contabilizado com o consumo de água, juntamente com a taxa de esgoto.

Fonte: Autor (2018)

A partir dos valores expostos na Tabela 12, calculou-se a média mensal de consumo de água na SUDEMA nos últimos 16 meses, sendo obtido o volume médio de consumo mensal de 157 m³.

Em razão do tempo e instrumentos insuficientes do presente trabalho, a análise das possíveis perdas de água por vazamentos (visíveis e/ou invisíveis) não foi exequível, logo, os valores do consumo mensal podem conter possíveis perdas de água existentes no órgão e que são contabilizadas como consumo à concessionária.

Sendo a média da vazão mensal de água consumida de 157m³mês⁻¹, e, a vazão da água condensada gerada pelos aparelhos de ar-condicionado de 11,69m³mês⁻¹, tem que, promovendo o aproveitamento destas águas, pode-se ter a redução de 7,5% do consumo de água oriunda da concessionária, ou seja, de água tratada que em sua grande maioria utilizada para fins não nobres, como lavagem de piso do órgão e em bacias sanitárias.

5.4 Qualidade da água

Os resultados dos parâmetros físico-químicos e microbiológico das águas condensadas pelos três aparelhos de ar-condicionado analisados mostraram a boa qualidade da água, quando comparados com os padrões estabelecidos para as classes de água de reuso 1 e 3 do Manual de Conservação e Reuso da Água em Edificações – ANA 2005. Na Tabela 13 temos todos os valores obtidos pelas análises.

Tabela 13 - Resultado dos parâmetros físico-químicos e biológicos

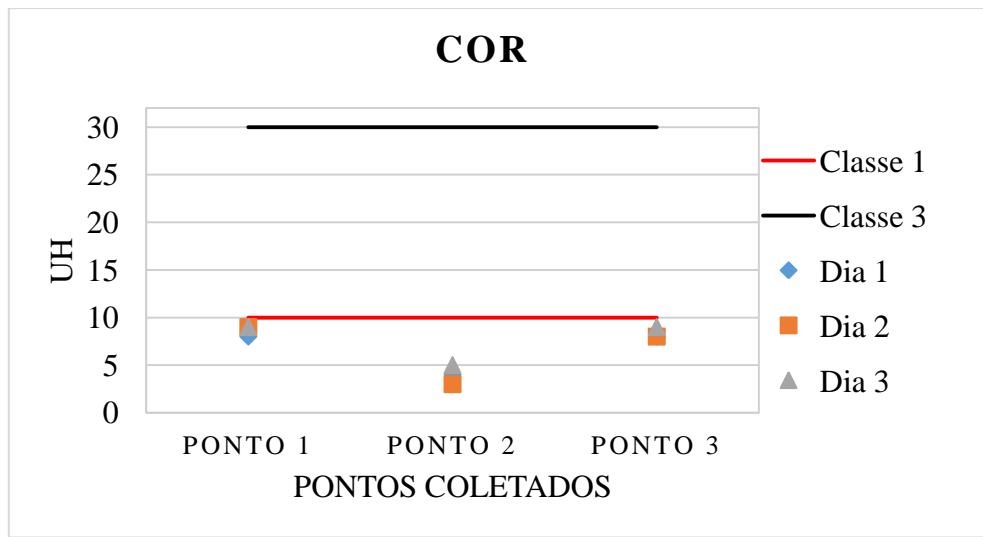
Parâmetro	Dia 1 – 26/04/2018			Dia 2 – 03/05/2018			Dia 3 – 10/05/2018		
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Cor [uH]	8	4	8	9	3	8	9	5	9
Turbidez [NTU]	0,64	0,27	0,35	0,73	0,21	0,41	0,81	0,38	0,68
pH	6,73	7,10	6,98	6,95	7,30	6,84	6,89	6,92	7,06
Condutividade [µS]	16,75	19,90	33,00	18,10	21,83	41,24	15,10	26,86	42,80
SDT [mg/L]	11,33	12,52	22,30	12,40	15,68	25,40	10,93	18,60	29,12
Salinidade %	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Temperatura °C	20,6	28,1	26,4	19,7	29,3	26,8	21,1	29,1	27,2
Coliformes Termotolerantes [UFC/100ml]	104	1	6	63	3	70	132	0	0

Fonte: Autor (2018)

5.4.1 Parâmetros físico-químicos

Os valores máximos obtidos para a cor nas análises foi de 9 uH, estando abaixo dos padrões estabelecidos pela ANA (2005), para as classes 1 e 3 de reuso, como podemos ver no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Resultado do parâmetro cor



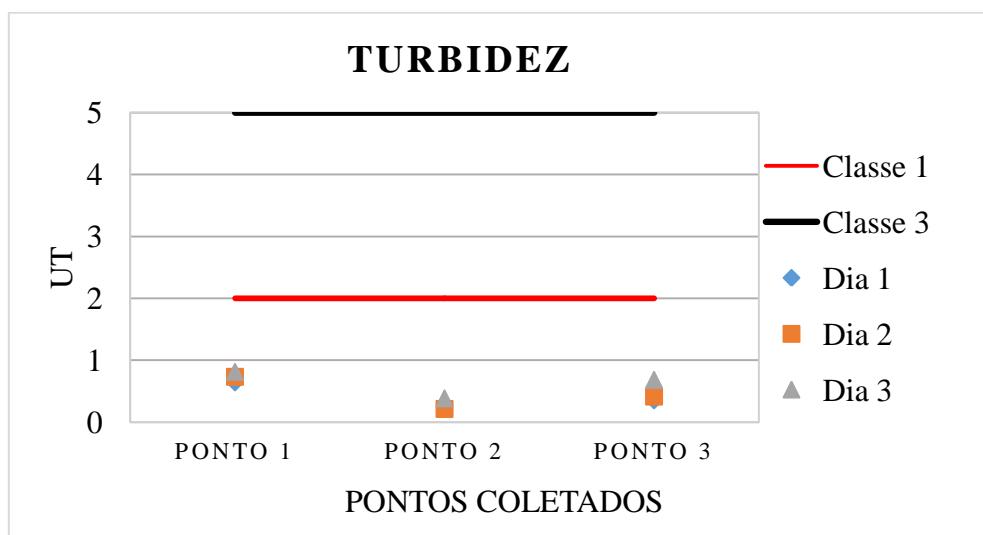
Fonte: Autor (2018)

No Gráfico 2 pode-se notar que os valores para o parâmetro cor, nos pontos 1 e 3 chegaram próximos do estabelecido para a classe 1, mas que ainda se enquadram dentro

do padrão para o reuso. Um aspecto que pode influenciar este parâmetro é o meio por onde a água é transportada, pois, no momento das coletas foi notado que, os pontos 1 e 3 possuem mais resíduos em seu dreno do que o ponto 2, o que influencia na qualidade da água. Sousa, Oliveira e Coelho (2016) obtiveram, na análise da água condensada por aparelhos de ar-condicionado, o valor de 6 uH para este parâmetro, valor próximo aos obtidos nesta pesquisa.

A turbidez, de acordo com Costa (2010) se dá em referência a quantidade de materiais em suspensão no meio. A análise feita deste parâmetro nas águas condensadas pelos aparelhos de climatização da SUDEMA está representada no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Resultado e comparação do parâmetro turbidez

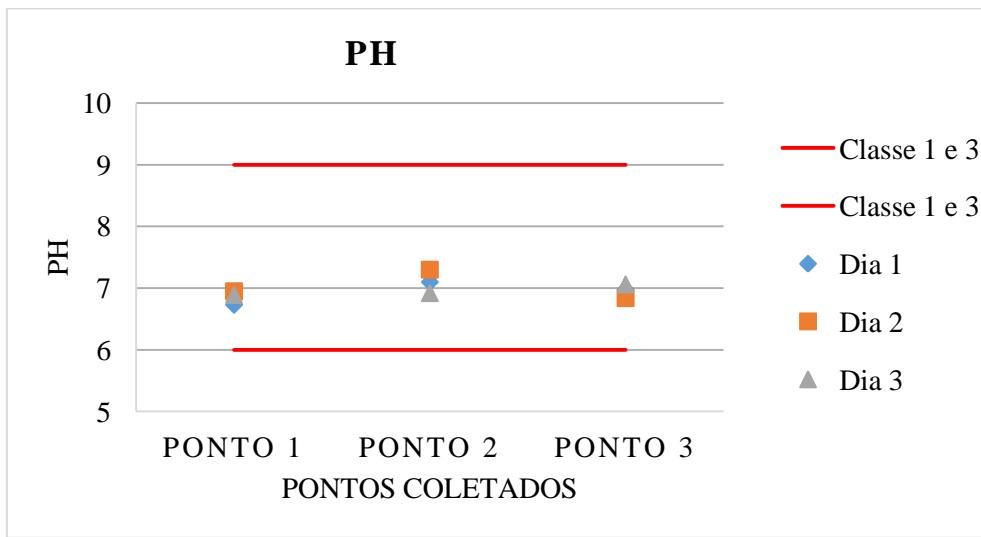


Fonte: Autor (2018)

A turbidez manteve valores aproximados nos três pontos de coleta, todos abaixo dos padrões estabelecidos pela ANA (2005). No estudo de Nóbrega (2015) a média da turbidez, em águas condensadas, foi de 0,45 uT e para Sousa, Oliveira e Coelho (2016) de 0,02 uT, estando estes valores em conformidade aos encontrados nas análises dos aparelhos de ar-condicionado da SUDEMA.

O pH das amostras de água se mostrou satisfatório comparado com o intervalo entre os padrões máximo e mínimo, para as classes 1 e 3, estabelecidos pela ANA (2005), como vemos no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Resultado e comparação do parâmetro pH

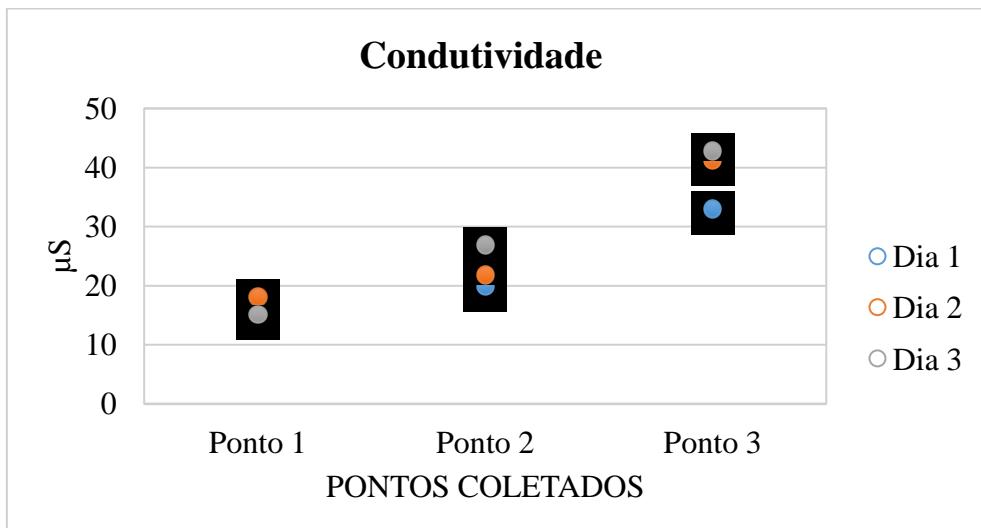


Fonte: Autor (2018)

Os valores do pH, em todos os três pontos de coleta, mantiveram-se dentro o intervalo de 6,5 e 7,5. O valor médio, para águas condensadas analisadas por Nóbrega (2015) foi de 7,15. Para Carvalho (2012), este parâmetro manteve-se no intervalo de 7,03 a 7,34. Tais valores, encontrados na bibliografia, se aproximam aos números obtidos no presente trabalho e pertencem ao intervalo neutro de pH.

Segundo Carvalho (2012), a condutividade elétrica na água condensada por aparelhos de ar-condicionado, se refere ao aspecto de íons presentes vindos do sistema de condensação do equipamento. Para este parâmetro não há padrões estabelecidos, para as classes de reuso 1 e 3, conforme ANA (2005), contudo, foi feita a análise deste parâmetro nas águas coletadas, exposta no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Resultado e comparação do parâmetro condutividade

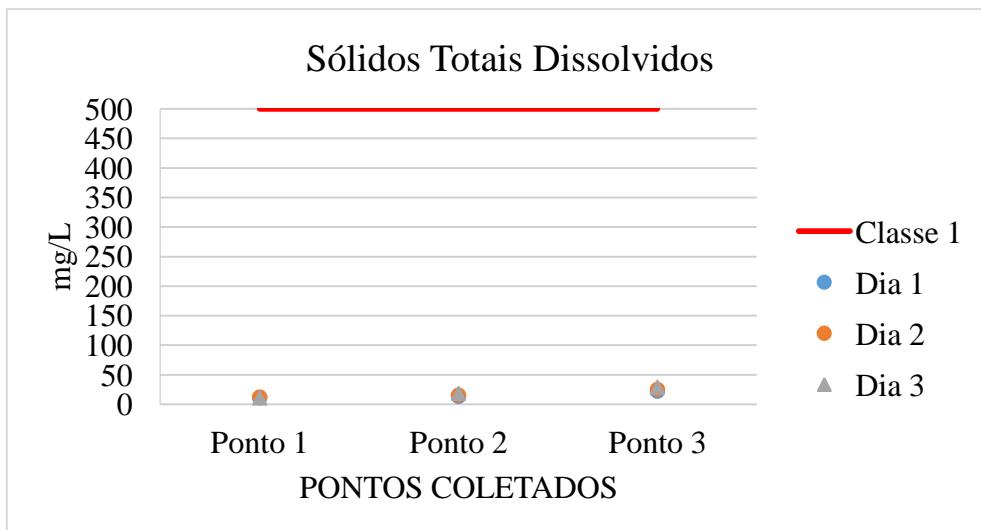


Fonte: Autor (2018)

Os maiores valores de condutividade são vistos no ponto 3, nos três dias de análise. O ponto 1 foi onde observa-se o menor valor. O intervalo encontrado nas análises tem valores aproximados ao encontrado por Sousa (2016), que foi de 13,28 a 32,93 μS para águas condensadas. Para Carvalho (2012) a média da condutividade para águas condensadas pelos aparelhos de ar-condicionado foi de 20,76 μS , valor que está inserido no trecho das amostras coletadas no presente trabalho.

Os resultados da análise dos sólidos totais dissolvidos das amostras coletadas encontram-se bem abaixo do padrão estabelecido pela ANA (2005), na Classe 1 de reuso. A Classe 3 não estabelece padrão para este parâmetro.

Gráfico 6 - Resultado e comparação do parâmetro sólidos totais dissolvidos



Fonte: Autor (2018)

O maior valor encontrado para os STD foi o de 29,12 mg/L no ponto de coleta 3. Sendo o terceiro dia de coleta o que apresentou maiores valores para este parâmetro nos três pontos analisados, apesar disso, não foram valores muito discrepantes em comparação com os outros dias de análises.

A salinidade não é abordada para as classes de reuso de água 1 e 3 da ANA (2005), contudo, como já esperado, por se tratar de água condensada, a salinidade de todos os pontos analisados, nos três dias, foi igual a zero.

Gráfico 7 - Resultado e comparação da salinidade

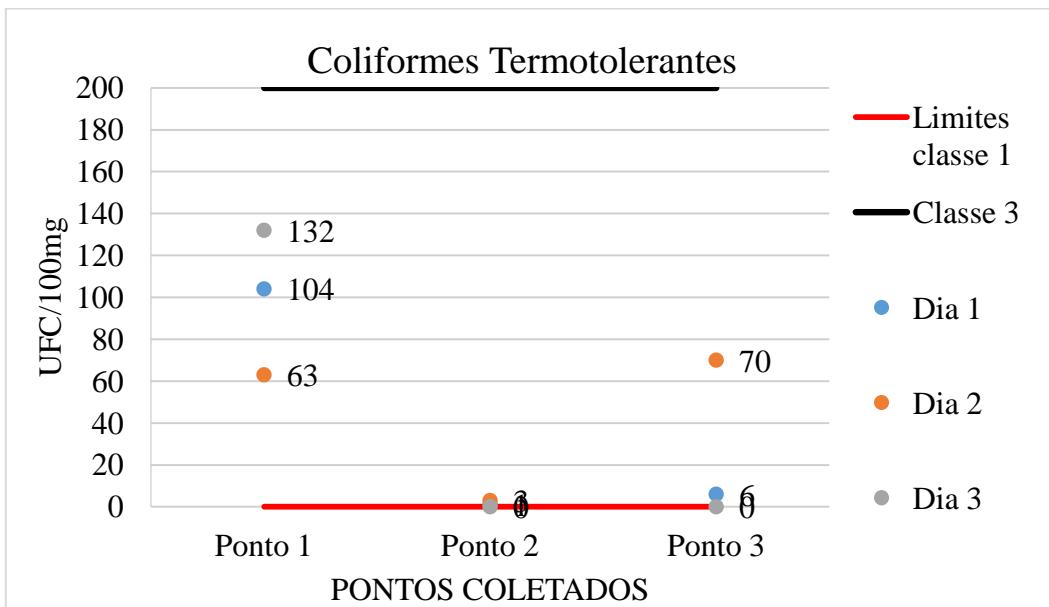


Fonte: Autor (2018)

5.4.2 Parâmetro microbiológico

De acordo com a ANA (2005), os coliformes termotolerantes, na Classe 1, devem ser ausentes, visto que os usos estabelecidos para esta classe possam vir a expor o público a ter algum contato com os sistemas de distribuição da água de reuso. Para Classe 3 de reuso, a ANA (2005) estabelece o valor máximo de 200 mg/L, sendo este valor o mesmo posto pela OMS para a irrigação de gramados onde haja contato direto do público. O resultado das coletas analisadas para o parâmetro microbiológico se deu entre os valores de 0 e 132 mg/L, conforme vemos no Gráfico 8.

Gráfico 8 - Resultado e comparação do parâmetro coliforme termotolerantes



Fonte: Autor (2018)

O ponto 1 obteve os maiores valores para este parâmetro analisado, contudo, ainda são valores abaixo do estabelecido pela Classe 3 de reuso da ANA (2005). Os menores valores analisados na pesquisa situam-se no ponto 2, tendo os coliformes termotolerantes ausentes na análise do terceiro dia. No ponto 3 pode-se observar que existe um ponto de valor igual a 70mg/L, contudo o valor da análise do primeiro dia é de 6 mg/L e chega a ser ausente no terceiro dia.

O ponto 1 avaliado não obteve nenhuma das análises com coliformes tolerantes ausentes, sendo o dreno do aparelho deste ponto localizado próximo à área vizinha da instituição estudada, área esta que é formada por vegetação densa, e propensa a ser habitat de vários seres-vivos, com isto, eventualmente tais seres possam vir a ter contato com o dreno, o que explica a razão da presença de coliformes termotolerantes na água condensada.

6. CONCLUSÃO

O conceito de reuso das águas residuais compõe o objetivo de mitigar o uso de água tratada em atividades que não se faz necessário. As fontes alternativas de água são responsáveis por permitir a prática de tal conceito. A água condensada oriunda de sistemas de climatização do tipo split em sua grande maioria é desprezada, de modo a causar incômodos à população, além de possíveis danos nas edificações.

Com a análise quantitativa do volume gerado pela água condensada por aparelhos de ar-condicionado do tipo *Split*, pôde-se constatar que, a potência dos aparelhos é um aspecto que influencia de forma direta a quantidade de água condensada, visto que, quanto maior a umidade do ambiente e potência do aparelho, maior será o volume gerado.

A vazão mensal da água condensada obtida através dos 57 aparelhos de ar-condicionado da SUDEMA mostrou que é possível a redução de 7,5% do consumo de água mensal, o que consequentemente também amortiza gastos financeiros.

Os valores dos parâmetros analisados na água coletada se mantiveram satisfatórios em todos os padrões estabelecidos para a Classe 3 do Manual de Reuso de Água em Edificações da ANA. Na Classe 1 apenas o parâmetro de coliformes termotolerantes ficou em desconformidade com os padrões estabelecidos, ainda assim foram valores baixos. Logo, pode-se constatar que a água oriunda dos aparelhos de ar-condicionado é de boa qualidade para usos com fins não potáveis, como irrigação e lavagem de pisos.

A SUDEMA, sendo o órgão ambiental da Paraíba, tende a servir como exemplo para práticas de conscientização ambiental. A possibilidade da implantação de um sistema para o aproveitamento das águas condensadas gerará a mitigação do uso de água tratada em atividades menos nobres, causando impactos positivos economicamente, visto a redução de gastos com contas d'água, além de poder vir a influenciar, através do exemplo vivo, outros órgãos e instituições para que façam o mesmo.

Em suma, pode-se concluir que, quando se há vazão suficiente gerada diariamente na própria edificação, água residual de qualidade para uso não potável, e, existindo a demanda para este consumo, é inegável a importância e incentivo para o bom emprego de tais efluentes, a fim de reduzir impactos da escassez hídrica.

REFERÊNCIAS

ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrânea. **Licenças para perfurar poços em SP aumentam 82% em 2015.** 2015. Disponível em: http://www.abas.org/noticia-248_licencias-para-perfurar-pocos-em-sp-aumentam-82-em-2015 Acesso em: 25 de abril de 2018.

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Reuso de Água nas Crises Hídricas e Oportunidades no Brasil.** 2015. Disponível em: http://abes-dn.org.br/pdf/Reuso_nas_Crises.pdf Acesso em: 10 de maio de 2018.

ABC - ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **Recursos hídricos no Brasil:** problemas, desafios e estratégias para o futuro. Rio de Janeiro: Fundação Conrado Wessel, 2014. Disponível em: <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-5923.pdf> Acesso em: 10 de maio de 2018.

AESA - AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. **Últimos volumes informados dos açudes.** Paraíba, 2018. Disponível em: <http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/volumesAcudes.do?metodo=preparaUltimosVolumesPorBacia> Acesso em: 24 de abril de 2018

ANA - AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil** 2017. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/> Acesso em: 19 de maio de 2018.

ANA - AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – **Conservação e Reuso da água em Edificações.** 2005. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/conservacao-e-reuso-de-aguas-em-edificacoes-2005/> Acesso em: 19 de maio de 2018.

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 21th ed. American Public Health Association. Washigton, DC, 2005.

BASTOS, C. S. Arquitetura institucional de ensino superior. **Ações sustentáveis projetais baseadas nas categorias do Leed Schools NC - v3.** Tese. Vitória, ES. 2012.

BASTOS, C. S., CALMON, J. L. **Uso de água residual do ar condicionado e de agua pluvial como gestão da oferta em uma edificação comercial: estudo de caso.** Revista

Hábitat Sustentable. 2013. Disponível em:
https://issuu.com/revistahabitatsustentable/docs/v3n2_diciembre_2013 Acesso: 23 de maio de 2018.

BRASIL, Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.** Brasília, DF: 1997. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm Acesso em: 22 de abril de 2018.

BRASIL, Lei Nº 11.445, de 2005 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.** Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm Acesso em: 22 de abril de 2018.

BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P.C.S. **Reuso De Água.** Barueri, SP: Manole, 2003

CARVALHO, Maria Teresa Campos; CUNHA, Samuel Oliveira. FARIA, Rozilaine parecida Pelegrini Gomes. **Caracterização quali-quantitativa da água da condensadora de aparelhos de ar condicionado.** III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental/ IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais – Goiânia: (2012). Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/IX-002.pdf> Acesso em: 30 de abril de 2018.

CNRH - CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS: Resolução Nº 54, de 28 de novembro de 2005. **Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água e dá outras providências.** Brasília, DF: 2005. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2018/02/Resolução-nº-54-de-28-de-Novembro-de-2005-CNRH.pdf> Acesso em: 10 de maio de 2018.

COSTA, R. H. P. G. Qualidade da água. In: TELLES, D. D'A.; COSTA, R. H. P. G. (Coord.). **Reuso da água: conceitos, teorias e práticas.** 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

DIAS, Isabelli Cícera Souza. **Estudo da viabilidade técnica, econômica e social do aproveitamento de água de chuva em residências na cidade de João Pessoa.** Dissertação. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2007.

FLORENCIO, L; BASTOS, R. K. X; AISSE, M. M. (coord.). **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro, RJ. ABES, 2006.

GONÇALVES, Ricardo Franci; JORDÃO, Eduardo Pacheco; JANUZZI, Gilberto. Capítulo 1. In: GONÇALVES, Ricardo Franci; **Conservação de agua e energia: em sistemas prediais e públicos de abastecimento de agua**. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

HESPAÑHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agrícola, indústria, município e recarga de aquífero. In: MANCUSO, P. C. S; SANTOS, H. F. (Org.). **Reuso de Água**. Barueri, SP: Manole, 2003.

LEÃO JÚNIOR, R. S. N. **Impacto econômico do uso de ar condicionado em edifícios residenciais na cidade de Maceió/AL**. Maceió, AL. 2008.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F.; **Reuso de Água**. Barueri, SP: Manole, 2003

MAPA: **Uso e Ocupação do Solo** – João Pessoa, PB. 2007. Disponível em:
http://www.joaopessoa.pb.gov.br/portal/wp-content/uploads/2012/04/mapa_jp_uso_ocupa.pdf Acesso em: 30 de abril de 2018.

MAY, S. **Caracterização, tratamento e reuso de Águas Cinzas e Aproveitamento de Águas Pluviais em Edificações**. São Paulo, SP. 2009.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

NENGANGA, I. P. **Reaproveitamento Da Água De Condensação Proveniente Dos Aparelhos De Ar Condicionado**. Estudo de Caso: Edifício da UniPiaget Angola. Viana, Luanda (Angola). 2014.

NÓBREGA, J. M. S. **Água residual de condensadores de ar: perspectiva de substituição à água destilada para uso em laboratórios**. Patos - PB. 2015.

NUNES, R. T. S. **Conservação da água em edifícios comerciais: Potencial de uso racional e reuso em shopping center**. Rio de Janeiro, RJ. 2006

ONU - Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos: **Águas residuais: O recurso inexplorado**. 2017. Disponível em:

<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002475/247552por.pdf> Acesso em: 19 de maio de 2018

PARAÍBA, LEI Nº 9.130, DE 27 DE MAIO DE 2010. Cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas da Paraíba, conforme especifica e adota outras providências. João Pessoa, PB. 2010.

PARAÍBA, Lei Nº 10.559, de 18 de novembro de 2015. Dispõe sobre a Instituição da Campanha Permanente de Mobilização Estadual contra o Desperdício de Água no Estado da Paraíba e dá outras providências. João Pessoa, PB. 2010

PEREIRA JÚNIOR, J. S. Recursos Hídricos ± conceituação, disponibilidade e usos.
Brasília: Biblioteca Digital Câmara, 2004. Disponível em:
http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/areas-da-conle/tema14/2004_2687.pdf Acesso em: 21 de abril de 2018.

PIMENTA, P. L. Análise quantitativa do aproveitamento da água dos aparelhos de ar condicionado do Centro de Tecnologia da UFRN. Artigo científico (Graduação), Departamento de Engenharia Civil. Natal, RN, 2016.

PHILIPPI, L. S., Vaccari, K. P., PETERS, M. R. FRANCI. R. Aproveitamento da Água de Chuva. In: GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). Uso Racional da Água em Edificações. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

REICHARDT, K. Água e sustentabilidade no sistema solo-planta-atmosfera. Barueri, SP. Manole, 2016.

RIGOTTI, P. A. C: Projeto De Aproveitamento De Água Condensada De Sistema De Condicionadores De Ar. Panambi, RS. 2014.

RIO DE JANEIRO, Lei Municipal Nº 2749, 23 de março de 1999. Coíbe o gotejamento irregular proveniente de aparelhos de ar-condicionado. Rio de Janeiro, RJ. 1999.

SANTOS, P. A., SILVA, A. V., BRITO, E. M., PAZ, L. A., LEITE, R. M. D. Estudo De Caso De Reaproveitamento Da Água De Condensado De Condicionadores De Ar. Conic Semesp. 2016.

SILVA, G.S - Programas permanentes de uso racional da água em Campi Universitários: Programa de uso racional da água da Universidade de São Paulo.

Dissertação de Mestrado em Engenharia. Departamento da Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. (2004)

SOUSA, R. E. 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.** Fortaleza, CE. 2016.

SOUSA, W. D.; OLIVEIRA, A. M. B. M.; COELHO, L. F. O. **Aproveitamento do potencial hídrico de fontes alternativas em benefício da sustentabilidade de campus universitário da cidade de Pombal (PB).** Pombal, PB. 2016.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Guidelines for water reuse.** U. S. Washington, DC: EPA, 2012.

WHO. **Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards.** Report of a WHO Meeting of Experts. Geneva, World Health Organization (Technical Report Series No. 517), 1973.