UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CAMPUS ACADÊMICO DO AGRESTE – CAA
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

JOSIELLY BRAZ DA SILVA

ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DA ÁGUA DE CONDENSAÇÃO PROVENIENTE DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO: ESTUDO DE CASO EM UM COLÉGIO DO AGRESTE PERNAMBUCANO

Caruaru
2019

JOSIELLY BRAZ DA SILVA

ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DA ÁGUA DE CONDENSAÇÃO PROVENIENTE DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO: ESTUDO DE CASO EM UM COLÉGIO DO AGRESTE PERNAMBUCANO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Área de concentração: Recursos Hídricos.

Orientador: Profº Dr. Saulo de Tarso Marques Bezerra.

Caruaru

2019

Catalogação na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

S586a Silva, Josielly Braz da.
Análise quali-quantitativa da água de condensação proveniente dos aparelhos de ar condicionado: estudo de caso em um colégio do agreste pernambucano. / Josielly Braz da Silva. - 2019.
44 f. il. : 30 cm.

Orientador: Saulo de Tarso Marques Bezerra.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Engenharia Civil, 2019.
Inclui Referências.

1. Água - reuso. 2. Água - qualidade. 3. Água - Análise. I. Bezerra, Saulo de Tarso Marques (Orientador). II. Título.

CDD 620 (23. ed.) UFPE (CAA 2019-446)

JOSIELLY BRAZ DA SILVA

ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DA ÁGUA DE CONDENSAÇÃO PROVENIENTE DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO: ESTUDO DE CASO EM UM COLÉGIO DO AGRESTE PERNAMBUCANO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Engenharia Civil do Centro Acadêmico do Agreste – CAA, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Recursos Hídricos.

Aprovada em: 09/07/2019.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Saulo de Tarso Marques Bezerra (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

_____

Prof. Dr. Edevaldo Miguel Alves (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

_____

Profa. Dra. Elizabeth Amaral Pastich Gonçalves (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Aos grandes amores da minha vida:

Lúcia e Gabriel.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Senhor, meu Deus, por me permitir a conclusão de mais esta etapa tão valiosa e essencial para minha edificação pessoal e profissional.

A minha mãe e meu pai (*in memoriam*) por serem meus exemplos de força, garra e persistência.

A Lúcia, por ser abrigo, por ser a melhor irmã e amiga, por ser minha companheira na vida e de alma. Por todo amor, admiração e respeito que tem por mim e por minhas escolhas.

A Raniel, por todo apoio, esforço em me ver, e fazer eu ficar bem. Por todo companheirismo, carinho e motivação.

Aos meus sobrinhos: Antônio, Jonnys, Mayla, Elloah e Rômulo. E aos que além de sobrinhos são afilhados: Natívelly, Pedro, Rodrigo e “mi momô”, Gabriel, por serem as luzes que iluminam os meus dias.

Aos meus irmãos e irmãs, que por vezes contribuíram para que essa conquista fosse alcançada.

A Marcelo e Thiago, por a valiosa amizade, por tantos risos, apoio, carinho, jogos de videogames, “comidas gostosas”, hospedagem, filmes, animes... por às vezes que pararam suas rotinas para me auxiliarem em minha vida pessoal e acadêmica. Vocês são grandes presentes que tenho a honra e sorte de ter comigo nessa trajetória.

A todos meus amigos que conheci e/ou ainda partilham comigo os dias no Campus Agreste, em especial, a: Gisely, Suamí, Rafaela, Sabrina, Flaviane, Deborah, Thaís, Luzyelle, Joyce, Weberton, Alan, Athos, Gabriel, Elyson, Êylla e Luana.

Ao meu eterno mestre, Edvaldo Ferreira de Brito Júnior, por ter sido sempre minha fonte de inspiração e admiração. E por ter sido fundamental nas decisões que me trouxeram até aqui.

Aos meus amigos: Leozinho, Deyse, Rosane, Luiz, Dennyr e Leonice, pelo amor, admiração, apoio incondicional e pelo esforço em me verem sempre bem.

Aos amigos que tive o prazer de conhecer no meu período de estágio no departamento de Manutenção da Prefeitura de Caruaru, em especial ao meu coordenador, amigo e exemplo de vida: Ronildo Nascimento.

A Família Ferreira, por serem sempre gentis e me incentivarem a ser o melhor que posso. Em especial a Dona Lourdes, por todo cuidado e preocupação, e, Aguida por todo amor, atenção e por ser luz em minha vida!

Ao meu orientador, Dr. Saulo de Tarso, pela disponibilidade, orientação, paciência e pela temática tão relevante definida para essa pesquisa.

Aos Laboratórios de Engenharia Ambiental (LEAs) dos Campus Caruaru e Recife da UFPE, pela realização das análises, parte fundamental desta pesquisa. Em especial a coordenadora do LEA do Campus Acadêmico do Agreste, Drª Elizabeth Pastich, por toda disponibilidade e contribuição para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos funcionários do Colégio Batista, em especial a gestora e a equipe de assistência técnica da empresa “Refrigelar”, por permitirem e me orientarem nas análises e coletas *in loco*.

E por fim: a todos educadores que desde a pré-escola participaram de minha formação, nas escolas: Eraldo Gueiros Leite, João Balbino de Lucena, Joaquim Nabuco, Escola de Referência em Ensino Médio de Panelas, e em especial, a todo corpo docente do Núcleo de Tecnologia da UFPE, sem o qual não seria possível a conclusão deste ciclo.

A todos vocês: Minha gratidão!

“O SENHOR é o meu pastor, nada me faltará.”

Salmos 23:1

RESUMO

Diante da persistente escassez de água, em regiões semiáridas, como o Agreste pernambucano, é imprescindível a busca por novas alternativas de utilização dos recursos hídricos disponíveis. O reúso de água para fins secundários evita o uso desnecessário da água potável, além de estimular o emprego de práticas sustentáveis. Com o aumento crescente da temperatura média do planeta, cresce cada vez mais o uso massivo dos ares condicionados, principalmente em grandes edificações ou lugares com elevada concentração de pessoas que permanecem neste espaço por muito tempo. As condensadoras de ar geram para o meio ambiente a água condensada, destilada, que passa pelas serpentinas que compões sua estrutura, que não está submetida a poluição direta, o que faz desta água uma potencial fonte de reúso. Este estudo de caso caracteriza-se como uma pesquisa descritivo-exploratória por meio da qual realizou-se análises quali-quantitativas, afim de se obter os parâmetros físico-químicos, volume e vazão da água condensada proveniente dos ares condicionados em uso no Colégio Batista, localizado na cidade de Caruaru. Os aparelhos são do modelo Hi – Wall, marca Consul, com potência de 12.000 BTU. Os valores obtidos foram comparados e analisados de acordo com a Portaria nº 2914/2011, do Ministério da Saúde, que estabelece os padrões de potabilidade, e com os parâmetros obtidos para a água tratada que abastece o município de Caruaru. A partir dos resultados determinados, pode-se constatar que a água condensada, apesar de não poder ser classificada como potável, em alguns parâmetros se sobressai a água tratada que abastece a cidade. Diante disso, pode-se concluir que a água proveniente dos ares condicionados pode ser utilizada para quaisquer fins não potáveis, o que sugere-se é que seja utilizada nas caixas de descarga, rega de jardins ou lavagens de piso na própria instituição de ensino.

Palavras-chave: Escassez de água. Reúso de água. Fins não potáveis.

ABSTRACT

Faced with the persistent water shortage, in semi-arid regions, as the pernambucan Agreste, it is essential to search for new alternatives to use available water resources. The reuse of water for secondary purposes avoids the unnecessary use of potable water, besides stimulating the use of sustainable practices. With the increasing average temperature of the planet, the massive use of conditioned air is increasing, mainly in large buildings or places with high concentration of people who stay in this space for a long time. The air condensers generate condensed, distilled water for the environment, which passes through the streamers that make up its structure, which is not subject to direct pollution, which makes this water a potential source of reuse. This case study is characterized as a descriptive-exploratory study by means of which quali-quantitative analyses were performed in order to obtain the physical-chemical, volume and flow of condensed water from the air conditioned in use at the Batista College, located in the city of Caruaru. The devices are of the Hi - Wall model, brand Consul, with power of 12.000 BTU. The values obtained were compared and analyzed according to Ordinance nº 2914/2011, of the Ministry of Health, which establishes potability standards, and with the parameters obtained for the treated water that supplies the county of Caruaru. From the determined results, it can be seen that condensed water, although it can not be classified as potable, in some parameters stands out the treated water that supplies the city. Therefore, it can be concluded that the water coming from the conditioned air can be used for any non-potable purpose, what is suggested is that it can be used in the discharge boxes, garden watering or floor washes in the educational institution itself.

Key words: Water shortage. Water reuse. Non-drinking purposes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Ar Condicionado modelo Janela. 25
Figura 02 - Ar Condicionado modelo Window Split. 26
Figura 03 - Ar Condicionado modelo Split Hi – Wall.....26
Figura 04 - Ar Condicionado modelo Multi Split 27
Figura 05 - Ar Condicionado modelo Portátil.....27
Figura 06 - Ar Condicionado modelo Split Cassete.....28
Figura 07 - Ar Condicionado modelo Split Piso-teto.....28
Figura 08 - Ar Condicionado modelo Split Canto-teto 29
Figura 09 - Ar Condicionado modelo Split Quatro Lados 29
Figura 10 - Ar Condicionado modelo Duto 30
Figura 11 - Mapa da localização do Colégio Batista. 33
Figura 12 - Colégio Batista. 34
Figura 13 - Condensadoras das salas de aula. 35
Figura 14 - Drenos em PVC. 35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Aparelhos de ar condicionado. 37
Tabela 2 - Dados climáticos. 37
Tabela 3 - Valores determinados na análise qualitativa. 38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
2 OBJETIVOS 16
2.1 OBJETIVO GERAL 16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 17
3.1 A ÁGUA: DISPONIBILIDADE E ESCASSEZ 17
3.2 ÁGUA DE REÚSO 20
3.3 AR CONDICIONADO 22
3.3.1 Histórico dos aparelhos de ar condicionado 23
3.3.2 Tipos de aparelhos de ar condicionado 24
3.3.3 Água condensada 30
4 METODOLOGIA 33
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 37
6 CONCLUSÃO 41
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 42
REFERÊNCIAS 43

1 INTRODUÇÃO

A água é o insumo essencial para o surgimento, desenvolvimento e permanência da vida na Terra. O corpo humano, suas necessidades físicas, interações sociais, atividades econômicas e comerciais, dependem direta ou indiretamente do uso permanente deste recurso.

Teve-se por muito tempo a falsa noção da durabilidade permanente dos recursos hídricos potáveis, no entanto, hoje já se sabe que a água limpa é limitada e finita. Deste modo, há a necessidade imediata de inovar e buscar alternativas que viabilizem o reaproveitamento e a conservação da água doce disponível no mundo.

É necessário reformular os conceitos e noções sobre a disponibilidade hídrica, inclusive mudando hábitos, usos e costumes, para que se possa obter um crescimento econômico fundamentado no uso sustentável da água, onde se promova a proteção dos recursos que ainda se mantém conservados e a recuperação dos mananciais já degradados, tendo consciência que isso é apenas o começo de uma iniciativa necessária, pois para que se obtenha êxito a água deve ser tratada como uma prioridade social e ambiental, já que o uso crescente de água proporcionará ao Brasil a possibilidade de maximizar seu crescimento e desenvolvimento, uma vez que detém grande parte da água doce disponível no mundo (BARROS; AMIN, 2008).

Quanto maior a quantidade de usuários de um sistema de abastecimento hídrico, maior é o desperdício associado. Sendo que por muitas vezes a partir de técnicas simples a água utilizada para consumo humano pode ser reutilizada para fins secundários.

Em 1997, foi elaborada a Lei das Águas, Lei 9.433, que tem como finalidade o gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil. Fundamentada no princípio de que a água é bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, busca a partir da regulamentação e controle da exploração dos mananciais minimizar os impactos causados pala ação antrópica, e assegurar a existência e a durabilidade da água adequada ao uso para às gerações futuras.

A sustentabilidade é um parâmetro indispensável para o sucesso de qualquer empreendimento, devendo ser pautada em função do uso do imóvel e de sua densidade de ocupação. Além de ser uma alternativa de preservação dos recursos naturais, também minimiza os custos de manutenção da edificação.

Nos últimos anos, com a escassez persistente de água, diversas concessionárias de água instauraram regimes de racionamento ou de rodizio no abastecimento de água. Desde o ano de 2017 a COMPESA implantou na cidade de Caruaru, localizada no Agreste pernambucano, um rodizio no fornecimento de água que estabelece cinco dias com água e dez dias sem, nas torneiras.

Com o aumento da temperatura média na maior parte do planeta, em países de clima tropical, como o Brasil, há a constante necessidade de manter o conforto térmico nas edificações. As altas temperaturas induzem a necessidade do resfriamento de ambientes de uso comum. Com isso, nos últimos anos aumentou massivamente o uso de ares condicionados, principalmente em locais com grande concentração de pessoas, como: shoppings, estabelecimentos comerciais e escolas.

De acordo com Carvalho, Cunha e Faria (2012): “O aparelho de ar condicionado se tornou item comum no cotidiano de muitas pessoas, principalmente quando nos encontramos na estação do ano conhecida como 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 muito mais fresco e agradável, menos ruído que circuladores de ar ou ventiladores e com um consumo relativamente baixo”.

A água resultante da condensação do ar, caracteriza-se por ter uma qualidade adequada para seu reaproveitamento, visto que, não está sujeita a poluição direta, exceto por alguns metais (como: magnésio, alumínio e ferro) que compõe a estrutura de resfriamento dos aparelhos de ar condicionado. Mas, para fins secundários, esta água apresenta-se como alternativa viável, com um considerável potencial de exploração.

As escolas caracterizam-se por ter uma grande quantidade de usuários, e diversos ambientes que necessitam de resfriamento para proporcionar conforto térmico aos seus ocupantes.

O Colégio Batista localiza-se na cidade de Caruaru, no Agreste pernambucano, caracterizada pelo clima semiárido. As maiores temperaturas são normalmente registradas nos meses de novembro e fevereiro, chegando aos 30 °C. A umidade do ar é relativamente elevada, tendo a média anual de 75%. A maior temperatura registrada é 35,6 ºC. Devido as altas temperaturas, o uso dos ares condicionados é imprescindível para a permanência em um ambiente escolar confortável termicamente.

Nesta pesquisa analisa-se a disponibilidade e qualidade da água de condensação proveniente dos aparelhos de ar condicionado do Colégio Batista, averiguando sua potabilidade e a possibilidade de reuso desta água para uso nas caixas de descarga dos vasos sanitários, rega de jardins e/ou lavagens de piso. O centro de ensino é frequentado por crianças matriculadas nos ensinos infantil e fundamental.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar a quantidade e a qualidade da água proveniente da condensação dos aparelhos de ar condicionado do Colégio Batista, localizado na cidade de Caruaru-PE.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar o volume de água gerado na condensação dos ares condicionados instalados;
- Analisar a qualidade da água de acordo com os parâmetros e resoluções vigentes;
- Estabelecer possibilidades de uso desta água nas instalações do colégio.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A ÁGUA: DISPONIBILIDADE E ESCASSEZ

A água é o recurso natural de maior importância para a sobrevivência e permanência da vida na Terra, sendo imprescindível para o desenvolvimento das mais diversas atividades humanas. No entanto, devido sua exploração constante e má conservação dos mananciais existentes, cada vez mais aumentam os problemas, e por vezes até conflitos, relacionados a sua escassez e degradação de sua qualidade.

De acordo com Miranda (2003) a água pode ser definida como:

> A água (substância formada pela combinação de oxigênio e hidrogênio — H20), é encontrada na Natureza nos estados físicos: sólido, líquido e gasoso, cumprindo o ciclo hidrológico sob várias formas. A água pode ser doce ou salgada. No estado físico sólido, a água é encontrada sob a forma de gelo, nos pólos, nos glaciares das regiões montanhosas, em forma de iceberg, em forma de granizo etc., isto é, sempre doce. No estado físico líquido têm-se as águas oceânicas, lacustres, fluviais, subterrâneas, podendo se apresentar em forma de chuva, orvalho etc., estado em que pode ser doce ou salgada.

O autor destaca os estados naturais da água e como ela se apresenta em seu estado físico líquido. Este recurso está disponível para exploração e uso humano apenas no seu estado líquido e quando doce. Menos de 3% de toda água do planeta é doce. Desse percentual cerca de 2,5% corresponde a água na forma de gelo. Os 0,5% restantes, em sua maioria, estão confinados nos lençóis freáticos (aquíferos subterrâneos), que dependendo da localização, dificulta sua exploração. Sendo que apenas 0,04% da água doce do mundo corresponde a parcela superficial (rios, lagos, mangues, etc.) disponível para consumo humano.

A salinidade da água pode ser retirada através da dessalinização: processo físico-químico que consiste na retirada de sais da água, tornando-a doce e própria para o consumo. Em algumas ilhas, onde a água doce é escassa, devido a exploração excessiva ocasionar o esgotamento dos lençóis freáticos, esse processo é usual para o abastecimento humano. No entanto, o custo atrelado a essa técnica quando se trata de consumo em alta quantidade (abastecimento de grandes metrópoles, por exemplo)

ainda não compensa, sendo viável explorar conscientemente as reservas de água doce, ao invés da dessalinizada. Neste cenário, é perceptível o quanto é primordial a necessidade e urgência de preservação deste recurso tão escasso e necessário para a manutenção da vida na terra.

A água potável é um recurso essencial e finito, portanto é primordial preservar e buscar alternativas de estender sua durabilidade com qualidade, a fim de atender as necessidades da humanidade. Em regiões com maior desenvolvimento urbano, agrícola e industrial, há maior necessidade de utilização da água para os mais diversos usos. Desse modo, a escassez da água e sua má distribuição são fatores limitantes do processo de desenvolvimento. Nesse contexto, há diversas alternativas que buscam balancear a questão da demanda/oferta de água, sendo que várias destas carecem de estudos e investigações que viabilizem sua aplicação com resultados. Diante disto, uma das soluções que dispõe de uma aplicabilidade viável e simples é o reúso de água, importante instrumento de gestão ambiental, que dispõe de tecnologias consolidadas para sua aplicação (MANCUSO; SANTOS, 2003).

O Brasil apresenta uma considerável disponibilidade hídrica, 12% de toda reserva mundial. Além disso, detém a maior bacia hidrográfica do planeta: a Bacia Amazônica, que possui, aproximadamente, 7 milhões de Km^2 de extensão, no qual cerca de 4 milhões de Km^2 estão no território brasileiro, correspondendo a 42% do território nacional. O país possui uma disponibilidade hídrica anual de 35.732 m^3/hab. No entanto, toda esta água disponível não está distribuída uniformemente em todo território, o que acarreta grandes enchentes em algumas regiões, enquanto outras enfrentam secas severas, escassez que perdura por décadas.

> O crescimento da população e a demanda por água não são proporcionais. Há, portanto, um crescimento exponencial do consumo de água em relação ao crescimento demográfico, que se deve à importância dada ao uso da água no desenvolvimento das atividades humanas, cuja demanda é, atualmente, crescente nos mais variados segmentos (BERTOLASI, 2010).

A escassez ocasiona a valorização da água potável, além disso, estimula o cuidado de permanecer usufruindo deste recurso, com conscientização de sua disponibilidade, valor econômico e importância para o desenvolvimento de todas as atividades antrópicas.

O uso adequado da água e seu controle qualitativo e quantitativo requer políticas públicas claras e eficazes e uma perfeita compreensão da legislação vigente. No Brasil, assim como nos Estados Unidos, a política das águas aborda, destacando a água de reúso: a propriedade, outorga, cobrança pelo uso e sua classificação (MANCUSO; SANTOS, 2003).

A região do Nordeste brasileiro é a que mais sofre com períodos de estiagem. Possui uma vasta região marcada por baixos índices pluviométricos, altos índices de radiação solar e intensa escassez de água: o sertão. A população residente nestas localidades busca sempre maneiras de conviver com a seca e minimizar seus impactos. Por muitas vezes, constroem meios e instrumentos que possibilitem o armazenamento da água, de modo que o volume retido possa suprir a demanda nos períodos de seca prolongada.

O estado de Pernambuco divide-se em cinco mesorregiões: a do São Francisco, Sertão, Agreste, Zona da Mata e Metropolitana do Recife. Apesar da mesorregião do São Francisco fazer parte do Sertão, a localização do rio São Francisco nesta área é uma importante fonte de água, explorada diretamente pelos habitantes próximos, com projetos de expansão por meio da Transposição do Rio São Francisco para regiões mais distantes, a fim de amenizar os impactos da seca no Nordeste brasileiro.

Contudo, devido suas características naturais as áreas sertanejas habituam-se a conviver com a seca, assim a região que sofre maior impacto nos períodos de estiagem é a região Agreste do estado. Por possuir em sua maioria rios intermitentes, e não possui reservas hídricas, fica sem a quantidade de água necessária para o abastecimento, sofrendo com severos períodos de racionamento, onde a demanda para os diversos usos supera a capacidade das reservas disponíveis.

A cidade de Caruaru, que apesar das chuvas recentes, não repôs completamente seu volume de abastecimento, continua racionando sua reserva hídrica, abastecendo, por meio de rodízio, de modo que a população tenha cinco dias com água e dez dias sem.

Um fator que estimulou fortemente a reutilização de água nos últimos anos, quando o Brasil passou por um longo período de estiagem, resultando em seca duradoura e períodos extensos de racionamento de água, principalmente nas regiões Nordeste e Sudeste do país, foi a escassez de água potável, e a indisponibilidade alarmante deste recurso. Desse modo, tornou-se de fundamental importância o

desenvolvimento de tecnologias de reúso e a valorização dos ideais e técnicas sustentáveis.

3.2 ÁGUA DE REÚSO

A partir da década de 1980 a água de reuso passou a ser uma alternativa bastante utilizada, deste modo, obteve valor monetário atrelado a seu uso devido a boa qualidade que detém podendo ser aplicada em várias finalidades estimulando estabelecimentos comerciais e indústrias a aproveitarem sua própria água após o uso, a fim de economizarem.

Segundo Santos (2018): “A água de reúso é a água residuária que apresenta características que permitem sua reutilização para algum fim específico. Em todo o planeta é grande a preocupação com a disponibilidade de água potável para a população. O uso exacerbado desse recurso, a constante contaminação e poluição dos rios e lagos favorecem a crise hídrica ao redor do mundo.”

Para Mancuso e Santos (2003) as técnicas que permitem a reutilização da água, apresentam-se, frente ao panorama de escassez mundial, como uma excelente alternativa para minorar os impactos da falta de água. A demanda por água, em todo o mundo, cresce progressivamente. Estima-se que haverá um crescimento populacional de 80% nas áreas urbanas até o ano de 2025, o que resultará em uma carência de água, para a população, dez vezes maior que a atual. O reúso de água é a única maneira de aumentar a disponibilidade de água após se esgotarem os aquíferos subterrâneos e as reservas superficiais, além disso garante o desenvolvimento sustentável dos centros urbanos.

A água doce disponível no planeta Terra excede, em muito, a demanda humana. No entanto, essa água é distribuída desproporcionalmente em todo o mundo. Grande parte da população reside em áreas de elevada escassez hídrica, enquanto uma pequena parte vive em áreas com elevado índice de precipitações. Diante desta distribuição desigual da disponibilidade da água, surge a necessidade das civilizações racionarem e disciplinarem o seu uso. Nas regiões áridas a água tornou-se um fator determinante para o desenvolvimento agrícola, urbano e industrial. No Nordeste brasileiro há mais de 75 anos busca-se minimizar a escassez hídrica através do projeto da transposição do Rio São Francisco, com o intuito de atender a demanda

hídrica dos estados situados a leste e norte de sua bacia de drenagem (MANCUSO; SANTOS, 2003).

A utilização da água de reuso minimiza o gasto de água potável, permitindo que esta esteja disponível em maior quantidade para o abastecimento humano. Sendo a melhor opção para economia diante da escassez deste recurso tão valioso.

> A água pode ser subdividida quanto ao seu uso, ou seja, em água de uso potável e água de uso industrial. Os tratamentos de água visam não só modificar a qualidade da água, quanto ao aspecto, cor, turbidez, etc. bem como modifica as características químicas. A água, *in natura*, nunca é pura. Antigamente, tínhamos a impressão de que quando a água era oriunda de uma precipitação pluviométrica, era considerada pura. Hoje sabemos que ela contém sólidos dissolvidos e suspensos, além de alguns gases dissipados, e que na maioria das vezes é imprópria para beber. Uma das suas principais propriedades é o poder de dissolução que possui. Daí a necessidade de purificação e condicionamento antes de seu uso. (BERTOLASI, 2010)

A água tratada além de ter uma qualidade muito boa, tem um custo considerável associado a seu tratamento. Em geral, a água de reúso tem qualidade inferior a água potável, destinada ao consumo humano, mas, se enquadra em padrões adequados para seu reaproveitamento.

Segundo Santos (2018) a reutilização pode ser classificada em reúso indireto e direto. O reúso indireto é aquele que após a utilização da água, ela é lançada, com ou sem tratamento prévio, de volta aos cursos d`água. E o reúso direto é quando há um planejamento para a reutilização desta água. Sendo realizados tratamentos previamente, e só após ser feito isso, a água é, então, transportada até seu local de utilização, sem ser descartada no meio ambiente.

Já para Mancuso e Santos (2003) o reúso de água pode ser direto, indireto, planejado ou não. O reúso indireto é quando a água já utilizada uma ou mais vezes é reutilizada a jusante do seu ponto de descarte. O reúso direto é o uso planejado e definido de um determinado efluente. E reciclagem interna é o reúso interno às instalações industriais e/ou comerciais, antes de ser submetido a um tratamento ou outra disposição, com a finalidade de economizar e minimizar a poluição. É considerado reúso não potável para fins domésticos: os casos de reúso de água para

rega de jardins residenciais, para descargas sanitárias e utilização deste tipo de água em grandes edifícios.

Em geral, a maior economia e eficiência em técnicas de reutilização se dá por reúso direto, onde essa água é captada nas próprias instalações que a utiliza e após um pré-tratamento é direcionada para sua finalidade secundária, e mesmo com qualidade inferior a água potável, pode ser aplicada em uma infinidade de usos. Sendo destinada a usos secundários, a utilização da água de reúso garante que tenha maior quantidade de água potável disponível para o abastecimento humano, minimizando a necessidade de racionamentos e amenizando a escassez.

Sem dúvidas a água de reúso é uma ótima alternativa para atenuar a crise hídrica no Brasil, principalmente nos estados mais atingidos pela seca, como os pertencentes a região Nordeste. Além disso, a reutilização minimiza a quantidade de efluentes lançados nos corpos hídricos.

3.3 AR CONDICIONADO

Os ares condicionados são aparelhos destinados ao condicionamento de ar, que trata-se do processo de tratamento do ar em ambientes fechados. Esta intervenção consiste em melhorar as condições de temperatura, umidade, limpeza e movimento das partículas no interior do espaço em que está instalado. Para isso, um sistema de condicionamento de ar realiza as funções de aquecimento, arrefecimento, umidificação, renovação, filtragem e ventilação do ar. A finalidade imediata e requerida pelos usuários deste sistema é a redução da temperatura ambiente, gerando conforto térmico para permanência no local e realização de suas atividades.

Medina Filho *et al*. (2016) afirma que:

> O princípio de funcionamento dos condicionadores de ar baseia-se na troca de temperatura do ambiente, por meio da passagem do ar pela serpentina do evaporador que por contato sofre queda ou acréscimo de temperatura, dependendo do ciclo utilizado, baixando a umidade relativa do ar. Nos condicionadores de ar, o dreno é a parte responsável por remover a água produzida pelo aparelho. Quando em operação, a condensadora retira a umidade do ambiente em que está instalado, realizando o processo de

> condensação que é quando o fluido é retirado da evaporadora por meio dos drenos.

Segundo Carvalho, Cunha e Faria (2012): “Quando a temperatura externa começa a subir, muitas pessoas procuram o conforto dos aparelhos de ar condicionado que estes por sua vez promovem. O uso dos aparelhos condicionadores de ar é um item de fundamental importância para amenização da temperatura nos ambientes internos, principalmente em repartições públicas, como shopping centers, devido o aglomerado de pessoas.” Quando a temperatura ambiente causa desconforto térmico as pessoas buscam amenizar a sensação desagradável buscando ambientes climatizados e com boa qualidade do ar.

3.3.1 Histórico dos aparelhos de ar condicionado

O primeiro sistema de ar condicionado que se tem notícia foi implantado na Roma Antiga, onde faziam a água de aquedutos circular por meio das paredes afim de resfria-las, diminuindo assim a temperatura interna.

De acordo com King (1984) no século II, na China, Ding Huan inventou um ventilador rotativo para condicionamento de ar, que funcionava manualmente. Em 747, ainda na China, o Imperador da dinastia Tang mandou construir, ventiladores com acionamento por meio de água. E assim, a história relata, que nas dinastias que se seguiram foi crescente a utilização destes aparelhos de ventilação. No Egito também foram utilizados os ventiladores de ar. Na Pérsia, para resfriar o interior dos ambientes, usavam cisternas e torres de vento. Estas funcionavam como cata-ventos que impulsionavam o ar por cima das cisternas (construídas semelhantes a piscinas), direcionando o ar frio para o interior das edificações.

Benjamin Franklin (norte-americano) e John Hadley (britânico), em 1758, conduziram uma experiência, bem sucedida, analisando a evaporação de líquidos altamente voláteis (como álcool e éter) como meio de congelamento, redução térmica. Michael Faraday, cientista britânico, em 1820, também realizou experiências de resfriamento do ar. John Gorrie, médico norte-americano, em 1842 usou a tecnologia de compressores de ar para criar gelo, o qual usava para oferecer conforto térmico aos pacientes de seu hospital. Ele tinha a pretensão de expandir sua criação com o

propósito de utilizá-la em edificações. Em 1851, lhe foi concedida uma patente pela sua invenção (KING, 1984).

Os aparelhos modernos, como conhecemos, foram inventados, por Willis Carrier, engenheiro mecânico, em 1902, nos EUA. Sua invenção surgiu da necessidade de solucionar um problema prático em uma empresa gráfica que tinha suas cópias sempre borradas, no verão, devido as altas temperaturas no interior do ambiente. Sua invenção controlava além da temperatura a umidade. E assim, além de aplicações em indústrias, passou a ser implantada também em residências. Stuart W. Cramer, norte-americano, em 1906, combinou a umidade com a ventilação, para deixar sua fábrica têxtil com o ar mais úmido. Patenteando o termo “condicionamento de ar”, aproximando-se do termo "condicionamento de água” (KREN, 2007).

Não basta o ar condicionado apenas resfriar, deve também ter uma boa adequação as condições térmicas que o usuário requer, devendo manter a temperatura selecionada. Além disso o ar emitido para o ambiente deve ser de boa qualidade, para evitar quaisquer danos à saúde.

Os estudos e projetos relacionados a refrigeração do ar, cresceram consideravelmente nos últimos anos. Além da necessidade de garantir o conforto térmico em estabelecimentos comerciais e edificações de grande porte, o uso de ares condicionados consolidou-se no mercado devido sua utilização em edifícios residenciais.

Apesar de serem produtos de alto custo no início de sua comercialização, os condicionadores de ar, atualmente, estão no mercado com valores bastante acessíveis, com uma grande variedade de modelos, fabricantes e aplicações. Para sua instalação deve ser escolhido o modelo que se aplica melhor a situação requerida, levando em consideração as particularidades de cada ambiente e de cada edificação.

Atualmente, há várias tecnologias e modelos associados aos aparelhos de ar condicionado, as inovações se dão na busca da maior eficiência energética e melhor qualidade do ar no interior dos ambientes.

3.3.2 Tipos de aparelhos de ar condicionado

Existem diversos tipos de ares condicionados, que se aplicam para ambientes e necessidades específicas. Abaixo estão listados os modelos de condicionadores de ar, atualmente, disponíveis no mercado:

- **Janela –** Modelo compacto mais tradicional, indicado para ambientes pequenos. A condensadora e a evaporadora compõe uma peça só, instaladas no mesmo gabinete. O aparelho é colocado em uma abertura na parede do imóvel, ficando uma parte no interior e outra externa. A condensadora e a evaporadora são fixadas no mesmo gabinete. Possui instalação simples, e a vantagem de está disponível nas tensões 110V e 220V, o que descarta a possibilidade de ter que fazer alterações na rede elétrica do imóvel para comportar seus princípios de funcionamento (Figura 1).

Figura 1: Ar Condicionado modelo Janela.
Fonte: Google Imagens, 2019.

- **Window Split –** É uma mistura do modelo janela com o split. A condensadora é instalada na parte externa do imóvel, e a evaporadora na parte interna, reduzindo o ruído. Sua instalação também requer uma abertura na parede (Figura 2).

Figura 2: Ar Condicionado modelo Window Split.
Fonte: Google Imagens, 2019.

- **Split Hi - Wall –** Tipo mais comum dos modelos split. Sua instalação é feita na parede, por isso é comumente chamado de “parede”. Recomendado para espaços pequenos (Figura 3).

Figura 3: Ar Condicionado modelo Split Hi – Wall
Fonte: Google Imagens, 2019.

- **Multi Split –** Possui funções semelhantes aos modelos Split Hi-Wall convencionais, o que diferencia é que apenas com uma condensadora externa pode-se ter múltiplas evaporadoras, refrigerando vários ambientes ao mesmo tempo (Figura 4).

Figura 4: Ar Condicionado modelo Multi Split
Fonte: Google Imagens, 2019.

- **Portátil –** Indicado quando a edificação não consente a instalação dos aparelhos fixos, devido não permitir alterações na fachada ou regras próprias do imóvel. Permite alta comodidade. Pode ser levado de um ambiente pra outro de acordo com as necessidades do usuário (Figura 5).

Figura 5: Ar Condicionado modelo Portátil
Fonte: Google Imagens, 2019.

- **Split Cassete –** Sua unidade interna é instalada no teto ou forro do imóvel, a condensadora é instalada na parte externa. Possui até quatro saídas de ar (Figura 6).

Figura 6: Ar Condicionado modelo Split Cassete

Fonte: Google Imagens, 2019.

- **Split Piso-teto –** Sua instalação é versátil, podendo ser instalado na posição mais adequada, piso ou teto, para aproveitamento do espaço ambiente. Sua vazão de ar é maior que a dos modelos convencionais, sendo indicado para ambientes com alta concentração de pessoas (Figura 7).

Figura 7: Ar Condicionado modelo Split Piso-teto

Fonte: Google Imagens, 2019.

- **Split Canto-teto –** Possui design diferenciado e discreto se comparado aos demais modelos. Apresenta baixo ruído. Indicado para ambientes de baixo e médio porte. Sua instalação no canto permite um ótimo aproveitamento do espaço (Figura 8).

Figura 8: Ar Condicionado modelo Split Canto-teto
Fonte: Google Imagens, 2019.

- **Split Quatro Lados –** Não é usual no Brasil. Pode ser instalado em qualquer posição, suas quatro saídas de ar permitem uma ótima refrigeração do ambiente. Indicado para edificações de médio e grande porte (Figura 9).

Figura 9: Ar Condicionado modelo Split Quatro Lados
Fonte: Google Imagens, 2019.

- **Duto –** Também conhecido como central ou dutado, indicado para ambientes de grande porte. Tem capacidade de atender vários ambientes ao mesmo tempo, devido sua eficiência na distribuição de ar no ambiente. Não compromete a fachada esteticamente (Figura 10).

Figura 10: Ar Condicionado modelo Duto
Fonte: Google Imagens, 2019.

3.3.3 Água condensada

O reaproveitamento da água dos aparelhos de ar condicionado é um projeto de sustentabilidade simples e de baixo custo para sua implantação, no entanto traz grandes benefícios para o meio ambiente, evitando que a água seja desperdiçada.

É um sistema de reúso indicado para instituições ou estabelecimentos de médio ou grande porte. Pois, estes possuem grande concentração de pessoas, requerendo um eficiente sistema de refrigeração. Com várias unidades de condicionamento de ar instaladas tem-se uma vazão, de água condensada, considerável que pode ser utilizada em atividades diversas. Esta água possui uma boa qualidade se comparada a outras águas de reúso.

> Uma das questões mais relevantes que se apresentam para a operação nos edifícios atualmente é o controle da água. A água utilizada nos edifícios atendem diversas necessidades tanto para consumo humano como para fins de processos de resfriamento. No primeiro caso temos que controlar

> parâmetros de consumo e potabilidades. No segundo caso volume, propriedades físicas e químicas serão decisivas.(BERTOLASI, 2010)

Reutilizando a água resultante do processo de resfriamento nos ares condicionados economiza-se uma considerável quantidade de água potável. O que requer atenção quanto a qualidade desta água de condensação é a presença de alguns metais (magnésio, por exemplo) que se misturam ao fluído quando este passa pelos filtros e dutos que compõem a estrutura interna do aparelho. Ainda assim, esta água pode ser utilizada em diversas atividades, como lavagens de piso e em caixas de descarga nos vasos sanitários, visto que essas finalidades não requerem padrões de potabilidade ou contato direto com as pessoas, possibilitando a economia de um relevante volume, de água tratada, diariamente.

> Os aparelhos de ar condicionados promovem a geração de água resultante da condensação, que na maioria das vezes é desperdiçada para o solo ou para o esgoto. Desta forma, o aproveitamento desta água depende da coleta eficiente de cada sistema de drenagem dos aparelhos que podem ser direcionados para um sistema de coleta e armazenamento. (RIGOTTI, 2014)

Em geral, o projeto de captação da água condensada consiste na implantação de canos conectados diretamente aos aparelhos de ar e um recipiente para armazenamento**.** As tubulações captam a água, e direciona-a para o reservatório.

Além da economia de água, o sistema de captação evita que a água caia diretamente no chão carreando sujeira (poeira, lixo, etc.), ou escoe pelas paredes ocasionando patologias (mofo, desbotamento da tinta, infiltração, etc.) no revestimento, contribuindo assim, para a conservação do ambiente e da edificação.

Em uma cidade como Caruaru, que sofre com a escassez de água, e o contínuo racionamento de água, a reutilização e a economia de água potável são fatores necessários para a garantia da continuidade do abastecimento hídrico.

A quantidade de água de condensação gerada pelos aparelhos de ar condicionado do Colégio Batista não pode ser tratada como irrisória, ou captada sem finalidade. A aplicabilidade do sistema de reúso garante uma grande economia da água potável, além de evitar o desperdício da água condensada. Além disso, é uma prática altamente sustentável e de simples execução, que irá resultar em um insumo de ótima qualidade, com um baixo custo.

> O controle, hoje com a preocupação de cada dia adequar o empreendimento dentro de políticas modernas, como na racionalização de água e energia, nos faz como gestores, aumentar a atenção em itens mais específicos no controle da qualidade e economia de água em setores como; consumos e descartes de água e consumo de energia elétrica relacionado ao programa de ar resfriado em processos e conforto. (BERTOLASI, 2010)

É de fundamental importância que além da economia o sistema de reúso se adeque as noções de sustentabilidade que o panorama atual exige. É preciso utilizar as tecnologias com eficiência, sem desperdício de energia. E buscar sempre inovar nas possibilidades de reutilização dos insumos gerados.

Apesar da estrutura simples e de fácil implantação, o sistema de reutilização da água de condensação dos ares condicionados obtém resultados significativos mediante a implantação e o desenvolvimento desta prática sustentável. A economia de água garante a permanência deste recurso tão indispensável para a humanidade, principalmente em uma cidade como Caruaru, que nos últimos anos sofreu com uma intensa estiagem, que ocasionou o racionamento do abastecimento de água em todo município.

4 METODOLOGIA

Adotou-se como método primário desta pesquisa critérios de observação de um sistema de coleta previamente instalado, mas sem propósito eficaz de utilização, o que se consolida em um estudo de caso do sistema de coleta da água condensada dos aparelhos de ar condicionado do colégio (Figura 11), objeto deste estudo.

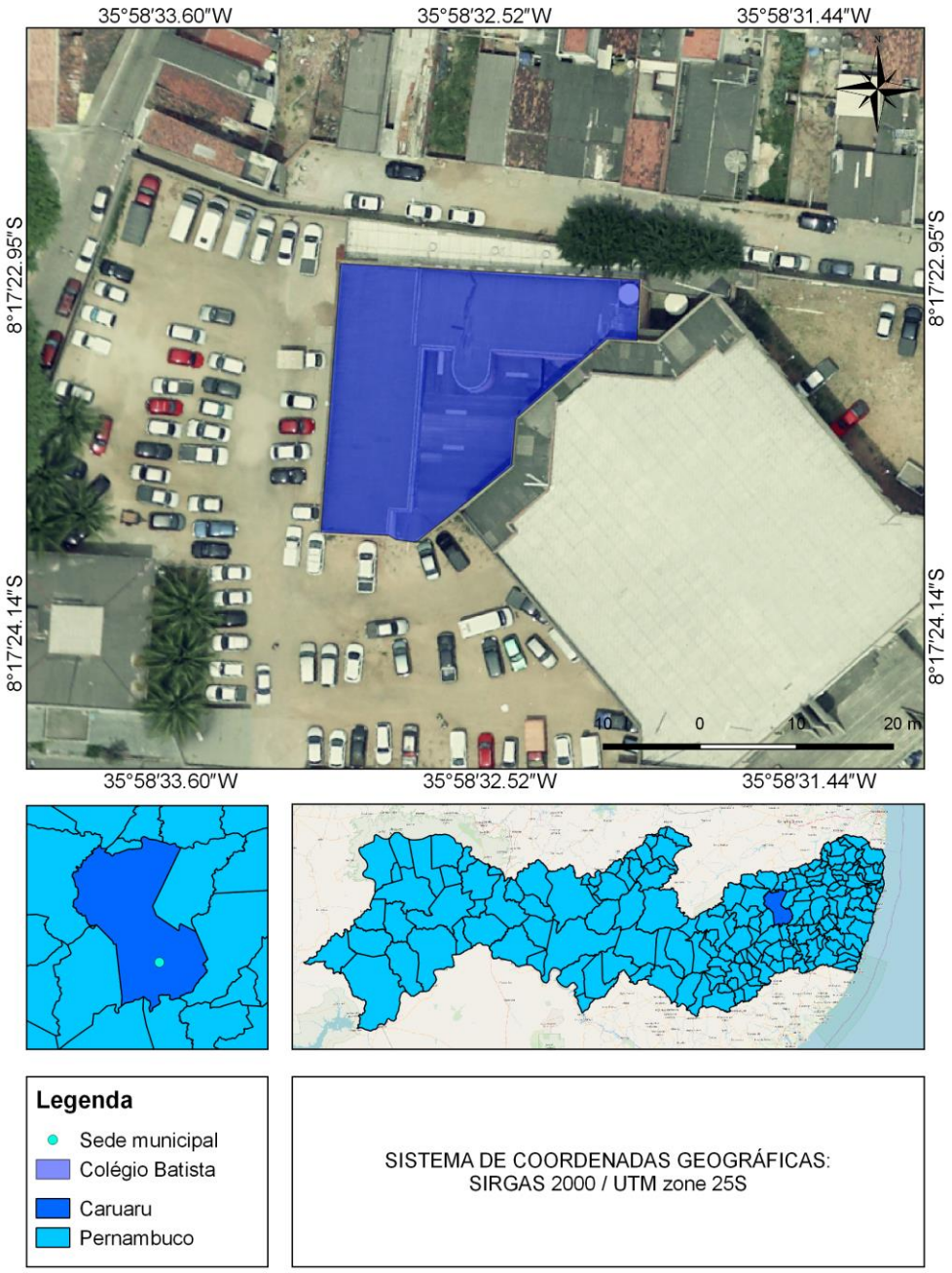

Figura 11: Mapa da localização do Colégio Batista.

Fonte: Autora, 2019.

Este trabalho baseou-se em estudos anteriores e metodologias consolidadas por diversos pesquisadores que exploraram a possibilidade sustentável de “reciclar” a água condensada aplicando-a em atividades de usos secundários.

Foi analisada a água de condensação proveniente dos aparelhos de ar condicionado do Colégio Batista (Figura 12), localizado em Caruaru-PE. As instalações do colégio estão sendo ampliadas e um sistema de reúso da água de condensação proveniente dos aparelhos de ar condicionado está sendo implantado. Atualmente, o sistema de reúso possui um dreno, tubulação de PVC de 25 mm, que coleta a água de condensação de 19 aparelhos de ar condicionado, de 12.000 BTU, das salas de aula, levando o líquido por gravidade até um reservatório apoiado de capacidade volumétrica de 5000 L.

Figura 12: Colégio Batista.
Fonte: Autora, 2018.

O presente estudo caracteriza-se como descritivo-exploratório, onde determinou-se os parâmetros físico-químicos através de uma análise quali-quantitativa para a determinação da qualidade, volume e vazão da água captada. A coleta da água condensada foi realizada nos meses de outubro de 2018 e maio de 2019, nos períodos vespertinos e matutinos, respectivamente. Foram observados os fatores que influenciaram os resultados, como: desligamento de alguns aparelhos durante o horário de recreação dos alunos e vazamentos nas conexões do dreno.

A água analisada foi coletada após o escoamento pelas serpentinas das condensadoras de ar (Figura 13) e pelos drenos (Figura 14), sendo determinados os

parâmetros PH, salinidade, cor, alcalinidade, dureza, e condutividade no Laboratório de Engenharia Ambiental (LEA) do Centro Acadêmico do Agreste (CAA), e verificadas a presença e concentração de sódio, potássio, cálcio e magnésio no Laboratório de Engenharia Ambiental (LEA) localizado no Campus Recife; localizados em Caruaru e Recife, respectivamente.

Figura 13: Condensadoras das salas de aula.

Fonte: Autora, 2018.

Para a coleta utilizou-se recipientes plásticos previamente limpos e lavados com detergente e água destilada proveniente do LEA. Mediu-se o volume captado e o tempo decorrente foi cronometrado afim de se obter a vazão correspondente.

Figura 14: Drenos em PVC.

Fonte: Autora, 2018.

Os resultados obtidos serão comparados com os valores de referência estabelecidos pelo Ministério da Saúde, de acordo com a portaria MS 2914/2011, e também com a análise da água que abastece as torneiras no município de Caruaru, após seu tratamento. Esta comparação possibilita a definição da utilidade da água para o abastecimento das bacias sanitárias dos banheiros, lavagens de piso e/ou irrigação de áreas verdes do colégio.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A vazão e a concentração de elementos da água condensada dependem, entre outros fatores, do estado de conservação das condensadoras. Se as serpentinas estiverem há muito tempo em uso, apresentaram oxidação ou desprendimento das partículas dos metais que as constituem, reduzindo a qualidade da água que pode ser reutilizada. O sistema do colégio é formado por aparelhos do modelo Split Hi-Wall, da marca Consul, Tabela 1, com pouco tempo de uso. Além disso, são submetidos a manutenção periódica.

Tabela 1: Aparelhos de ar condicionado.

Aparelhos (und)	19
Potência (BTU)	12.000
Marca	Consul
Modelo	Split Hi – Wall
Material do dreno	PVC

Fonte: Autora, 2019.

Como a coleta das amostras foi realizada em meses distintos, adotou-se como parâmetros a média dos dados obtidos nas duas situações. Os dados de temperatura e umidade foram obtidos através dos dados climáticos fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), Tabela 2. Estes dados são relevantes quando se tem grande variação, onde uma maior ou menor umidade do ar pode interferir no volume de água captado. No entanto, as temperaturas foram 30ºC e 28ºC, respectivamente. E a umidade do primeiro dia foi aferida em 80% e no segundo 85%, desse modo a vazão captada não teve variação significativa, resultando em um volume similar captado.

Tabela 2: Dados climáticos.

Temperatura média (ºC)	29
Umidade relativa (%)	82,5

Fonte: CPTEC, 2019.

Os dados de vazão foram medidos a partir da relação do volume captado e o tempo medido, a média das vazões será o valor adotado para as considerações realizadas. A vazão média aferida foi de 1,073 x 10^3 L/s.

Com a definição destes fatores intervenientes, pode-se apresentar os resultados das análises qualitativas realizadas. Na Tabela 4 são apresentados os valores determinados neste trabalho, os valores aceitos pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, que estabelece os parâmetros de potabilidade, e os parâmetros definidos para a água tratada que abastece a cidade de Caruaru.

Tabela 3: Valores determinados na análise qualitativa.

Parâmetros	**Valor determinado**	**Portaria nº 2914/2011-MS**	**Água pós-tratamento que abastece Caruaru**
pH	5,20	6,0 – 9,5*	5,25
Salinidade (mg/L)	0	250	0
Cor (Pt/L)	12,00	15	18,00
Alcalinidade (mg/L)	4,33	NE	N/I
Dureza (mg $CaCO_3$/L)	7,90	500	39,52
Condutividade (μ_S/cm)	8,70	NE	207
Sódio (mg Na^+/L)	0	200	N/I
Potássio (mg K^+/L)	0	NE	N/I
Cálcio (mg Ca^{2+}/L)	N/D	NE	N/I
Magnésio (mg Mg^{2+}/L)	N/D	NE	N/I

N/D = Não detectado;

N/E = Não especificado pela Portaria nº 2914/2011-MS;

N/I = Não informado nos dados da análise.

* Recomendado

Fonte: Autora, 2019.

Podemos observar que quanto ao potencial Hidrogeniônico (pH), o valor obtido é inferior aos dois parâmetros de comparação, apesar do resultado obtido ser próximo

do valor que corresponde a água que abastece a cidade. O ideal é que esse resultado esteja no intervalo de 6,0 – 9,5, ou ao menos mais alcalino que ácido.

Já a salinidade quantifica os sais dissolvidos na água, como a água proveniente das condensadoras é destilada, o valor zero obtido está coerente, igual o valor da água de abastecimento e imensamente inferior ao requerido pelo Ministério da Saúde para atestar a potabilidade.

Quanto a dureza, de acordo com o resultado obtido a água é muito mole (0 – 70 mg $CaCO_3$/L), assim como a água pós-tratada, divergindo do critério da Portaria nº 2914/2011 – MS que admite valores de dureza elevada (>300 mg $CaCO_3$/L).

Já a condutividade, que depende das concentrações iônicas, demonstra o grau de pureza da água condensada. Qualquer traço de impureza, oxidação das serpentinas por exemplo, leva a um grande aumento da condutividade. Neste caso, obteve-se um valor pequeno se comparado com a água de abastecimento, e já que a Portaria de potabilidade não especifica nenhum valor para este parâmetro, o resultado é aceitável.

A análise quanto a concentração de sódio deu nula, enquanto o Ministério da saúde especifica um valor bem superior de acordo com sua Portaria. Quanto a água pós-tratada: não dispõe de parâmetro para comparar com o valor obtido.

Quanto a alcalinidade, potássio, cálcio e magnésio não há especificações nos parâmetros de comparação.

Agora para avaliar a vazão e o volume produzidos neste sistema de reúso vamos considerar que um mês letivo possui 22 dias úteis, como o colégio funciona apenas no turno diurno o horário de funcionamento dos ares condicionados vai das oito horas até o meio dia no turno da manhã, e das treze às dezessete horas no turno da tarde, totalizando oito horas de utilização diária. Às aulas iniciam às sete horas e trinta minutos pela manhã, e à tarde finalizam às dezessete horas e trinta minutos, os trinta minutos de acréscimo estão sendo desconsiderados afim de compensar o horário de recreação das crianças.

As oito horas totalizam 28.800 segundos, multiplicando pela nossa vazão média obtêm-se a vazão diária de 30,902 litros de água. Deste modo, o volume mensal acumulado é de: 679,853 litros mensais.

De acordo com a estrutura tarifária da COMPESA, que entrou em vigência a partir de maio de 2018, para consumo comercial até 10.000 litros/mês o custo é de R$

60,75 ao mês e de 10.001 a 999999.000 litros o custo é de R$ 12,04. Já o fornecimento por carros-pipa tem o custo de R$ 16,12 a cada por 1.000 L.

Deste modo, utilizando a água condensada como complemento para usos secundários, se economiza 67,98% de um metro cúbico excedente aos 10.000 litros/mês utilizados ou na compra de água de abastecimento por carros-pipa.

Sendo que, como mencionado, o sistema de drenos possui vazamentos nas conexões, corrigindo essas perdas o volume acumulado aumenta significativamente e viabiliza ainda mais a reutilização desta água.

De acordo com as análises efetuadas, a água condensada é propícia para o uso em caixas de descarga, lavagens de piso e rega de jardins. Não há nenhum parâmetro que impeça sua utilização para estas finalidades.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se, que diante da escassez hídrica que perdura nos últimos anos em toda região do Nordeste brasileiro, cidades caracterizadas pelo clima semiárido, como Caruaru, podem buscar através da adesão de práticas sustentáveis e implantação de técnicas de reúso, reduzir o consumo da água tratada potável através do reúso de água, destinando o volume reutilizado para fins secundários.

Com isso, analisando a edificação do Colégio Batista, objeto deste estudo, e o uso contínuo dos aparelhos de ar condicionado em suas instalações, a água condensada, resultante do processo de resfriamento, apresenta-se como uma possibilidade viável para aplicação em atividades que não incluem padrões de potabilidade.

Com a realização das análises quali-quantitativas pode-se constatar que em diversos aspectos, a água proveniente das condensadoras, possui padrões de qualidade superiores a água tratada que é disponibilizada no abastecimento da cidade de Caruaru. No entanto, não atende aos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde que a classificaria como potável.

Contudo, o objetivo deste estudo é determinar a utilidade para fins secundários, que não incluem consumo humano. Nesta perspectiva, a água proveniente dos ares condicionados do Colégio Batista é uma excelente alternativa para reduzir o uso da água potável, além de diminuir os gastos financeiros da instituição com a tarifa de água.

De acordo com as análises quali-quantitativas realizadas a água condensada apresenta parâmetros adequados para sua aplicação em atividades que não exigem padrões de potabilidade. Além disso, a utilização desta alternativa reduz em 67,98% o uso de um metro cúbico de água potável.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se para futuras produções acadêmicas, que abordem essa temática e/ou contexto:

- Realização do projeto hidrossanitário das instalações do colégio de modo que maximize a captação da água destilada e viabilize sua correta aplicação para usos secundários;
- Análise quali-quantitativa da água após seu armazenamento no reservatório apoiado, de modo a constatar se há alteração ou comprometimento da qualidade da mesma.

REFERÊNCIAS

BARROS, Fernanda Gene Nunes; AMIN, Mário M. **Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo.** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 4, n. 1, 2008.

BERTOLASI, Nilson Antônio. **Gestão dos Processos de Tratamento de Águas Utilizadas em Sistemas Prediais de Ar Condicionado**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.tctatecnologia.com.br/Monografia_Nilson_Antonio.pdf>. Acesso em 23 de abril de 2018.

CARVALHO, Maria Teresa Campos; CUNHA, Samuel Oliveira; FARIA, R. A. P. G. **Caracterização quali-quantitativa da água da condensadora de aparelhos de ar condicionado.** In: III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2012.

CPTEC, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Monitoramento Brasil.** Disponível em: <https://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt>. Acesso em 13 de junho de 2019.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Tempo e clima.** Disponível em: <http://www.inpe.br/>. Acesso em 13 de junho de 2019.

KING, David. **Architecture and Astronomy: The Ventilators of Medieval Cairo and Their Secrets.** Journal of the American Oriental Society Vol. 104, No. 1, p. 97-133, 1984.

KREN, Lou. **The History of Air Conditioning.** 2007. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20071213033712/http://www.propertiesmag.com/archives/2000-05/AirCo.htm>. Acesso em 23 de abril de 2018.

MANCUSO, Pedro; SANTOS, Hilton. **Reúso de água.** Barueri, SP: Manole, 2003.

MEDINA FILHO, M. L. P.; OLIVEIRA, L. A. N.; SOUZA, M. R. de; CASTRO, R. S. de; NAZARETH, T. B. **Estudo da Captação de Água de Aparelhos Condicionadores de Ar: Uma Proposta de Reutilização em Bacias Sanitárias**. X EEPA. Paraná, 2016.

MIRANDA, Gursen de. **Direito Agrário e ambiental: a conservação dos recursos naturais no âmbito agrário**. Rio de Janeiro: Forense, 2003.

RIGOTTI, Pedro. **Projeto de Aproveitamento de Água Condensada de Sistema de Condicionadores de Ar.** Rio Grande do Sul: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2513/TCC%20PEDRO%20P%C3%93S%20BANCA%20%281%29.pdf?sequence=1>. Acesso em 21 de abril de 2018.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. **Água de reúso**; Brasil Escola. Disponível em <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/Agua-reuso.htm>. Acesso em 23 de maio de 2018.