

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA - CVRM
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO AGRICULTURA E AMBIENTE - IEAA
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

ROMARIO MARTINS PEREIRA

**DIGNÓSTICO SOBRE A PRODUÇÃO DE ÁGUA DOS
CONDICIONADORES DE AR PARA FINS NÃO POTÁVEIS**

HUMAITÁ – AM
2019

ROMARIO MARTINS PEREIRA

DIAGNÓSTICO SOBRE A PRODUÇÃO DE ÁGUA DOS
CONDICIONADORES DE AR PARA FINS NÃO POTÁVEIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Instituto de Educação Agricultura e Ambiente – IEAA, *Campus* Vale do Rio Madeira – CVRM, Humaitá – Amazonas – Brasil, em cumprimento as exigências, para a obtenção de título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino

HUMAITÁ – AM

2019

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Pereira, Romario Martins

P436d Diagnóstico sobre a produção de água dos condicionadores de ar para fins não potáveis / Romario Martins Pereira. 2019

55 f.: il.; 31 cm.

Orientadora: Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino

TCC de Graduação (Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Sustentabilidade. 2. Qualidade. 3. Reuso. 4. Recurso.
I. Querino, Juliane Kayse Albuquerque da Silva II. Universidade Federal do Amazonas III. Título


AUTOR: ROMARIO MARTINS PEREIRA

**DIAGNOSTICO SOBRE A PRODUÇÃO DE ÁGUA DOS
CONDICIONADORES DE AR PARA FINS NÃO POTÁVEIS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
universidade Federal do Amazonas – UFAM,
Instituto de Educação Agricultura e Ambiente –
IEAA, Campus Vale do Rio Madeira – CVRM,
Humaitá-AM, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Aprovado em 03 de Julho de 2019.

Banca Examinadora.



Prof. Dr. Julne Kayse Albuquerque da Silva Querino
(Presidente)

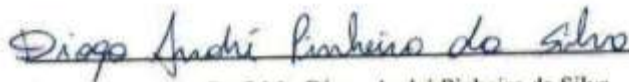
Universidade Federal do Amazonas (IEAA-UFAM)

DocuSigned by:


3E814C3C9601416
Prof. Dr. Marcos André Braz Vaz

(Avaliador)

Universidade Federal do Amazonas - UFAM



Prof. Ms. Diogo André Pinheiro da Silva

(Avaliador)

Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Dedico esse trabalho a Deus, pois foi Ele quem permitiu essa conclusão e aos meus familiares que sempre foram a base nessa etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, porque dEle, por Ele e para Ele são todas as coisas, sou grato pela oportunidade de cursar e concluir o curso de Engenharia Ambiental, toda honra e glória dou a Ti Senhor Deus, pois foi Tu que colocou as melhores pessoas nessa etapa de minha vida.

Agradeço a minha amada família, minha mãe Gerci Batista Pereira, meu pai Benedito Martins Pereira e meu irmão Ronigleis Martins Pereira, que sempre me apoiaram e não mediram esforços para que eu concluísse minha faculdade, sempre foram e são a minha base nessa vida, são as pessoas que me estimulam e me encorajam diariamente a conquistar meus objetivos.

À minha orientadora, prof Dr^a Juliane Kayse, que me proporcionou seus ensinamentos em várias disciplinas durante minha carreira acadêmica, me proporcionou a oportunidade de ser monitor na disciplina de Recursos Energéticos e nesse final de curso aceitou o desafio de me orientar no meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), além de sempre está me ajudando e me auxiliando na disciplina de Estágio, sou grato por tudo que fizestes.

À técnica de Laboratório Harummy Noguchi, que sempre estendeu a mão para me ajudar em projetos, disciplinas e no TCC, além de toda a ajuda referente ao curso ainda proporcionou momentos agradáveis de boas conversas e momentos descontraídos.

À prof Klenna Livia, que me proporcionou a oportunidade de orientação de um projeto de extensão (PIBEX), por toda sua dedicação, paciência e ensinamentos, além do professor Aurélio, que sempre esteve presente com seus ensinamentos e ideias para que pudéssemos realizar esse projeto. Ressalto também professores que me mostraram como ser um excelente profissional, dirigindo suas aulas com muita qualidade, didática e me proporcionaram sempre a oportunidade de adquirir conhecimentos e de acreditar que a educação ainda pode funcionar, obrigado aos professores, Wanderley, Benone, Evanizio, José Maria, Valdenildo, Alison, Juliane e Carlos. Aos professores que não me ministraram aula, mas sempre me ajudaram quando precisei, tanto em questões de aulas como assuntos relacionados a direitos acadêmicos, muito obrigado por toda ajuda e conselhos professor Luciano.

Agradeço aos professores Marcos Braz e Diogo Pinheiro por aceitarem o convite para participarem da banca de avaliação do trabalho e pelas suas contribuições, onde o objetivo é a sua melhora e aperfeiçoamento.

Agradeço a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) de Humaitá, pela oportunidade de cursar uma graduação e pelas ajudas em bolsas recebidas no período de acadêmico.

Nesse período de graduação conheci ótimas pessoas, que sempre levarei suas ajudas, ensinamentos, amizades e bons momentos na minha vida, Airton Sena, Marcelo Pebles, Dayanne Carvalho, Matheus Lucas, Helena Barreto, Kedna Feitosa, Aline Tainá, Larissa Gato, Edimar Cruz, Roberto Torres, Willian Barros, Adriano Batalha, Telcilan Reateque, Emivan Maia, Cleisson Almeida, Anna Ponce, Keila Rodrigues, Rosana Rodrigues, Fernanda Temo, Miqueias Lima, Carol Alfaia, Richeli Brito, Obede Meireles, Hemmely Vieira, Ediclei Soares, Selma Viana, Neide Souza, Denilson Barreto, Matheus Kewen, Patrick Ramos, Leonardo Freire, Rodrigo Cruz, Clebson Leite, Elton Patrick, Elison Braga e o servidor que sempre se mostrou uma excelente pessoa nesses anos de graduação, grande seu Esmar, entre outros.

E as amizades que tinha desde os tempos de Apuí só se fortaleceram mais ainda no período que cursamos faculdade em Humaitá, como as de Ralbeni Cezario, Juliane Dias, Vagner Pavão, Larissa Leite, Oziel Cordeiro, Bruno do Nascimento e Joceli Menezes.

Enfim, a todos os que me ajudaram ou torceram por mim, deixo meus mais sinceros agradecimentos e carinho por tudo.

***Porque onde estiver o vosso tesouro, aí
estará também o vosso coração.***

Mateus 6.21

RESUMO

A água é um recurso essencial a vida humana, antigamente tido como um recurso infinito, esse conceito vem mudando gradativamente com o passar dos anos, devido principalmente ao crescimento populacional. Atualmente, ações de sustentabilidade são incentivadas para minimizar possíveis impactos a sua qualidade e quantidade. A água coletada de aparelhos de ar condicionado é uma opção sustentável, que visa a sua utilização para fins não potáveis. Este trabalho buscou analisar a qualidade de água de cinco aparelhos de ar condicionado de 30000 BTU/h localizados no Instituto de Educação Agricultura e Ambiente, fazendo análises dos parâmetros de pH, condutividade elétrica, temperatura, sólidos dissolvidos totais, cloro, dureza, alcalinidade e fósforo, e quantificar o valor condensado desse recurso buscando conciliar com atividades de fins não potáveis e oferecer uma opção de reuso em atividades feitas na universidade. O valor gerado em cinco condicionadores de ar tem uma média de aproximadamente 100 L/dia de água, isso nos mostra que pode ser desenvolvido projetos para a reutilização desse recurso para a aplicação em lavagem de pátio, banheiros e salas de aula, além da utilização nas caixas de descargas de banheiro e usufruir dessa água para atividades desenvolvidas como irrigação de jardins e mudas de atividades de pesquisas dos acadêmicos do instituto que tem seus plantios na casa de vegetação.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Qualidade. Reuso. Recurso.

ABSTRACT

Water is an essential resource for human life, once considered as an infinite resource, this concept has been gradually changing over the years, mainly due to population growth. Currently, sustainability actions are encouraged to minimize possible impacts on their quality and quantity. The water collected from air conditioners is a sustainable option, which aims to use them for non-potable purposes. The objective of this work was to analyze the water quality of five 30000 BTU/h air conditioning units located at the Institute of Agriculture and Environment Education, analyzing pH, electrical conductivity, temperature, total dissolved solids, chlorine, hardness, alkalinity and phosphorus and quantify the condensed value of this resource seeking to reconcile with non-potable activities and offer an option of reuse in activities done at the university. The value generated in five conditioners has an average of approximately 100 L/day of water, this shows us that projects can be developed for the reuse of this resource for the laundering application of toilets bathrooms and classrooms besides the use in the boxes of discharges of the bathroom and to enjoy this water for activities developed as irrigation of gardens and seedlings of research activities of the academics of the institute that has its plantations in the greenhouse.

Keywords: Sustainability. Quality. Reuse. Resource

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tubulação de Drenagem na parte traseira da lateral do aparelho.....	22
Figura 2 - Guia de instalação do dreno para aparelhos do tipo Split.....	23
Figura 3 - Bico de dreno de ar condicionado do tipo janela.....	24
Figura 4 - Mapa de Localização da UFAM/Humaitá.....	27
Figura 5 - Imagem aérea do município de Humaitá.....	28
Figura 6 - Etapas da fase de coletas dos dados.....	29
Figura 7 - Modelo de Ar condicionado do tipo Split usado nas salas de aula do IEAA.....	30
Figura 8 - Menção do pH da água.....	31
Figura 9 - Menção da temperatura da água.....	32
Figura 10 - Menção da condutividade elétrica da água.....	33
Figura 11 - Quantificação da água produzida pelo ar condicionado.....	34
Figura 12 - Preparo dos reagentes para análise das amostras.....	35
Figura 13 - Momento de coleta de amostras para as análises de laboratório.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado dos parâmetros analisados diariamente na sala 2.	39
Tabela 2 - Resultado dos parâmetros analisados diariamente na sala 4.	40
Tabela 3 - Resultado dos parâmetros analisados diariamente na sala 7.	41
Tabela 4 - Resultado dos parâmetros analisados diariamente na sala 9.	42
Tabela 5 - Resultados dos parâmetros analisados diariamente na sala 12.	43
Tabela 6 - Coeficiente de correlação do volume de água produzido pelos Condicionadores de ar pelo tempo.	44
Tabela 7 - Média das análises das amostras das 5 salas avaliadas.	45
Tabela 8 - Desvio padrão dos parâmetros de pH e Condutividade Elétrica das amostras das 5 salas de aula.	46
Tabela 9 - Resultados das análises das águas em laboratório e do STD.	46

Sumário

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Geral.....	15
2.2 Específico.....	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 Histórico dos condicionadores de ar	16
3.2 Recursos hídricos	17
3.3 Sustentabilidade e o reuso da água.....	18
3.4 Condensadores de ar.....	20
3.5 Mecanismos de funcionamento	21
3.6 Sistema de drenagem.....	21
3.6.1 Drenos em aparelhos do tipo Split	21
3.6.2 Drenos em aparelhos do tipo janela	23
3.7 Qualidade da água condensada	24
3.8 Aplicações dos recursos hídricos dos condicionadores de ar	25
3.9 Reutilização de água segundo a Legislação	26
4 MATERIAL E MÉTODO.....	27
4.1 Caracterização da área de estudo	27
4.2 Elaboração do trabalho.....	28
4.2.1 Revisão Bibliográfica.....	29
4.2.2 Identificação e Seleção dos condicionadores de ar	29
4.2.3 Coleta, análise e quantificação da água.....	30
4.2.4 Análise de Laboratório	34
4.2.5 Análise e interpretação de dados	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
6 CONCLUSÃO	49
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1 INTRODUÇÃO

Barros (2005) menciona que a importância da água é indiscutível para a sobrevivência da humanidade, mas passou a ser realmente percebida quando esse recurso ambiental já não mais vinha sendo encontrado em abundância em locais onde, tradicionalmente, a sua falta nunca fora sentida antes.

Nos últimos anos tem-se observado uma maior preocupação com os recursos hídricos, sabemos que esse recurso gera diversos benefícios ambientais, como a redução das descargas de águas residuais em corpos d'água, diminuição do consumo de água além de impactos ambientais.

O racionamento da água está inserido num amplo contexto, onde vários fatores acarretam na perda da eficiência no seu ciclo hidrológico, ocasionando desperdícios, contaminação, entre outros. No entanto, devido as preocupações ambientais, estão surgindo diferentes formas de reciclar a água condensada de sistemas de condicionadores de ar de prédios comerciais, residenciais, condomínios, hospitais entre outros (RIGOTTI, 2006).

Por isso a ideia de reutilização de água vem crescendo, existe tipos mais complexos e caros e tipos mais simples e barato, um deles é a reutilização da água condensada de aparelhos de ar condicionado para fins não potáveis, essa medida traz benefícios tanto ambiental como financeiro.

O reuso de água encontra, no Brasil, uma gama significativa de aplicações potenciais. Cabe, entretanto, institucionalizar, regulamentar e promover o reuso de água no país, fazendo com que a prática se desenvolva de acordo com princípios técnicos adequados, seja economicamente viável, socialmente aceita, e segura, em termos de preservação ambiental e de proteção dos grupos de riscos envolvidos (HESPANHOL, 2002).

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. De acordo com Mota, Oliveira e Inada (2011) o reuso de água é entendido como uma tecnologia desenvolvida em menor ou maior grau, dependendo dos fins ao qual se destina a água e de como ela tenha sido usada anteriormente.

A água de ar condicionado tem seus parâmetros em sua grande maioria valores considerados permitidos e/ou de acordo com a legislação, assim mesmo, impurezas vinda do meio ambiente a compõe, mas essa água pode ser utilizada para fins não potáveis como,

limpezas, irrigações e até mesmo reserva de proteção para utilizar em situações de incêndio pelo corpo de bombeiros.

Logo, o referido trabalho visa coletar água de cinco aparelhos de ar condicionados do Instituto de Educação Agricultura e Ambiente (IEAA), na Universidade Federal do Amazonas (UFAM), *Campus* Vale do Rio Madeira (CVRM), onde será feito uma análise de alguns parâmetros físico-químicos, além de comparar os resultados com a legislação e quantificar a água gerada por cada um dos ares condicionados em períodos de aula.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Diagnosticar a quantidade de água gerada nos condicionadores de ar da UFAM/IEAA para uma reutilização em fins não potáveis segundo as legislações vigentes.

2.2 Específico

Quantificar a água coletada nos aparelhos de ar condicionado;

Analisar a qualidade da água dos aparelhos de ar condicionado;

Verificar se os resultados estão em conformidade com a Resolução CONAMA 357/05 e MS n°2914/11;

Proposta de reutilização para atividades na universidade em fins não potáveis.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Histórico dos condicionadores de ar

A área de refrigeração cresceu de tal maneira no último século que acabou por ocupar os mais diversos campos. Para conveniência de estudos, as aplicações da refrigeração podem ser classificadas dentro das seguintes categorias: doméstica, comercial, industrial, para transporte e para condicionamento de ar (RODRIGUES, 2010).

A primeira patente de uma máquina de refrigeração mecânica foi inglesa e data de 1834. Na segunda metade do século XIX, os equipamentos de refrigeração mecânica utilizados eram volumosos, dispendiosos e não muito eficientes. A partir de 1900, com a eletricidade chegando as residências e o desenvolvimento do motor elétrico, a refrigeração foi se tornando cada vez mais popular em todo o mundo, surgindo novas soluções para controlar a temperatura (GONÇALVES, 2005).

Com isso, deu o início para o desenvolvimento do ar condicionado, segundo Antonovicz e Weber (2013) cujo aparelhos que servem para controlar a temperatura de ambientes fechados, o qual provêm da criação de um processo mecânico para condicionar o ar, em 1902, pelo engenheiro norte-americano Willys Carrier.

Segundo Araujo (2011) a ideia para a invenção desse aparato ocorreu devido uma empresa em Nova York está passando por um problema. Ao realizar impressões em papel, o clima muito quente de verão e a grande umidade do ar faziam com que o papel absorvesse essa umidade de forma que as impressões saíam borradas e fora de foco. Ele criou um processo que resfriava o ar, fazendo circular por dutos resfriados artificialmente, o que também era capaz de reduzir a umidade do ar. Este foi o primeiro ar condicionado contínuo por processo mecânico da história.

Após esta experiência muitas indústrias americanas de diversos segmentos aderiram ao sistema de circulação por dutos resfriados artificialmente. Em 1914, Carrier desenvolveu um aparelho para aplicação residencial, que era muito maior e mais simples do que o ar condicionado de hoje em dia, e também desenhou o primeiro condicionador de ar para hospitais, que foi desenvolvido com o objetivo de aumentar a umidade e circulação de ar nos ambientes (ANTONOVICZ e WEBER, 2013).

A maioria das unidades de condicionamento de ar estão associadas a aplicações de conforto, visto que os sistemas para resfriamento de ar durante o verão tornaram-se

obrigatórios em edifícios de grande porte no mundo inteiro, mesmo em regiões onde as temperaturas de verão não sejam elevadas (STOECKER e JONES, 1985).

Salgueiro (2006) menciona que os ambientes climatizados controlavam-se a temperatura e a umidade do ar para assim proporcionar conforto térmico para os indivíduos que ali se encontravam.

3.2 Recursos hídricos

A água é um dos compostos mais abundantes encontrados nos sistemas vivos, atingindo cerca 70% ou mais da massa da maioria dos organismos vivos. Ela bem como o Sol é essencial para a perpetuação da vida na Terra. Os vegetais captam a energia radiante solar e utilizam-na no processo da fotossíntese que transforma, por meio de reações químicas, a água, o dióxido de carbono e sais minerais em compostos orgânicos, que são indispensáveis às plantas como fonte de energia e para constituição e renovação das células (DIAS, 2008). De acordo com a teoria da vida, os primeiros seres vivos surgiram provavelmente em um ambiente aquoso, dando origem à teoria da evolução (LEHNINGER *et al.*, 2002).

Segundo Lehninger (2002) a água é um dos mais importantes compostos, por apresentar a capacidade de formar pontes de hidrogênio, pontes essas que fornecem forças coesivas, as quais tornam a água um líquido à temperatura ambiente e favorecem um rígido ordenamento das moléculas, dessa forma cristalizando-se.

A água é um componente indispensável para a manutenção de todas as formas de vida existentes no planeta. No entanto, atualmente, são altos os índices de poluição da água. No meio urbano, a poluição da água é agravada pelo crescimento de ocupações irregulares e pela falta de sistema de saneamento básico, que intensificam o processo de degradação da qualidade da água, prejudicando o uso dos recursos hídricos como fonte de abastecimento (ABE e GALLI, 2008).

Segundo dados quantitativos, produzidos por hidrólogos, 97,5% da água disponível na Terra são salgadas e 2,493% estão concentrados em geleiras ou regiões subterrâneas de difícil acesso; sobram, portanto, 0,007 de água doce para o uso humano, disponível em rios, lagos e na atmosfera (SHIKLOMANOV, 1998).

A problemática da água está inserida em um amplo contexto em que vários fatores afetam a perda da eficiência no seu ciclo hidrológico, contribuindo para a sua escassez. As causas são problemas diversos, como a crescente urbanização sem planejamento da infraestrutura urbana,

no qual a ausência de abastecimento de água e saneamento acarreta também, por consequência, agravos à saúde pública (NUNES,2006).

Entende-se por poluição da água a alteração das características físico-química-biológica por quaisquer ações ou interferências sejam elas ou não provocadas pelo homem (BRAGA *et al.*, 2005).

De acordo com Machado (2003):

“Com o crescimento acelerado da população e o desenvolvimento industrial e tecnológico, essas poucas fontes disponíveis de água doce, estão comprometidas ou correndo risco. A poluição dos mananciais, o desmatamento, o assoreamento dos rios, o uso inadequado de irrigação e a impermeabilização do solo, entre tantas outras ações do homem moderno, são responsáveis pela escassez e contaminação da água. Atualmente, mais de 1,3 bilhão de pessoas carecem de água doce no mundo e o consumo humano de água duplica a cada 25 anos, aproximadamente. Com base nesse cenário, a água doce adquire uma escassez progressiva e um valor cada vez maior, tornando-se um bem econômico propriamente dito”.

3.3 Sustentabilidade e o reuso da água

O desenvolvimento sustentável é uma interseção entre outros desenvolvimentos. Seu sucesso dependerá da interligação com os desenvolvimentos sociais, econômico e preservação ambiental (BARBOSA, 2008).

Outra definição para “sustentabilidade” ou “desenvolvimento sustentável” como: a resposta às necessidades humanas nas cidades com o mínimo ou nenhuma transferência dos custos da produção, consumo ou lixo para outras pessoas ou ecossistemas, hoje e no futuro (SATTERTHWAITE, 2004).

Um recurso, que se diz escasso, visando tempos futuros devido ao aumento populacional que ocasionará um maior consumo e uma maior poluição desse de águas, exige olhar diferente em ações e maneiras de reutilização para minimizar o seu consumo. Segundo Ribeiro (2012), o reaproveitamento ou reuso da água é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim.

A água de reuso é imprópria para o consumo, mas pode ser utilizada com diversos propósitos, como, por exemplo, geração de energia, refrigeração de equipamentos, lavagem de veículos etc. A prática do reuso permite que um volume maior de água permaneça disponível para outras finalidades, garantindo seu uso racional e reduzindo a demanda de água

sobre os mananciais, uma vez que há substituição do uso de água potável por uma de qualidade inferior (FETRANSPOR, 2012).

A problemática da água está inserida em um amplo contexto em que vários fatores afetam a perda da eficiência no seu ciclo hidrológico, contribuindo para a sua escassez. As causas são problemas diversos, como a crescente urbanização sem planejamento da infraestrutura urbana, no qual a ausência de abastecimento de água e saneamento acarreta também, por consequência, agravos à saúde pública (NUNES, 2006).

Segundo Mancuso e Santos (2003), “o reuso da água subentende uma tecnologia desenvolvida em maior ou menor grau dependendo dos fins a que se destina a água e de como ela tenha sido usada anteriormente”.

O reuso de água não potável pode ser feito objetivando suprir a demanda em locais que, costumeiramente, utilizam água potável, com diferentes necessidades e associações. Entre elas estão: reserva de proteção contra incêndio, irrigação de jardins ao redor de edifícios, residências e indústrias, gramados, árvores e arbustos; lavagem de pisos e calçadas, entre outros (COSTA & JÚNIOR, 2005).

Dentro desta perspectiva, o uso racional da água pode ser definido como as práticas, técnicas e tecnologias que propiciam a melhoria da eficiência do seu uso, sendo que a procura por tecnologia de reaproveitamento da água tem crescido nos últimos anos. Empresas e pessoas físicas estão cada vez mais preocupadas com questões ambientais, procuram formas de reciclar a água utilizada em seus prédios ou ainda de coletar água da chuva para aproveitamento em limpeza, jardinagem e esgoto (MOTA, *et al.*, 2006). Uma das opções está ligada a água gerada por aparelhos de ar condicionados, os mesmos atualmente estão em um número alto em prédios, casas, salões e etc.

A reutilização ou reuso da água, não é um conceito novo e tem sido praticado em todo mundo há muitos anos. O termo reutilização deve ser trabalhado gradativamente entre a sociedade em especial em centros educativos, almejando sempre a busca por resultados ambientais positivos e benéficos. É necessário estimular a aplicabilidade dos conhecimentos nos alunos em relação ao reuso da água tendo em vista que é preciso trabalhar a temática da reutilização da água no âmbito escolar objetivando a formação de cidadãos conscientes de seus atos, ocasionando uma transformação socioambiental, além de contribuir para o processo de readequação de hábitos e atitudes que contribuem para o aumento da crise ambiental. O impacto ambiental positivo deve ser o ponto principal, e a melhoria das condições ambientais devem ser a ferramenta educativa (BARBIERI, 2011).

Nesse contexto é necessário destacar a importância de projetos específicos e atividades apropriadas à realidade social e existencial dos alunos (SENICIATO, CAVASSARI, 2004), para que a educação possa contribuir na formação de personalidade crítica e autônoma, além de sensibilizar a opinião de grupos distintos da coletividade e modificar as suas atitudes em prol do ambiente, do saber conservar, da coordenação e racionalização do uso dos recursos, com o intuito de preservar o futuro da humanidade através da sustentabilidade (CARVALHO, FILHO, p. 2).

Pode-se dizer que o reuso de água é um processo de sustentabilidade, de maneira simplificada, podemos dizer que nessa etapa ocorre o processo de coleta de uma água já utilizada e reutilização dela, nesse processo as etapas de redução do uso de águas naturais, redução dos efluentes lançados ocorre, além da redução do desperdício.

3.4 Condensadores de ar

Conforme Antonovicz & Weber (2013), os condicionadores de ar são classificados de diversas formas. Quanto à utilização, pode ser residencial, automotivo, comercial, hospitalar ou industrial. Enquanto à capacidade, os aparelhos comercializados são de pequeno, médio ou grande porte, apresentando variações quanto às potências de refrigeração dadas em BTU (British Thermal Unit = Unidade Térmica Britânica). As tecnologias das máquinas podem ser convencional ou *inverter*, esta última tendo sido desenvolvida com o intuito de se ter economia quanto à energia.

Os aparelhos de ar condicionado 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).

Segundo Miller (2014), a refrigeração é o processo de remoção de calor de onde ele não é desejado. E mais, o calor não desejado é transferido mecanicamente para um local em que ele não seja prejudicial. Um exemplo prático disso é o condicionador de ar de janela, que resfria o ar no interior de uma sala e descarrega ar quente no ambiente externo.

O condicionamento de ar é o processo que consiste em controlar sua temperatura, umidade, pureza e distribuição no sentido de proporcionar conforto aos ocupantes do recinto condicionado (JONES, 1985).

Segundo Frota & Schiffer (2009), a condensação consiste na troca térmica úmida decorrente da mudança do estado gasoso do vapor d'água contido no ar para o estado líquido.

3.5 Mecanismos de funcionamento

Os sistemas de condicionamento de ar, que englobam tantas operações de refrigeração quanto de aquecimento de ar, regulam a temperatura de ambientes criando uma sensação de conforto térmico (aquecendo ou refrigerando). Eles realizam troca de temperatura do ambiente, através da passagem do ar pela serpentina do evaporador que por contato sofre queda ou aumento de temperatura, dependendo do ciclo utilizado, baixando a umidade relativa do ar (FORTES, *et al.*, 2015).

Apesar da variedade de aparelhos, o princípio de funcionamento para refrigeração segue um mesmo padrão, em que a evaporação de um fluido refrigerante é utilizada para fornecer refrigeração (ANTONOVICZ & WEBER, 2013).

3.6 Sistema de drenagem

O dreno é responsável por remover a água produzida pelo condicionador de ar, proveniente do processo de condensação, quando o mesmo se encontra em funcionamento (CALDAS, 2017).

Há dois tipos mais utilizados de sistemas de drenagem. Os drenos em aparelhos do tipo Split e os drenos nos modelos Janela, esses consistem num pequeno orifício na parte externa do aparelho, que serve para expelir a água condensada. Nos condicionadores de ar, o dreno é a parte responsável por remover a água produzida pelo aparelho. Quando em operação, o equipamento retira a umidade do ambiente em que está instalado, realizando o processo de condensação, que é quando a água passa do vapor para o líquido (FORTES, 2015).

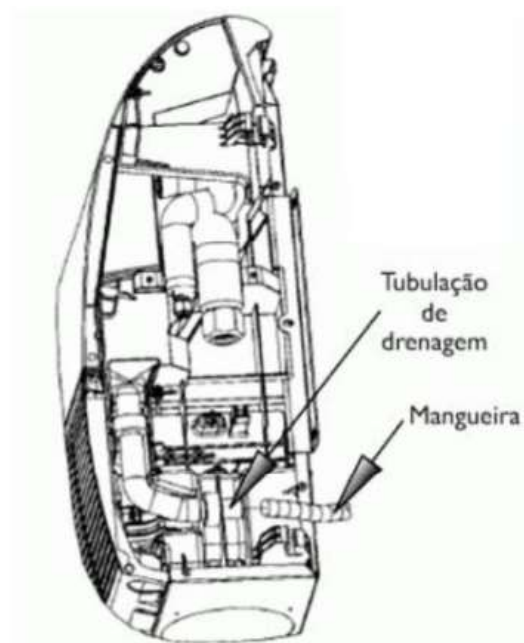
O reaproveitamento da água de drenagem dos aparelhos de ar condicionado pode não ser de grande vulto com vistas ao volume, mas é de suma importância para consolidação da consciência ecológica dos usuários, muito embora sendo constatada a potabilidade dessa água, a vazão que emana desses aparelhos pode suprir a necessidade de repartições públicas, instalações comerciais e outras, quanto ao consumo humano (LIMA, *et al.*, 2015).

3.6.1 Drenos em aparelhos do tipo Split

Neste tipo de ar condicionado, a drenagem é feita obrigatoriamente por meio de dutos. Nestes equipamentos o dreno sai da unidade interna, também denominada evaporadora, e é direcionado para um ponto de água pluvial. Não é indicado drenar a água para ralos ou esgotos, pois quando o aparelho do tipo Split é desligado pode acabar trazendo mau cheiro para dentro do ambiente (FORTES *et al.*, 2015).

Segundo Medina Filho *et al.*, (2016), nos aparelhos Splits, que são os mais utilizados, os drenos são feitos por meio de dutos, sendo os materiais mais comuns, mangueiras de polietileno ou canos de Policloreto de Vinila (PVC). A figura 1 nos mostra como funciona a saída da tubulação de dreno, na parte traseira da lateral plástica do aparelho.

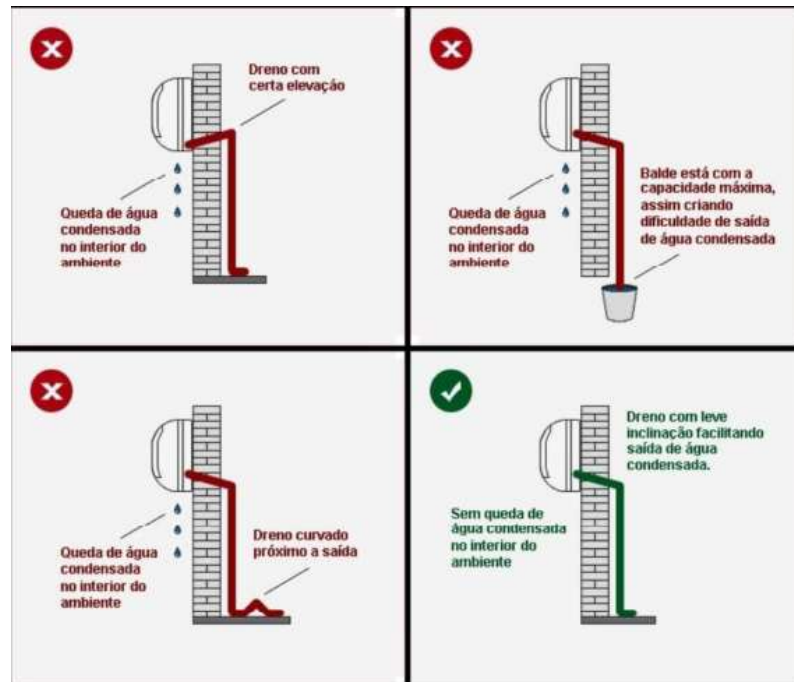
Figura 1. Tubulação de Drenagem na parte traseira da lateral do aparelho.



Fonte: Faz Fácil Dicas e Manutenção.

Além disso, Fortes (2015), nos diz que é importante que os drenos sejam devidamente instalados, devido ao fato de ser a gravidade responsável pelo escoamento da água. Caso contrário, a água pode gotejar no ambiente interno ou terá dificuldades para escoar, conforme a demonstração da Figura 2.

Figura 2. Guia de instalação do dreno para aparelhos do tipo Split.



Fonte: Web Ar Condicionado.

3.6.2 Drenos em aparelhos do tipo janela

O dreno nos Modelos Janela consiste num pequeno orifício na parte externa do aparelho, que serve para expelir a água condensada. Habitualmente, não se mexe no dreno do ar condicionado janela, exceto quando as gotas caem numa marquise ou calçada. Se isso acontecer é necessário providenciar uma bandeja coletora ou um duto para redirecionar o líquido para o local apropriado, além de que o foco do presente projeto é o reaproveitamento de tal água, portanto não é apenas necessária esta instalação como também é um ponto de análise (Fortes, 2015).

Ainda segundo Fortes (2015), na instalação de um aparelho de ar condicionado, deve-se instalar uma tubulação ou dreno para que evite gotejamento em ambiente externo, esse gotejamento muitas vezes ocorre nas calçadas, paraquitos de janela ou marquises, prevenindo a causa de danos pela água.

Na Figura 3, podemos observar o bico de saída de drenagem, nele que ocorre a instalação de mangueiras para a saída da água expelida pelo ar condicionado.

Figura 3. Bico de dreno de ar condicionado do tipo janela.



Fonte: Google Imagens.

3.7 Qualidade da água condensada

No ano de 2015, o governo federal brasileiro emitiu uma Portaria nº 23, 12/02/2015, estabelecendo normas de boas práticas de gestão e uso de energia elétrica e de água nos órgãos e entidades da administração pública (Brasil, 2015), como uma medida de urgência de racionalidade, em decorrência aos baixos níveis de água que abastecem cidades, órgãos, prédios, entre outros...

Alguns estudos apontam para a qualidade dessa água gerada pelo funcionamento dos aparelhos de ar condicionado, e o seu potencial para ser uma alternativa viável de aproveitamento. Segundo Hespanhol (1999 apud CARVALHO, 2012), água de reuso pode ser utilizada para diversos fins não potáveis, entre eles a irrigação.

O reuso de água não potável pode ser feito objetivando suprir a demanda em locais que, costumeiramente, utilizam água potável, com diferentes necessidades e associações. Entre

elas estão: reserva de proteção contra incêndio, irrigação de jardins ao redor de edifícios, residências e indústrias, gramados, árvores e arbustos; lavagem de pisos e calçadas, entre outros (COSTA & JÚNIOR, 2005).

A água condensada deve ser observada os seus valores segundo algumas legislações, uma das mais visadas atualmente é Portaria MS 2914/2011 do Ministério da Saúde, a qual dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância de qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. Com o resultado que se obter das análises, saberemos em qual situação esse recurso será aproveitado.

3.8 Aplicações dos recursos hídricos dos condicionadores de ar

Em relação ao reuso da água, é importante observar que esta prática está relacionada a dois aspectos: Como instrumento para redução do consumo de água, como um controle de demanda e como recurso hídrico complementar. (RODRIGUES (2007).

De acordo com Mancuso (2003), os casos comuns de reuso menos exigentes (como por exemplo, descarga de bacias sanitárias) pode-se prever o uso da água de aparelhos condicionadores de ar, apenas desinfetando e filtrando.

O reaproveitamento da água de drenagem dos aparelhos de ar condicionado pode não ser de grande vulto com vistas ao volume, mas é de suma importância para consolidação da consciência ecológica dos usuários, muito embora sendo constatada a potabilidade dessa água, a vazão que emana desses aparelhos pode suprir a necessidade de repartições públicas, instalações comerciais e outras, quanto ao consumo humano (LIMA *et al.*, 2015).

De acordo com o CODEX ALIMENTARIUS (2001), a água de reuso é aquela recuperada de uma etapa de processamento, podendo até ser de componentes de alimentos, e que após subsequentes tratamentos de acondicionamento, se necessários, é destinada a ser reusada no mesmo, anterior ou subsequente operação do processamento de alimentos. Assim, a água de reuso inclui a água recirculada (*recirculated water*), água reciclada (*recycled water*) e água recuperada (*reclaimed water*).

Dessa forma, o reuso da água funciona como um importante instrumento de gestão ambiental, devendo ser aplicados critérios e padrões de qualidade quando considerada a questão de saúde pública, a aceitação da água pelo usuário, a preservação do ambiente, a qualidade da fonte da água para reuso e a adequação da qualidade ao uso pretendido (PHILIPPI, 2006).

3.9 Reutilização de água segundo a Legislação

A Resolução do CONAMA 357/05 classifica as águas segundo seus usos preponderantes, em nove classes, sendo a classe 3, que trata do abastecimento doméstico após o tratamento convencional.

No Brasil destaca-se a lei 6938/81, que institui a política nacional do meio ambiente que menciona o incentivo ao estudo e pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais e a lei 9433/97, que institui a política nacional de recursos hídricos. Esta última fixa os fundamentos, os objetivos, as diretrizes e os instrumentos capazes de indicar a orientação pública no processo de gerenciamento dos recursos hídricos, além de estabelecer entre os princípios de ações governamentais o incentivo ao estudo e pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais, bem como a racionalização do uso da água, instituindo a cobrança pelo uso da mesma, por meio de outorga (RAPAPORT, 2004).

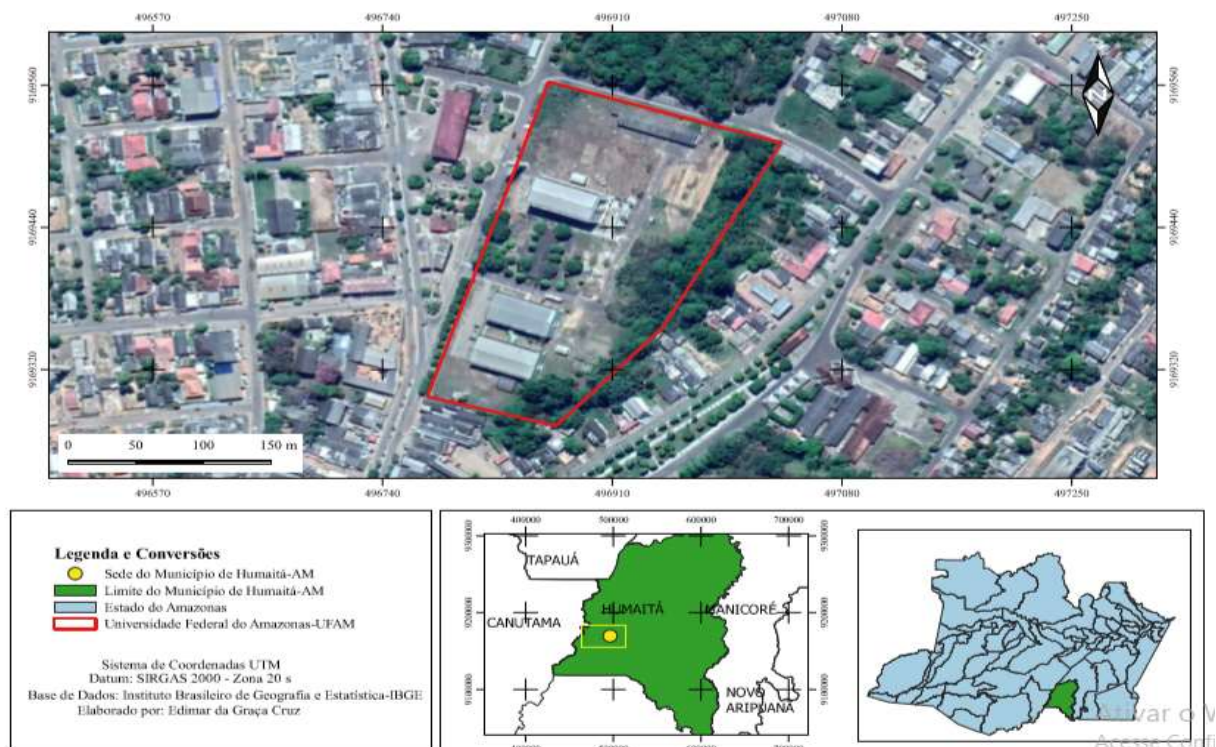
No entanto, segundo a Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, o reuso de água constitui-se em prática de racionalização e de conservação de recursos hídricos, conforme princípios estabelecidos na Agenda 21. Tal prática reduz a descarga de poluentes em corpos receptores, conservando os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade; reduz os custos associados à poluição e contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde pública (CUNHA, 2011).

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi realizado nas dependências do Instituto de Educação Agricultura e Ambiente - IEAA, na Universidade Federal do Amazonas – UFAM, no *Campus* Vale do Rio Madeira – CVRM, implementado em 04/10/2006 pela portaria do CONSUNI 028/2005.

Figura 4. Mapa de Localização da UFAM/Humaitá.

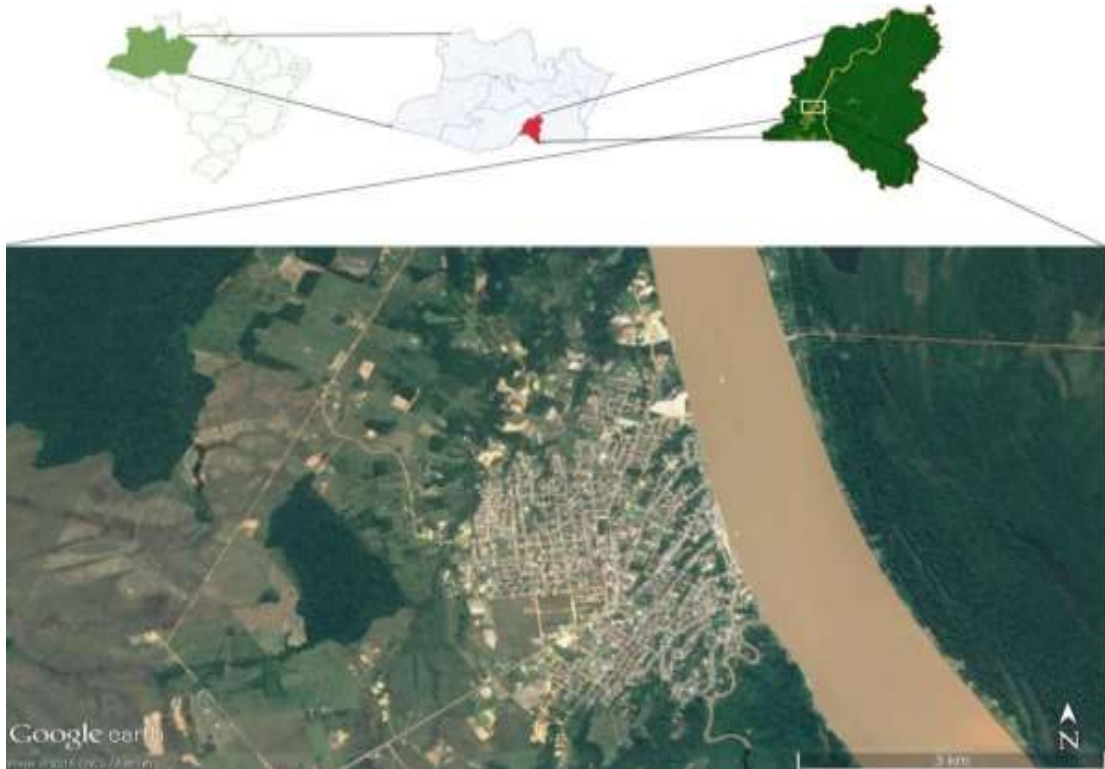


Fonte: Cruz, 2019.

No município de Humaitá - AM, localizado ao sul do estado do Amazonas ($7^{\circ} 30' 24''$ S; $63^{\circ} 04' 56''$ W) (CAMPOS *et al.*, 2012), à margem esquerda do rio Madeira, afluente da margem direita do rio Amazonas, a cerca de 200 km de Porto Velho e 675 km de Manaus pela rodovia BR-319 (MARTINS *et al.*, 2006) como podemos observar na figura abaixo. Segundo

o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2015, sua área é de aproximadamente 33.129 km² e com uma população de 51.302 habitantes (IBGE, 2016).

Figura 5. Imagem aérea do município de Humaitá.



Fonte: Google Earth adaptada.

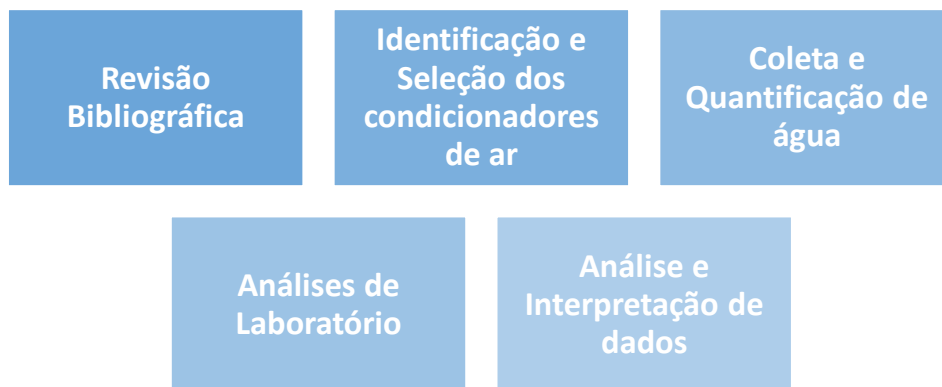
O município apresenta um clima do tipo Am, de acordo com a classificação de Köppen, ou seja, tropical chuvoso (chuvas do tipo monção), apresentando um período seco de pequena duração com temperaturas variando entre 25 e 27 °C, precipitação média anual de 2.500 mm, e umidade relativa do ar entre 85 e 90% (CAMPOS et al., 2012).

4.2 Elaboração do trabalho

O presente trabalho buscou uma pesquisa quantitativa, do tipo exploratória descritiva, onde observou-se os fatos os registraram e analisaram.

O trabalho foi dividido em cinco etapas descritas a seguir:

Figura 6. Etapas da fase de coletas dos dados.



Fonte: o Autor.

4.2.1 Revisão Bibliográfica

A primeira etapa consistiu em leituras e na busca por informações e dados na literatura, como artigos científicos, monografias, dissertações e teses sobre o tema apresentado.

4.2.2 Identificação e Seleção dos condicionadores de ar

O trabalho foi realizado no Instituto de Educação Agricultura e Ambiente - IEAA na Universidade Federal do Amazonas - UFAM, em cinco salas do bloco Rio Purus, as salas foram escolhidas de maneira onde os condicionadores de ar estavam funcionando em condições perfeitas. Cada sala tem dois aparelhos de ar condicionados, mas apenas um de cada sala foi utilizado para o trabalho, devido a sua maior utilização e melhor condições de funcionamento. Nessa etapa, recebemos ajuda de funcionários da UFAM para a escolha dos condicionadores de ar.

Todos os aparelhos de ar condicionados analisados são do tipo Split (Figura 6), seu funcionamento se dá com duas unidades, a interna, dentro da sala, que é onde o ar é emitido para o resfriamento do local e a parte externa, onde fica a parte com a tubulação de descarte de água, que é interligada pelo seu dreno até uma passagem pela parede que eleva a água gerada até a parte de despejo pela rede de esgoto da UFAM.

Figura 7. Modelo de Ar condicionado do tipo Split usado nas salas de aula do IEAA.



Fonte: o Autor.

Os condicionadores de ar analisados são de duas marcas e modelos diferentes:

- A marca 1 tem o modelo UNI30INTX com a capacidade de refrigeração para 30000BTU/h, sua frequência é de 60 Hz, potência nominal 2710 W e corrente nominal 12,4 e Vazão do ar m^3/h / 1400, com uma pressão máxima de operação de 2,7 MPa e peso de 17 kg.
- A marca 2 tem o modelo 42MACA30S5 com a capacidade de refrigeração para 30000 BTU/h, sua frequência é de 60 Hz, potência nominal 8,79 kW e corrente nominal 13,5 A e Vazão do ar $1360 \text{ m}^3/\text{h}$, com um peso de 19,4 kg.

4.2.3 Coleta, análise e quantificação da água

Ao longo de 15 dias letivos, as coletas foram realizadas apenas nos horários de aula, visando assim ter uma maior confiabilidade no volume de água produzido pelo processo de condensação (Figura 22).

Diariamente era analisado *in loco* os parâmetros de pH, condutividade elétrica e temperatura dos cinco condicionadores de ar, além de quantificar a água gerada pelos mesmos.

O parâmetro de pH representa a concentração de íons hidrogênio H^+ (em escala antilogarítmica), onde indica uma condição de água ácida ou alcalina dentro de uma faixa de 0 a 14. Foi utilizado um pHmetro portátil da marca Hanna, digital que forneceu o resultado no momento em que a leitura era feita (Figura 7), de maneira clara e com um respaldo grande.

Figura 8. Menção do pH da água.



Fonte: o Autor.

A temperatura da água foi medida com um termômetro portátil (Figura 8), o mesmo nos fornece o resultado no momento após estabilizado na água.

Figura 9. Menção da temperatura da água.



Fonte: o Autor.

A menção da condutividade elétrica foi feita com um aparelho manual, digital da marca HANNA (Figura 9), o mesmo nos forneceu os resultados na hora após a estabilização da leitura.

Figura 10. Menção da condutividade elétrica da água.



Fonte: o Autor.

As análises dos sólidos dissolvidos totais seguiram o mesmo padrão, foi analisado com a ajuda de um aparelho portátil da marca HANNA.

A quantificação da água ocorreu em um coletor de plástico devidamente limpo com água destilada e totalmente fechado com um papel filme, após adicioná-lo no local para a coleta,

houve um acompanhamento do volume que estava sendo gerado no coletor, quando a água chegava no ponto máximo do coletor, a mesma era coletada e quantificada com a ajuda de uma proveta volumétrica (Figura 10), além das anotações, para que se pudesse fazer no final do dia o seu cálculo do volume final diário.

Figura 11. Quantificação da água produzida pelo ar condicionado.



Fonte: o Autor.

4.2.4 Análise de Laboratório

Os dados coletados foram analisados no laboratório de Saneamento Básico do Instituto de Educação Agricultura e Ambiente (IEAA), onde foram preparados todos os reagentes para analisar as amostras coletadas (Figura 11). Os reagentes foram preparados, segundo a metodologia de Macêdo (2005).

Figura 12. Preparo dos reagentes para análise das amostras.



Fonte: o Autor.

Após o preparo dos reagentes as amostras levadas para a análise, ocorreu em dois frascos diferentes, um em uma garrafa pet, para a análise de alcalinidade, dureza e cloro e a outra em frascos de vidro para a análise de fósforo.

Antes da coleta, a vidraria que foi utilizada passou por todo um preparo, as garrafas pets foram lavadas com detergente e água destilada, e os coletores de vidro foram lavados com ácido nítrico e depois com água destilada, esse processo foi feito para que a água coletada não sofresse nenhuma interferência ou contaminação. Em seguida, iniciou a coleta (Figura 12), armazenamento e condução das amostras até o laboratório.

Figura 13. Momento de coleta de amostras para as análises de laboratório.



Fonte: o Autor.

➤ A alcalinidade

Está relacionada a quantidade de íons em um recurso hídrico que reagirá para neutralizar os íons de hidrogênio. É uma medida da capacidade de água de neutralizar os ácidos (capacidade tampão – resistir a mudança de pH). Os principais constituintes da alcalinidade é o bicarbonato (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e os hidróxidos. Nessa etapa, ocorreu o seguinte processo:

1. Adicionamos 100 mL da amostra em uma proveta;
2. Adicionamos os 100 mL da amostra em um erlenmeyers de 250 mL;
3. Adicionamos 3 gotas de fenolftaleína;
4. Uma prova em branco foi feita com água destilada e 3 gotas de fenolftaleína;
5. Analisamos a cor da amostra, se ficasse rósea, titulávamos com ácido sulfúrico 0,02 N, até o descoramento do indicador, e o volume gasto de ácido era anotado;
6. Adicionamos a cada frasco 3 gotas de metilorange, à prova em branco, 1 gota de ácido 0,02 N, a mesma chegou a uma cor vermelho-laranja que serviu como padrão;
7. Quando a amostra se tornava amarela, continuava a titulação com o ácido 0,02 N, até que a cor da mesma se igualasse a da prova em branco.

Após os resultados obtidos no processo, fizemos os cálculos para chegar no valor obtido das análises, nessa etapa, usamos a seguinte equação:

$$\text{Alcalinidade } \text{CaCO}_3 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = \frac{\text{mL do titulante} \times \text{normalidade do ácido} \times 50.000}{\text{mL da amostra}}$$

➤ A Dureza

Outro parâmetro analisado em laboratório foi a Dureza. A dureza de uma água é causada por cátions metálicos polivalentes em solução. Os mais frequentemente associados à dureza são o cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) em condições de supersaturação, esses cátions reagem com ânions na água, formando precipitados, sua análise seguiu as seguintes etapas:

1. Adicionamos 100 mL da amostra em uma proveta;
2. Adicionamos 100 mL da amostra em um erlenmeyer de 250 mL;
3. Adicionamos (1 ou 2) mL de solução tampão;

4. Titulamos lentamente com a solução sal dissódico de EDTA M/100, buscando a cor verde.

A equação utilizada para o parâmetro de Dureza é:

$$X \text{ (ppm) de dureza e } CaCO_3 = \frac{M \times V \text{ (mL)} \times fc \times 100 \times 1000}{V \text{ amostra}}$$

➤ O Cloro

Conhecer o teor de cloro ativo que permanece após a desinfecção (cloração) da água, permite garantir a qualidade microbiológica da água, ou seja, se ela está em condições de uso.

Na sua análise seguimos os seguintes passos:

1. Colocamos 5 mL da amostra em um tubo de ensaio;
2. Adicionamos 5 gotas da solução de ortolidina 0,1% SR;
3. Observou-se a coloração, se ficasse amarelo, indicaria a presença de cloro livre;
4. E então se determinaria quantitativamente o CRT (cloro residual total).

➤ O Fósforo

O fósforo total, quando encontrado na água, geralmente são em forma de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. O fósforo total é medido fazendo-se inicialmente uma digestão como ácidos perclórico, sulfúrico ou nítrico. Dependendo do tipo da amostra, após a digestão um método calorimétrico pode ser utilizado para medir o ortofosfato liberado. Seu processo de análise ocorreu da seguinte maneira:

1. Transferiu-se 50 mL da amostra em uma proveta;
2. Transferiu-se os 50 mL da amostra para um erlenmeyer de 125 mL;
3. Levou-se até uma capela de exaustão, adicionou 1 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) e 5 mL de ácido nítrico (HNO₃) e deixou sobre uma placa de aquecimento por 1 hora a 150 °C;
4. Após esse tempo, retiramos as amostras e as deixamos resfriar;
5. Fizemos também uma prova em branco;
6. Neutralizamos a amostra, com 3 gotas de fenolftaleína + hidróxido de sódio + 10 N e 1 N;
7. Verificamos a coloração se passou de incolor para o rosa-claro;

8. Adicionamos 25 mL da amostra + 8 mL de solução de cor;
9. E por fim, fazer a leitura no espectrofotômetro a 880 nm em cubetas de 2cm de caminho ótico.

A solução cor é composta por 50 mL da amostra, 50 mL dos padrões e 50 mL do branco, após isso colocamos em béquer de 100 mL.

Após a leitura obtida no espectrofotômetro e os resultados obtidos, fizemos os cálculos usando a seguinte equação:

$$y = 0,4672 X - 0,003$$

4.2.5 Análise e interpretação de dados

Após as análises em laboratório os resultados foram interpretados conforme os valores encontrados, verificando posteriormente se estavam em conformidade com as resoluções.

Os dados também foram dispostos em planilhas eletrônicas para composição das tabelas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Podemos observar na tabela 1 os resultados obtidos dos parâmetros de pH, condutividade elétrica e temperatura, além da quantificação do volume de água e o tempo gerado pelo ar condicionado avaliado na sala 2.

Tabela 1. Resultado dos parâmetros analisados diariamente na sala 2.

	Ph	Cond. Elétrica (mS/cm)	Temperatura (°C)	Volume (L)	Horas/Dia
1	6,3	0,00	25	-	-
2	6,1	0,02	25	18,580	6h10min
3	6,4	0,01	28	8,520	3h10min
4	6,5	0,02	29	15,220	6h25min
5	6,9	0,04	26	36,400	8h26min
6	7,4	0,03	25	29,740	9h45min
7	7,3	0,02	24	33,490	10h35min
8	7,2	0,02	28	23,820	7h30min

9	7,3	0,03	26	35,120	10h00min
10	6,9	0,04	26	31,740	11h10min
11	6,6	0,04	26	29,240	9h55min
12	6,2	0,03	24	37,000	10h00min
13	6,8	0,03	26	33,400	9h40min
14	6,5	0,01	19	38,600	10h35min
15	-	0,02	22	29,780	10h00min

A tabela 1 nos mostra que os valores de pH todos estão em conformidade com a Resolução MS nº 2914/2011, e que os resultados variaram de 6,1 a 7,4.

A condutividade elétrica obteve valores bem baixos, apenas na primeira análise que seu valor foi 0,0 milisiemens (mS/cm) mas houve uma variação em seus resultados, chegando ao maior valor 0,04 mS/cm, como podemos observar descrito na tabela acima.

A temperatura variou bastante, seus resultados tiveram mínima de 19°C e máxima de 29°C, como podemos observar na tabela acima, vale ressaltar que nos dois últimos dias de análises tivemos dias chuvosos e um tempo com a temperatura fria.

Ainda podemos observar que o volume de água gerado nos condicionadores de ar alternou bastante, conforme sua temperatura, quando a temperatura estava mais baixa o processo de condensação aparentemente gerava mais água em um menor espaço de tempo, isso também se dava pelo grau do ar condicionado, que era aumentado, os valores variaram de 8,520 L em aproximadamente 3h10min e 38,600 L em aproximadamente 10h35min. Observamos abaixo essa variação demonstrada graficamente.

Na tabela 2 observamos os valores dos resultados obtidos durante a avaliação dos parâmetros e a quantificação da água dos condicionadores de ar na sala 4.

Tabela 2. Resultado dos parâmetros analisados diariamente na sala 4.

	pH	Cond. Elétrica (mS/cm)	Temperatura (°C)	Quantidade (L)	Horas/Dia
1	6,4	0,02	26	-	-
2	6,3	0,01	27	4,000	2h50min
3	6,5	0,01	26	20,100	8h00min
4	6,9	0,03	30	2,770	4h00min

5	6,8	0,02	28	10,300	3h40min
6	7,0	0,02	27	22,080	6h50min
7	7,4	0,02	27	20,080	8h00min
8	7,8	0,02	26	19,320	6h25min
9	6,8	0,01	30	6,400	3h40min
10	6,3	0,02	29	16,260	6h20min
11	6,1	0,02	27	8,200	3h45min
12	6,0	0,04	26	19,840	6h15min
13	6,3	0,03	27	15,160	6h40min
14	6,5	0,01	21	17,540	7h00min
15	-	0,02	24	13,900	4h30min

A tabela 2 nos mostra que os resultados de pH estão em conformidade com os valores estabelecidos pela Legislação MS n° 2914/2011, variando de 6 a 7,4.

A condutividade elétrica está com seus valores próximos, observamos na tabela que houve uma variação pequena dentro de 0,01 mS/cm a 0,04 mS/cm.

Nas análises de temperatura o seu valor máximo chegou a 30°C e o mínimo 21°C, como descritos na tabela 2.

E a quantidade de água teve um valor mínimo de 4 L em aproximadamente 2h50min e um volume máximo de 22,080 L em aproximadamente 6h50min, conforme descritos na tabela 2.

Na tabela 3, podemos observar o volume coletado de água e os resultados das análises feitas na sala 7.

Tabela 3. Resultado dos parâmetros analisados diariamente na sala 7.

	pH	Cond. Elétrica (mS/cm)	Temperatura (°C)	Quantidade (L)	Horas/Dia
1	6,5	0,03	24	-	-
2	6,0	0,02	24	16,380	4h20min
3	6,7	0,03	25	28,420	8h50min
4	6,4	0,05	28	14,520	5h30min
5	7,1	0,04	26	31,800	10h00min
6	7,3	0,05	27	25,040	10h45min

7	7,4	0,04	26	33,720	11h00min
8	7,2	0,04	27	20,840	5h30min
9	7,1	0,05	28	29,320	8h50min
10	6,8	0,06	27	32,540	11h35min
11	6,7	0,04	30	15,900	6h50min
12	6,2	0,05	28	26,880	8h10min
13	6,6	0,06	28	26,760	9h00min
14	6,4	0,01	20	21,560	8h00min
15	-	0,04	24	20,940	8h30min

A tabela 3 nos mostra os valores de pH variando de 6 a 7,4, de acordo com a Legislação MS nº2914/2011, seus valores estão dentro do valor máximo permitido.

Nessa sala as análises nos mostraram os maiores valores de condutividade elétrica, com um valor mínimo de 0,02 mS/cm e o valor máximo foi de 0,06 mS/cm.

A temperatura por sua vez esteve variando de 20°C a 30°C, a variação obtida nos 15 dias de verificação está bem definida na tabela 3.

Já o volume de água captada esteve variando de 14,520 L em aproximadamente 5h30min à 33,720 L em aproximadamente 11h00min.

A tabela 4 mostra os resultados dos parâmetros analisados para a água coletada no aparelho de ar condicionado da sala 9.

Tabela 4. Resultado dos parâmetros analisados diariamente na sala 9.

	pH	Cond. Elétrica (mS/cm)	Temperatura (°C)	Volume (L)	Horas/Dia
1	6,5	0,03	25	-	-
2	6,6	0,04	23	18,540	6h45min
3	6,9	0,02	25	22,340	7h50min
4	6,5	0,03	26	22,020	9h48min
5	7,0	0,03	27	20,200	4h00min
6	7,1	0,04	28	21,400	8h15min
7	7,5	0,04	26	25,270	8h30min
8	7,4	0,04	26	28,600	8h15min
9	6,8	0,02	30	8,320	4h20min

10	6,9	0,04	25	20,790	7h20min
11	6,9	0,06	26	19,700	8h40min
12	6,3	0,05	27	29,900	8h40min
13	6,8	0,05	32	23,100	7h20min
14	6,6	0,02	20	12,840	5h50min
15	-	0,03	21	9,160	3h40min

O pH da água na tabela 4 mostra seus valores variando de 6,3 a 7,5, os valores estão em conformidade com as legislações já citadas.

Já a condutividade elétrica variou de 0,2 mS/cm a 0,6 mS/cm, comparando com os resultados das demais tabelas, foi nela que tivemos um dos maiores valores obtidos.

Nessa sala, o ar condicionado nos forneceu valores de temperatura de água que variaram de 20°C a 32°C, nessa sala tivemos o segundo maior grau de temperatura identificado em todas as cinco salas.

E na quantificação da água tivemos o menor volume coletado de 8,320 L num tempo de aproximadamente 4h20min e o maior volume foi de 29,900 L em um tempo de aproximadamente 8h40min.

Os resultados das análises obtidos do ar condicionado na sala 12 estão descritos na tabela 5.

Tabela 5. Resultados dos parâmetros analisados diariamente na sala 12.

	pH	Cond. Elétrica (mS/cm)	Temperatura (°C)	Volume (L)	Horas/Dia
1	6,7	0,01	25	-	-
2	5,9	0,01	24	13,400	4h00min
3	6,5	0,03	24	11,820	4h10min
4	6,9	0,02	27	13,480	6h30min
5	6,9	0,03	27	20,800	7h00min
6	7,1	0,03	25	23,660	6h30min
7	7,6	0,04	24	13,650	4h10min
8	7,3	0,02	27	18,540	6h00min
9	6,9	0,02	30	18,520	6h50min
10	6,6	0,04	26	24,780	8h00min

11	6,7	0,03	35	11,600	6h00min
12	6,1	0,02	26	29,100	8h00min
13	6,3	0,03	31	13,500	5h00min
14	6,5	0,02	20	17,180	7h00min
15	-	0,02	22	10,100	4h00min

A tabela 5 nos mostra que o pH em um dos dias analisados esteve abaixo do valor considerado permitido pela Resolução MS n° 2914/2011, e o seu maior valor também foi encontrado na sala 12, entretanto esse valor está em conformidade com a legislação.

Já a condutividade elétrica teve na sala 12 o seu menor valor de 0,01 mS/cm e o maior valor de 0,04 mS/cm, como descritos na tabela 5.

A temperatura teve uma variação de 20°C a 35°C, na sala 12 foi o ponto mais alto registrado para a temperatura da água em todas as amostras.

A quantidade de água coletada teve um volume que variou de 2,525 L/h à 3,640 L/h. Entretanto, nas coletas, observamos que o volume por hora não foi padrão para todos os ares condicionados, isso ocorre devido ao tempo do dia, pois a quantidade de água condensada está relacionada com alguns fatores, como a umidade do ar, variação da temperatura e um possível congelamento no aparelho, quando o mesmo não passam por processos de limpeza corretamente. Logo, buscamos entender a correlação entre essas duas variáveis, para entender a aproximação entre elas, a tabela abaixo nos mostra que os valores estão próximo de 1, que significa que estão bem relacionadas e associadas.

Tabela 6. Coeficiente de correlação do volume de água produzido pelos Condicionadores de ar pelo tempo.

Coeficiente de Correlação	
Sala 2	0,894975
Sala 4	0,897618
Sala 7	0,854638
Sala 9	0,754802
Sala 12	0,815042

Observando os valores dos parâmetros obtidos das amostras dos condicionadores de ar, vemos que os mesmos estão quase que todos em conformidade com as resoluções Resolução MS n° 2914/2011 e CONAMA 357/05 apenas uma amostra obteve o resultado de pH abaixo do valor máximo permitido (VMP), que pela legislação deve estar de 6 a 9, nesse caso o pH estava em 5,9.

Conforme Rhoades *et al.*, (2000), a condutividade elétrica é expressa pelo índice de salinidade. Sugerindo a seguinte classificação: água não salina – CE <0,7 dS.m⁻¹, ligeiramente salina – CE entre 0,7 e 2,0 dS.m⁻¹, moderadamente salina – CE entre 2 e 10 dS.m⁻¹, altamente salina – CE entre 10 e 25 dS.m⁻¹, e excessivamente salina – CE 25 e 45 dS.m⁻¹.

Já a temperatura da água tem uma importância que consiste no fato de que ela afeta a taxa das reações químicas e biológicas, assim como a solubilidade dos gases (O₂ e H₂S). A legislação não fala em uma temperatura considerada ideal para água a ser utilizada em reuso.

Após os resultados obtidos das análises da água e a sua quantificação nos condicionadores de ar das cinco salas de aulas, tivemos uma média dos resultados, descritos na tabela 6.

Tabela 7. Média das análises das amostras das 5 salas avaliadas.

Sala	pH	Condutividade Elétrica (mS/cm)	Temperatura (°C)	Volume (L)	Horas/Dia
02	6,75	0,025	25,27	28,617	≅ 9h39min
04	6,65	0,020	26,75	13,060	≅ 6h45min
07	6,75	0,040	26,15	22,974	≅ 9h18min
09	6,85	0,036	25,80	18,812	≅ 7h20min
12	6,71	0,024	26,20	17,152	≅ 8h46min
VMP*	6-9	NE*	NE*	-	-

VMP = Valor Máximo Permitido; NE = Não Estabelecido

A tabela 6 nos mostra as médias de alguns parâmetros e o volume médio diário da quantidade de água condensada e coletada.

Os condicionadores de ar geraram diariamente uma enorme quantidade de água condensada. Essa água pode ser uma opção para utilização em serviços não potáveis, como por exemplo a lavagem de piso, banheiros e a substituição da água em caixas de descarga de banheiro, vale ressaltar que também pode ser utilizada para irrigação de plantas que tem no instituto, além de experimentos produzidos por acadêmicos da UFAM.

Após os resultados médios descritos na tabela 6, calculamos o desvio padrão do pH e da condutividade elétrica, onde objetivamos confirmar a regularidade e homogeneidade dos dados, a tabela 7 nos mostra os resultados obtidos.

Tabela 8. Desvio padrão dos parâmetros de pH e Condutividade Elétrica das amostras das 5 salas de aula.

Desvio Padrão					
Parâmetro	Sala	Sala	Sala	Sala	Sala
	2	4	7	9	12
pH	0,43626	0,50497	0,42736	0,33903	0,45549
Cond. Elétrica	0,01183	0,00845	0,01387	0,01183	0,00915

Os demais parâmetros (Dureza, Cloro, Alcalinidade, Fósforo e Sólidos Totais Dissolvidos), foram analisados, calculados e comparados com a legislação, segundo as equações próprias, após todo o processo feito, obtivemos os seguintes resultados descritos na tabela 7.

Tabela 9. Resultados das análises das águas em laboratório e do STD.

<i>Sala</i>	<i>Dureza</i>	<i>Cloro</i>	<i>Alcalinidade</i>	<i>Fósforo</i>	<i>STD</i>
	<i>(mg/L)</i>	<i>(mg/L)</i>	<i>(mg/L)</i>	<i>(mg/L)</i>	<i>(mg/L)</i>
02	Ausente	Ausente	43	0,51	0,011
04	Ausente	Ausente	50	0,45	0,010
07	Ausente	Ausente	45	0,42	0,024
09	Ausente	Ausente	66	0,81	0,014
12	Ausente	Ausente	37	0,45	0,012
VMP*	500	0,2	NE*	0,15	1000

VMP = Valor Máximo Permitido; NE = Não Estabelecido

O parâmetro de dureza foi constatado como “Ausente” nos cinco condicionadores de ar analisados, ou seja, todas as amostras estiveram abaixo do Valor Máximo Permitido (VMP), que segundo a Portaria MS nº 2914/2011 deve ser de 500 mg/L.

O parâmetro de cloro também constatou “Ausente” para os cinco condicionadores de ar analisados. Segundo Brasil (2004), a Portaria 518 do Ministério da Saúde exige que a água para consumo humano apresente concentrações iguais ou superiores a 0,2 mg/L de cloro residual livre, não excedendo 2 mg/L em qualquer ponto do sistema de abastecimento.

A alcalinidade apesar de não ter um valor estabilizado pela legislação, quando analisada, apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO₃. Observamos na tabela 7 que os valores estão todos nessa faixa, onde o menor valor é 37 mg/L e o maior é 66 mg/L.

O fósforo, analisado nos cinco pontos de coleta apresentou valores variados, entretanto, todos acima dos padrões considerados ideais para reuso, isso muitas vezes ocorre devido a fatores naturais que provêm de materiais particulados presentes na atmosfera.

Já os valores encontrados de sólidos totais dissolvidos nas amostras foram bem abaixo do Valor Máximo Permitido (VMP) segundo a Portaria MS nº 2914/2011 que deve ser de 1000 mg/L. Segundo Fernandes (2009), a água com teor de sólidos superior a 1000ppm torna-se inadequada para consumo humano e possivelmente será corrosiva e até abrasiva.

- **Proposta de Reuso de Água**

A construção de um sistema simples de captador de água dos condicionadores de ar para fins não potáveis se mostra uma opção viável.

Nas coletas de água feitas nos cinco (5) condicionadores de ar, tivemos um volume de água condensada de aproximadamente 100L/Dia. O bloco Rio Ipixuna (bloco 1) tem doze (12) salas, onde nove (9) salas são para a ministração de aulas, duas (2) salas são destinadas a laboratório e uma (1) sala para o Diretório e Centros acadêmicos, nessas salas tem-se 23 aparelhos de ar condicionados funcionando (apenas no segundo piso), logo, observando a média mensal, e utilizando como base a equação fornecida por Nenganga (2014), com algumas alterações, iremos estimar o volume de água condensado por dia, fazendo os seguintes cálculos:

$$Q_{dia} = Q_{md} \times n^{\circ}HT \times n^{\circ}Ap$$

Onde temos:

Q_{dia} = Quantidade de água produzida durante o dia;
 Q_{md} = Quantidade de água média produzida durante uma hora;
 $n^{\circ}Ap$ = Número de aparelhos de ar condicionado existentes;
 $n^{\circ}HT$ = Número de horas trabalhadas.

Após os cálculos do volume de água gerado por dia, calcularemos o volume de água gerada por mês, utilizaremos a equação:

$$Q_{mês} = Q_{dia} \times n^{\circ}DM$$

Onde temos:

$Q_{mês}$ = Volume de água condensada no mês;
 Q_{dia} = Volume de água condensada no dia;
 $n^{\circ}DM$ = Número de dias trabalhado no mês.

Os dados utilizados seriam:

- 100 L/Dia;
- 11,76 L/h;
- 23 aparelhos de ar condicionados;
- Aproximadamente 8h30min por dia.

Por dia teremos um volume de 2.299,08 L. Sabendo que as salas de aulas estão em funcionamento de segunda feira a sexta feira temos um total de 22 dias úteis, logo, no mês, teríamos um volume aproximado de 50.579,76 L de água condensada dos aparelhos de ar condensado.

6 CONCLUSÃO

Os cinco aparelhos são de 30000 BTU/h e nos forneceram aproximadamente 11,76 L/h de água condensada.

A água coletada passou por uma análise de seus parâmetros e comparação com as resoluções CONAMA 357/2005 e MS nº2914/2011, os parâmetros analisados se mostraram em conformidade com os valores máximos permitidos segundo as legislações. No laboratório, apenas o fósforo obteve valores superiores ao ideal, entretanto, para a água utilizada em reuso para fins de lavagem, sua utilização é permitida, nas análises *in loco* apenas em uma amostra de pH em uma das salas esteve abaixo do valor permitido pela legislação, mas isso não interfere em uma reutilização devido seu valor não está tão fora dos padrões destinados pela legislação. Os resultados são considerados satisfatórios, logo, temos que água coletada está em boas condições para reuso.

Sabendo que cada sala de aula contém dois condicionadores de água e que coletamos as informações de apenas um em cada sala, teríamos aproximadamente 23,52 L/h de água nas salas descritas.

Para o armazenamento dessa água, seria investido à compra de uma caixa de água e encanamento para a água dos ares condicionados serem destinados para esse local e serem armazenadas, além da mão de obra.

Serviços como lavagem do pátio, banheiro e salas da universidade, além de destinar água para as caixas de descarga dos banheiros e ser uma opção para a reutilização da água para as estufas que sempre recebem plantio para projetos.

Logo, através dos resultados das amostras analisadas, temos que a utilização desse recurso se enquadra para os objetivos propostos, a ideia de reutilização de água pelo meio dos condicionadores de ar é uma opção que já vem sendo usada em vários locais no Brasil e no mundo, pois o mesmo traz benefícios para o meio ambiente, instituições onde há a reutilização além de trazer economia financeira e ser uma utilização de desenvolvimento sustentável.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, Donato Seiji; GALLI, Corina Sidagis. Emissões de gases de efeito estufa em reservatórios de hidrelétricas. Diretrizes para o Gerenciamento de lagos: gerenciamento da qualidade da água de represas. Instituto Internacional de Ecologia, São Carlos, v. 9, 2008.

ANTONOVICZ, Diego; WEBER, Rhuann Georgio Bueno. PMOC - Plano de Manutenção Operação e Controle nos condicionadores de ar do Campus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. TCC – Curso de graduação de Tecnologia em Manutenção Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira. 2013. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1380/1/MD_COMIN_2012_2_10.pdf. Acesso em 14 mai. 2019.

ARAUJO Eliete de Pinho. APOSTILA DE AR CONDICIONADO E EXAUSTÃO, 2011.

BARBIERI, José Carlos. Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

BARBOSA, Gisele. O desafio do desenvolvimento sustentável. 4a Ed. Rio de Janeiro: Revista Visões, 2008.

BARROS, Wellington Pacheco. A água na visão do direito. Porto Alegre: Tribunal de justiça do Rio grande do Sul- Departamento de Artes Gráficas, 2005.

BRAGA, B. et al. Introdução à engenharia ambiental. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 313 p.

BRASIL. Portaria n° 23, de 12 de fevereiro de 2015. Estabelece boas práticas de gestão e uso de Energia Elétrica e de Água nos órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dispõe sobre o monitoramento de consumo desses bens e serviços. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev. 2015. Seção 1, p. 67-68. Disponível em:

http://www.tst.jus.br/documents/10157/12455710/MPOG+PORTARIA+N%C2%BA%2023_2015,%20DE+12_2_2015. Acesso em 19 mai. 2019.

BRASIL. Portaria n° 518, de 25 de março de 2004. Legislação para águas de consumo humano. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 de mar. 2004. Seção 1.

CALDAS, J., CAMBOIM, W. L. L., Aproveitamento da água dos Aparelhos Condicionadores de Ar para fins não potáveis: Avaliação da Viabilidade de Implantação em um bloco do Unipê. Inter Scientia, vol. 5, n° 1, ano 2017.

CARVALHO, I. C. M. Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2006.

CARVALHO, M. T. C; CUNHA, S. O.; FARIA, R. A. P. G. Caracterização quali-quantitativa da água da condensadora de aparelhos de ar condicionado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3., 2012, Goiânia. **Gestão Ambiental**. Goiânia: Ibeas, 2012.

CODEX ALIMENTARIUS. Codex Alimentarius Commission: Codex Committee on Food Hygiene. Proposed Draft Guidelines for the Hygienic Reuse of Processing Water in Food Plants. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, 34th Session, Bangkok, Thailand, 2001.

COSTA, Djeson Mateus Alves da & JÚNIOR, Antônio Carlos de Barros. Avaliação da necessidade do uso das águas residuais. Rio Grande do Norte: CEFET, 2005. Disponível em: <file:///C:/Users/Laboratorio/Downloads/74-227-1-PB.pdf>. Acesso em: 19/05/2019.

CUNHA, Ananda Helena Nunes. O reuso de água no Brasil: a importância da reutilização de água no país. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011 Pág. 1225 a 1248. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20ambientais/o%20reuso.pdf>> Acesso: 14/05/19.

DIAS, M. F. F. Qualidade microbiológica de águas minerais em garrafas individuais comercializadas em Araraquara – SP. 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado de Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2008.

FETRANSPOR, Federação das Empresas de Transportes de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro. Reuso de água em garagens de ônibus. Disponível em: <http://www.fetranspdocs.com.br/downloads/36Reusoagua.pdf>> Acesso em: 14 mai. 2019.

FORTES, P. D., JARDIM, P. C., Reaproveitamento da água dos aparelhos de ar condicionado (2015).

FORTES, P. D., JARDIM, P. W. C. F. P. M G., FERNANDES, J. G., Aproveitamento de Água Proveniente de Aparelhos de Ar Condicionado, 2015.

GONÇALVES, Luciene Pavanello. Condicionamento de ar e sua evolução tecnológica. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2005. Disponível em: <https://docplayer.com.br/5292114-Condicionamento-de-ar-e-sua-evolucao-tecnologica.html>. Acesso em mai. 2019.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil. In RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 7 n.4 Out/Dez 2002, 75-95; USP, São Paulo.

JONES, Jerold – Refrigeração e ar condicionado; tradução José M. Saiz Jabado-[et al] – São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.

LEHNINGER, Albert L. Bioquímica; São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA, 2002.

LIMA, S. M., ZAQUE, R. A. M., VALENTINI, C. M. A., SOUZA, F. S. C., ALBANO, P. M. F., Água de ar condicionado: Uma fonte alternativa de água potável? – VI Congresso

Brasileiro de Gestão Ambiental – Porto Alegre/RS – 23 a 26/11/2015. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/IX-006.pdf>> Acesso em 14 mai. 2019.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas/Jorge Antônio Barros de Macedo 3°. Ed. – Belo Horizonte-MG: MACÊDO, 2005.

MACHADO. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 2003.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. Reuso da água. Barueri. São Paulo: 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.

MILLER, Rex. Ar-condicionado e Refrigeração - 2ª Ed. São Paulo: Ed. LTC, 2014.

MOTA, T. R., OLIVEIRA, M. D., INADA, P - UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DE SISTEMAS DE AR CONDICIONADO VISANDO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. 10º Fórum de Extensão e Cultura da UEM – 2006.

MOTA, T. R.; OLIVEIRA, D. M.; INADA, P. Reutilização da água dos aparelhos de ar condicionado em uma escola de ensino médio no Município de Umuarama-PR. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR, 7., 2011, Maringá. Anais Eletrônicos...Maringá: Cesumar 2011.

NUNES, R. T. S. 2006. Conservação da água em edifícios comerciais: potencial de uso racional e reuso em shopping center. Rio de Janeiro: Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PHILIPPI, C.T. Avaliação de um sistema de reuso de água: o caso de um parque temático. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006. 67p.

RAPAPORT, B. Águas cinzas: caracterização, avaliação financeira e tratamento para reuso domiciliar e condominial. Ministério da Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro, 2004.72p.

- RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Trad. de GUEYI, H.R.; SOUSA, J.R.; QUEIROZ, J.E. Campina Grande: UFPB, 2000. 117 p.
- RIBEIRO, Giselle Smocking Rosa Bernardes; RANGEL, Morgana Batista Alves. Reuso de água: em garagem de ônibus. Rio de Janeiro: Fetranspor, 2012.
- RIGOTTI, P. A. C., Projeto de Aproveitamento de Água Condensada de Sistema de Condicionadores de Ar, 2006.
- RODRIGUES, Marcus V. C. Qualidade de vida no trabalho: evolução e análise no nível gerencial. 10. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2007.
- RODRIGUES, Zélia Medeiros. O Planejamento Estratégico como Indicador da Controladoria Aplicado à Gestão de uma Microempresa do ramo de ar condicionado. Fortaleza: Faculdade Lourenço Filho, 2010. Disponível em: <https://docplayer.com.br/5291245-O-planejamento-estrategico-como-indicador-da-controladoria-aplicado-a-gestao-de-uma-microempresa-do-ramo-de-ar-condicionado.html>. Acesso em mai. 2019.
- SALGUERO, Amanda Viana. Qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz/Escola Politécnica De Saúde Joaquim Venâncio, 2006. Disponível em: <http://www.epsjv.fiocruz.br/upload/monografia/49.pdf>. Acesso em mai.2019.
- SATTERTHWAITE, David. Como as cidades podem contribuir para o Desenvolvimento Sustentável. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2004.
- SENICIATO, T. e CAVASSARI, O. Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências – um estudo com alunos do ensino fundamental. Ciência e Educação. v.10, n.1, p. 133-47, 2004.
- SHIKLOMANOV, I., “World fresh water resources”, GLEICK, P.H. (Editor), *Water in Crisis. A Guide to the World’s Fresh Water Resources*. Pacific Institute fo Studies in Development, Environment and Security, Stockholm Environmental Institute, p. 13-24, 1998.
- STOECKER, Wilbert.; JONES, Jerold W. Refrigeração e Ar Condicionado. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.

VON SPERLING, Marcos. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

WEB AR CONDICIONADO. Dreno do ar condicionado. Disponível em: <<https://www.webarcondicionado.com.br/dreno-ar-condicionado>> Acesso em mai. 2019.