



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE  
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL



JÉSSICA SILVA

**SUSTENTABILIDADE APLICADA A PARTIR DO REAPROVEITAMENTO DE  
ÁGUA NO IFPB-CAMPUS CAJAZEIRAS**

Cajazeiras  
2019

JÉSSICA SILVA

SUSTENTABILIDADE APLICADA A PARTIR DO REAPROVEITAMENTO DE  
ÁGUA NO IFPB-*CAMPUS* CAJAZEIRAS.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Luan Carvalho Santana de Oliveira

Coorientador: Gastão Coelho De Aquino Filho

JÉSSICA SILVA

**SUSTENTABILIDADE APLICADA A PARTIR DO REAPROVEITAMENTO  
DE ÁGUA NO IFPB-CAMPUS CAJAZEIRAS.**

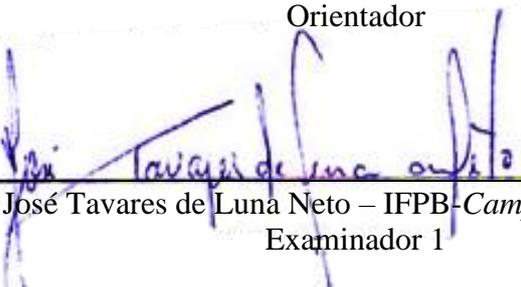
Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-Campus Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 30 de setembro de 2019.

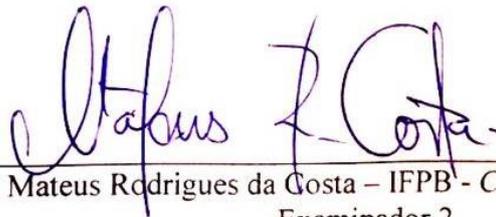
**BANCA EXAMINADORA**



Luan Carvalho Santana de Oliveira – IFPB-Campus  
Cajazeiras  
Orientador



José Tavares de Luna Neto – IFPB-Campus Cajazeiras  
Examinador 1



Mateus Rodrigues da Costa – IFPB - Campus Cajazeiras  
Examinador 2

*Dedico este trabalho ao meu melhor amigo  
que me orientou e ensinou tudo que eu  
precisava até o fim desta caminhada:  
“Deus”.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que de forma sobrenatural me explicou e convenceu que eu estava no lugar certo, se não fosse por ele tenho certeza que nem teria entrado neste curso. Ele me mostrou de várias formas possíveis que eu sou capaz e quando não fosse ele me tornaria e assim ele fez.

Sou muito grata aos meus pais que com grande paciência e amor me honraram e deram tudo que eu precisava todos esses anos que se passaram me dando todo apoio necessário, nos momentos em que mais precisei sempre estavam presente, me incentivaram a estudar e se aperfeiçoar a cada dia mais.

Agradeço aos meus amigos e irmãos da igreja de Cristo no Brasil que em todos os momentos que desabei e não sabia como agir eles sempre me ajudaram, a me levantar e seguir em frente, obrigada por não me deixarem desistir sem vocês com certeza não estava aqui hoje realizando esse momento tão sonhado.

Agradeço ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-IFPB, que no decorrer dos anos, me acolheu juntamente com grandes mestres no âmbito do curso que me instruíram sendo sempre profissionais excelente e éticos, trabalhando sempre pra passar tudo que lhe era proposto procurando ir além da disciplina ensinando como seria na prática e na vida como futuros engenheiros civil.

Aos Professores Mestre Luan Carvalho Santana de Oliveira e Mestre Gastão Coelho de Aquino Filho, orientador, coorientador, professores, meu obrigado pelo aprendizado proporcionado, ajuda e dedicação nesses meses.

Ao meu amigo e namorado Lucas, que apareceu na minha vida praticamente nessa reta acadêmica final, mas, teve grande participação para que este momento se tornasse possível. Agradeço pela paciência, pela compreensão, pelo apoio, enfim, por me aturar e me fazer feliz.

Por fim quero agradecer a todos que de forma direta e indireta me ajudaram a conseguir mais essa conquista, muito obrigada.

## RESUMO

Devido à escassez hídrica, se vê cada mais necessário a tomada de decisões sustentáveis que ajudem a amenizar o impacto causado pela falta de água. É com esse intuito que esse trabalho traz uma proposta de um sistema com a finalidade de reutilizar a água descartada por condicionadores de ar, destiladores e bebedouros do *Campus-Cajazeiras* do IFPB, sendo dividido em análises físico-químicas da água coletada, assim como medição de vazão do fluido em cada aparelho, estudo da aplicação de um sistema de reutilização dessa água descartada. Para isso foi feito um estudo onde se mostra o desperdício de água potável para cada aparelho estudado nesse projeto, que chega a um montante de 1037 l/h de água descartada. Assim como o levantamento quantitativo no *software Excel* tanto para o gasto de água para lavagem de ambientes como para irrigação da vegetação do *Campus – Cajazeiras* que ficou aproximadamente 8000 l/h, seguido por um estudo para conhecer a opinião dos funcionários sobre o sistema de reuso sugerido neste trabalho onde tivemos uma resposta muito positiva por parte dos servidores e a partir dos resultados encontrados pode-se elaborar e sugerir a aplicação dos sistema pra teste e análise do trabalho onde a aplicação completa do sistema fica a critério do Instituto.

**Palavras-Chave:** Uso racional de água; Água descartada; Ar condicionado; Destilador de água; Bebedouro.

## **ABSTRACT**

Due to water scarcity, it is increasingly necessary to make sustainable decisions that help to mitigate the impact caused by the lack of water. It is for this purpose that this work proposes a system with the purpose of reusing the water discarded by air conditioners, distillers and drinking fountains at the IFPB Campus-Cajazeiras, being divided into physical-chemical analyzes of the collected water, as well as measurement flow rate in each device, study of the application of a system for reusing this discarded water. For this, a study was carried out showing the waste of drinking water for each device studied in this project, which reaches an amount of 1037 l/h discarded water. As well as the quantitative survey in the Excel software both for the expenditure of water for washing environments and for irrigating the vegetation of the Campus - Cajazeiras, which was approximately 8000 l/h, followed by a study to find out the employees' opinion about the suggested reuse system. In this work where we had a very positive response from the servers and from the results found it is possible to elaborate and suggest the application of the system for testing and analyzing the work where the complete application of the system is at the discretion of the Institute.

**Keywords:** Rational use of water; water discarded by air conditioning; Water distiller; Drinking troughs.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Princípio de funcionamento do aparelho de ar condicionado.....	18
Figura 2 - Ar condicionado tipo janela.....	19
Figura 3 - <i>Split Hi-Wall</i> .....	20
Figura 4 - <i>Split</i> cassete.....	20
Figura 5 - <i>Split</i> piso-teto.....	21
Figura 6 - Ar condicionado dutado.....	21
Figura 7 - Sistema de destilação.....	23
Figura 8 - Destilador de água CRISTÓFOLI 3.8.....	24
Figura 9 - Destilador de água vidro Fisatom.....	24
Figura 10 - Destilador de água Pilsen.....	25
Figura 11- Bebedouro purificador de acessibilidade.....	27
Figura 12 - Bebedouro purificador de pressão.....	28
Figura 13 - Bebedouro industrial.....	28
Figura 14 - Fluxograma com as etapas da pesquisa.....	30
Figura 15 - Mapa da microrregião de Cajazeiras – PB.....	31
Figura 16 - Área verde do IFPB- <i>Campus</i> Cajazeiras.....	31
Figura 17 - Materiais utilizados para análise de vazão.....	33
Figura 18 - Materiais utilizados para coleta de água.....	33
Figura 19 - Representação dos aparelhos analisados na pesquisa.....	34
Figura 20 - Área de estudo.....	34
Figura 21 - Detalhamento do sistema de ar condicionado.....	36
Figura 22 - Vista superior do sistema.....	36
Figura 23 - Material utilizado para análise de vazão.....	42
Figura 24 - Material utilizado para coleta da água descartada.....	42
Figura 25 - Representação do aparelho analisado do laboratório de química.....	43
Figura 26 - Representação do aparelho analisado no laboratório de geotecnia.....	43
Figura 278 - Material utilizado para análise de vazão.....	48
Figura 28 - Sistema de irrigação por gotejamento.....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de aparelhos e as potências de refrigeração (BTU) .....	33
Tabela 2 - Vazões dos aparelhos de ar condicionado.....	37
Tabela 3 - Análise físico-química dos aparelhos de ar condicionado. ....	38
Tabela 4 - Interpretação da qualidade de água pra irrigação.....	38
Tabela 5 - Análise bacteriológica dos aparelhos de ar condicionado.....	39
Tabela 6 - Análise do período de retorno do valor investido no sistema de ar condicionado..	39
Tabela 7 - Orçamento para o sistema de ar condicionado. ....	41
Tabela 8 - Vazão média da água descartada pelos destiladores.....	45
Tabela 9 - Análise físico-química dos destiladores.....	46
Tabela 10 - Análise bacteriológica dos destiladores. ....	46
Tabela 11 - Análise do período de retorno do valor investido no sistema dos destiladores.....	46
Tabela 12 - Orçamento para o sistema de destiladores. ....	47
Tabela 13 - Vazão média da água descartada pelos bebedouros.....	51
Tabela 14 - Análise físico-química dos bebedouros.....	51
Tabela 15 - Análise bacteriológica dos bebedouros.....	52
Tabela 16 - Análise do período de retorno do valor investido no sistema dos bebedouros. ....	52
Tabela 17 - Orçamento do sistema de bebedouros.....	53

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Processo de lavagem do <i>Campus</i> .....	54
Gráfico 02 - Processo de irrigação.....	55
Gráfico 03 - Atitude dos servidores ao ver o desperdício de água.....	55
Gráfico 04 - Aceitação da aplicação do sistema.....	56
Gráfico 05 - Opinião sobre o reuso da água desperdiçada.....	56

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BTU – Unidade Térmica Britânica

CAGEPA – Companhia de Água e Esgoto da Paraíba

CE – Condutividade Elétrica

CSR – Carbonato de Sódio Residual

BEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais

IFPB – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

MS – Ministério da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

PH – Potencial Hidrogeniônico

PVC – Policloreto de Vinila

SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial

SEINFRA – Secretaria de Infraestrutura

SDT – Sólidos Dissolvidos Totais

UEPB – Universidade Estadual da Paraíba

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 OBJETIVO GERAL.....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
2.1 ÁGUA E SEU REAPROVEITAMENTO.....	17
2.2 HISTÓRIA DO CONDICIONADOR DE AR .....	17
2.3 DEFINIÇÃO DE APARELHO DE AR CONDICIONADO .....	18
2.4 TIPOS DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO .....	18
<b>2.4.1 Aparelho de Ar Condicionado Tipo Janela.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4.2 Aparelho de Ar condicionado Tipo Split <i>Hi-Wall</i> .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4.3 Aparelho de Ar condicionado Tipo <i>Split Cassete</i> .....</b>	<b>20</b>
<b>2.4.4 Aparelho de Ar condicionado Tipo <i>Split</i> Piso-teto .....</b>	<b>20</b>
<b>2.4.5 Ar condicionado Tipo Dutado .....</b>	<b>21</b>
2.5 ÁGUA CONDENSADA DE APARELHOS CONDICIONADORES DE AR E SEU APROVEITAMENTO .....	21
2.6 DESTILADORES DE ÁGUA .....	22
2.7 TIPOS DE APARELHOS DESTILADORES .....	23
<b>2.7.1 Destilador de Água Cristófoli 3.8 .....</b>	<b>23</b>
<b>2.7.2 Destilador de Água Vidro Fisatom.....</b>	<b>24</b>
<b>2.7.3 Destilador de Água Pilsen .....</b>	<b>25</b>
2.8 ÁGUA DESCARTADA POR DESTILADORES .....	25
2.9 BEBEDOUROS DE ÁGUA.....	26
2.10 TIPOS DE APARELHOS DE BEBEDOUROS .....	26
<b>2.10.1 Bebedouro Purificador de Acessibilidade .....</b>	<b>27</b>
<b>2.10.2 Bebedouro Purificador de Pressão.....</b>	<b>27</b>

<b>2.10.3 Bebedouro Industrial .....</b>	<b>28</b>
2.11 REUSO DE ÁGUA DOS BEBEDOUROS .....	29
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>30</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO .....	30
<b>4 APARELHOS DE AR CONDICIONADO .....</b>	<b>33</b>
4.1 QUANTIFICAÇÃO DA VAZÃO DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO .....	33
4.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA .....	34
4.3 CONCEPÇÃO DO PROJETO .....	34
4.4 ORÇAMENTO.....	36
<b>5 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
5.1 QUANTIFICAÇÃO DA VAZÃO.....	37
5.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA .....	38
5.3 ORÇAMENTO.....	39
<b>6 DESTILADORES.....</b>	<b>42</b>
6.1 QUANTIFICAÇÃO DA VAZÃO DOS APARELHOS DESTILADORES .....	42
6.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA .....	43
6.3 CONCEPÇÃO DO PROJETO .....	43
6.4 ORÇAMENTO.....	44
<b>7 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>45</b>
7.1 QUANTIFICAÇÃO DA VAZÃO.....	45
7.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA .....	45
7.3 ORÇAMENTO.....	46
<b>8 BEBEDOUROS .....</b>	<b>48</b>
8.1 QUANTIFICAÇÃO DA VAZÃO DOS BEBEDOUROS.....	48
8.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA .....	49
8.3 CONCEPÇÃO DO PROJETO .....	49

	14
8.4 ORÇAMENTO.....	50
<b>9 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>51</b>
9.1 QUANTIFICAÇÃO DA VAZÃO.....	51
9.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA .....	51
9.3 ORÇAMENTO.....	52
<b>10 ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS.....</b>	<b>54</b>
10.1 FATORES QUE CONTRIBUEM PARA O DESPERDÍCIU DE ÁGUA NO <i>CAMPUS</i> .....	54
10.2 FATORES QUE CONTRIBUEM PARA APLICAÇÃO DO SISTEMA NO <i>CAMPUS</i>	55
<b>11 CONCLUSÃO.....</b>	<b>58</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE A – PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DOS APARELHOS CONDICIONADORES DE AR .....</b>	<b>61</b>
<b>APÊNDICE B – PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DOS DESTILADORES.....</b>	<b>633</b>
<b>APÊNDICE C – PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DOS BEBEDOUROS .....</b>	<b>655</b>
<b>APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS SERVIDORES .....</b>	<b>677</b>
<b>ANEXO 1 – TABELA DE TARIFAS/ÁGUA NA CAGEPA.....</b>	<b>688</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a existência humana que se tem a necessidade do consumo de água, sendo ela imprescindível para nossa sobrevivência, mas infelizmente devido ao mau uso desse bem tão precioso e das interferências climáticas, muitas regiões tem sofrido com a escassez de água doce em todo país, desse modo é de grande importância que se adote medidas que possam de alguma forma reduzir o consumo de água potável para fins não potáveis.

Ainda se encontra muita resistência diante do uso racional desse afluente, a população não compreende que mais de cinquenta por cento do esgoto é água e pode ser facilmente reutilizado desde que seja para fins não potáveis e tenha um tratamento primário. Por isso vemos a necessidade de fazer cada vez mais pesquisas e trabalhos que venham incentivar os cidadãos brasileiros a implementarem sistemas de aproveitamento coerente de água desde a concepção de suas edificações.

De forma a ser explicado que há muitas possibilidades para utilização da água de reuso, pode-se citar irrigação de vegetação não comestível, descarga de banheiro, lavagem de piso, lavagem de carros, dentre outros. É grande a aplicabilidade desse fluído, na maioria dos casos pode ser utilizado apenas um sistema simples de tratamento como um filtro de areia, ou uso de telas para filtrar a parte sólida da água. No caso dos condicionadores de ar e destiladores apenas é necessário ter um local para reserva essa água e depois fazer seu uso para os fins desejados.

Para que se possa estudar medidas que sejam mais econômicas e eficientes é necessário um direcionamento correto em sua aplicação, dessa forma, busca-se recolher previamente o volume de água que o equipamento desperdiça e dessa maneira pode-se propor melhorias que diminuam ou traga soluções que eliminem de vez este problema.

Os equipamentos da instituição como destiladores, bebedouros e condensadores correspondem a uma parte significativa do consumo de água do *Campus* devido ao calor excessivo no sertão e o grande número de alunos que utilizam as salas de aula, de forma que sem a utilização de um ar condicionado fica inviável assistir aulas, tornando ainda mais frequente o uso desses aparelhos.

A água desses equipamentos tem características muito semelhantes a água potável, já que os processos pelo qual é submetida pouco ou nada se altera as características do fluido que é descartado, de maneira tal que os sólidos presentes na água devido aos processos físicos da utilização podem apresentar valores poucos superiores ou sem nenhuma variação dos originais.

Portanto esta pesquisa vem trazendo uma proposta de implementação de um sistema de reaproveitamento de água proveniente de condicionadores de ar, destiladores e bebedouros do *Campus* Cajazeiras do IFPB, visando diminuir o consumo de água potável que é utilizado para lavagem de piso e irrigação dos jardins da instituição, substituindo-a por água de reuso utilizando pontos estratégicos onde já se encontram instalados os equipamentos, para aplicação na área de vegetação mais próxima.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Propor um sistema de reaproveitamento para água residual gerada por bebedouros, condicionadores de ar e destiladores no IFPB campus Cajazeiras, estabelecer seu potencial de uso em atividades de fins não potáveis, diminuindo assim o desperdício gerado nestes equipamentos.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a qualidade físico-química da água descartada de todas as unidades através de análises de PH, cor, turbidez, condutividade elétrica, alcalinidade total, dureza, sólidos dissolvidos totais, cloro, cálcio, magnésio, sódio e potássio;
- Mensurar a vazão em função do tempo da água condensada dos condicionadores de ar, destiladores e bebedouros usando planilha eletrônica;
- Fazer orçamento de implementação de sistema de aproveitamento;
- Determinar quantitativo necessário de água potável para limpeza da instituição e irrigação;
- Realizar análises da instalação de cada aparelho: condicionador de ar, bebedouro e destilador visando aplicar o sistema no local de forma a manter a estética do *Campus*;
- Elaborar proposta de sistema sustentável que seja viável aplicar na instituição.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ÁGUA E SEU REAPROVEITAMENTO

Infelizmente noventa e nove por cento da água do nosso planeta não pode ser consumido, devido noventa e sete por cento corresponder a água salgada e dois por cento estarem nas geleiras tendo apenas um por cento de água doce. No Brasil tem cerca de oito por cento de água doce o que é uma quantidade bastante considerável, sendo essa de acordo com a Lei Federal 9.433 (BRASIL, 1997) um bem público gratuito de direito de todos os seres vivos no planeta sendo usada de forma que garanta que as futuras gerações ter acesso a esse bem.

Sobretudo o Brasil tem passado nos últimos anos pela maior crise hídrica já registrada no nosso país, por esse motivo viu-se o reaproveitamento de água como uma promissora solução já que pode ser utilizada para diversos fins como lavagem de veículos, irrigação de grama, etc., mesmo sem ser sujeita a um tratamento primário.

Conforme a UNESCO (2017) os desafios do abastecimento de água, especialmente no contexto da escassez hídrica, a gestão das águas residuais tem recebida pouca atenção social e política. Contudo, negligenciar o potencial desse recurso pode causar impactos negativos sobre a sustentabilidade do abastecimento de água, sobre a saúde humana, a economia e o meio ambiente.

Os sistemas de reuso bem planejados, especialmente em regiões áridas e semiáridas, oferecem grandes benefícios para o meio ambiente e saúde pública dentre os quais se podem destacar a redução da descarga de poluentes em corpos receptores, bem como dos custos associados à poluição, contribuindo para conservação dos recursos hídricos (ROCHA, 2015).

### 2.2 HISTÓRIA DO CONDICIONADOR DE AR

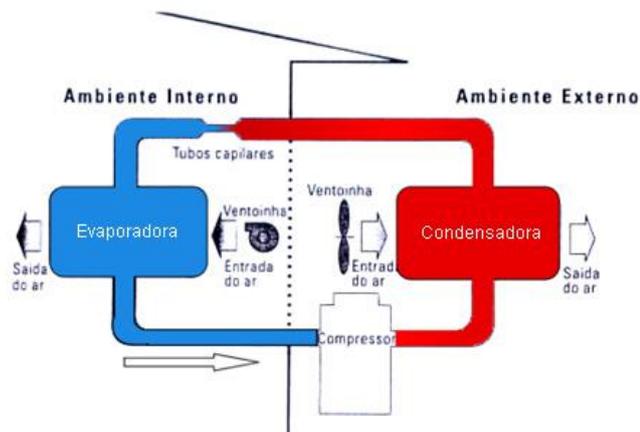
Segundo Antonovicz e Weber (2013) o primeiro aparelho de ar condicionado foi criado por Willys Carrier devido a uma problemática que ocorreu em uma empresa de impressões em Nova York que tinha a função de fazer xerox, impressões entre outros, sobretudo o grande calor do verão faziam com que os papéis absorvessem a umidade do ar borrando toda a tinta. Para resolver os transtornos com o calor, desenvolveu o primeiro equipamento de ar condicionado que era responsável por resfriar o ar da fábrica, funcionando através da sua circulação por dutos resfriados artificialmente.

Depois da criação do primeiro aparelho de ar condicionado e das descobertas de suas funcionalidades ele começou a ser utilizado para refrigeração e conforto das seguintes categorias: doméstica, comercial, industrial, para transporte e para arrefecimento do ambiente (RODRIGUES, 2010).

### 2.3 DEFINIÇÃO DE APARELHO DE AR CONDICIONADO

Esses equipamentos são definidos por Antonovicz e Weber (2013) como uma geladeira sem seu gabinete. Ele usa a evaporação de um fluido refrigerante para fornecer refrigeração. Os mecanismos do ciclo de refrigeração são os mesmos da geladeira e do aparelho de ar condicionado. O termo Freon é genericamente usado para qualquer dos vários fluorcarbonos não inflamáveis utilizados como refrigerantes e combustíveis nos aerossóis, podendo ser observado na Figura 1 a forma como o gás frio é comprimido pelo compressor tornando-se gás quente com uma alta pressão ilustrado na parte vermelha da Figura 1, já a parte azul representa a parte de resfriamento do gás através do processo de evaporização.

**Figura 1 - Princípio de funcionamento do aparelho de ar condicionado.**



**Fonte: Antonovicz e Weber, 2013.**

### 2.4 TIPOS DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO

Existem vários tipos de aparelho de ar-condicionado onde cada um tem as suas devidas funcionalidades e potência.

### 2.4.1 Aparelho de Ar Condicionado Tipo Janela

Este tipo de aparelho é mais utilizado para população de baixa renda por ser uma opção de valor mais econômico no mercado devido ter uma potência de até 3.000 BTUs, emite um certo ruído durante seu funcionamento, seu condensador, evaporador e gabinete ficam compactados em um só local gerando assim a necessidade de um local adequado e preparado na parede para sua instalação sendo mais utilizados em edificações sem fachadas (Figura 2).

**Figura 2 - Ar condicionado tipo janela.**



Fonte: Soares, 2014.

### 2.4.2 Aparelho de Ar condicionado Tipo Split *Hi-Wall*

O tipo *Hi-Wall* de Split é o mais comum de se encontrar nas residências devido seu design elegante e painel espelhado, além de ser bonito ele dispõe de uma capacidade de até 30.000 BTUs, selo processual de economia, filtragem de ar, controle remoto e um ciclo reverso de quente e frio sendo ideal pra locais que fazem trocas bruscas de temperatura. Sua instalação é feita através de furos na parede por onde passa sua tubulação e bases para sustentação da parte externa (Figura 3).

**Figura 3 - Split Hi-Wall.**



Fonte: Soares, 2014.

### 2.4.3 Aparelho de Ar condicionado Tipo *Split Cassete*

O *Split cassette* tem uma grande capacidade que varia entre 18.000 e 48.000 BTUs desse modo é mais utilizado para ambientes de grandes áreas tipo sala de aulas, armazéns, sendo instalado embutido no forro deixando o ambiente mais elegante (Figura 4).

**Figura 4 - Split cassette.**



Fonte: Soares, 2014.

### 2.4.4 Aparelho de Ar condicionado Tipo *Split Piso-teto*

O *Split piso-teto* também é conhecido como Ar Condicionado *Split* por ser composto de duas unidades, uma responsável por evaporizar e outra responsável por condensar que ficam acopladas entre si por uma tubulação de cobre por onde passa o gás responsável pela refrigeração, sua capacidade é de até 80.000 BTUs, podendo ter sua instalação em qualquer local da residência sem interferir na sua eficiência (Figura 5).

**Figura 5 - Split piso-teto.**



Fonte: Soares, 2014.

#### 2.4.5 Ar condicionado Tipo Dutado

Este modelo arrojado pode ser usado em vários cômodos ao mesmo tempo, sendo utilizado de forma versátil mesmo com esse porte, tem pouco ruído trabalhando de forma uniforme e em grandes cômodos sem comprometer a estética já que suas fachadas não ficam expostas devido a necessidade de resfriar vários locais ao mesmo tempo sua potência varia entre 18.000 BTUs e 60.000 BTUs, distribuído com vários modelos disponíveis no mercado (Figura 6).

**Figura 6 - Ar condicionado dutado.**



Fonte: Soares, 2014.

### 2.5 ÁGUA CONDENSADA DE APARELHOS CONDICIONADORES DE AR E SEU APROVEITAMENTO

Antes de falarmos sobre água condensada precisamos entender um pouco sobre o sistema de condicionamento de ar que pode varia entre refrigeração e aquecimento do ar, que

ocorre de forma a trocar a 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, sendo composto por quatro componentes básicos compressor, condensador, evaporador e motor ventilador (FORTES; JARDIM; FERNANDES, 2015).

Desse modo Fortes, Jardim e Fernandes. (2015) retrata que o equipamento retira a umidade do ambiente do ar realizando procedimento de condensação, que é a passagem do estado de vapor ao estado líquido, gerando assim a água condensada que pode ser depositada em qualquer recipiente ou local mais geralmente em sarjetas ou área externa das residências causando o acúmulo de fluido e podendo ocasionar a proliferação de resíduos indesejados trazendo incômodo para população e danos a estrutura da edificação de modo que, nas cidade de Porto Alegre e Rio de Janeiro, foram estabelecidas leis municipais que proíbem o sistema de gotejamento nas via públicas sendo passível de multas.

Assim, se ver muito necessário a tomada de medidas para reaproveitar essa água já que de acordo com SENAC (2018) um aparelho de ar condicionado com 12.000 BTUs pode gerar cerca de 10 litros de água/dia onde esse volume varia de acordo com a potência e tempo de uso do aparelho, podendo ser utilizada para diversos fins, e Dantas (2015) também afirma que um aparelho de 30.000 BTUs e outro de 30.000 BTUs juntos produzem cerca de 70.000 litros de água por dia dando um montante de 2.100.000 litros de água por mês que são utilizados de forma sustentável na sua academia de ginástica.

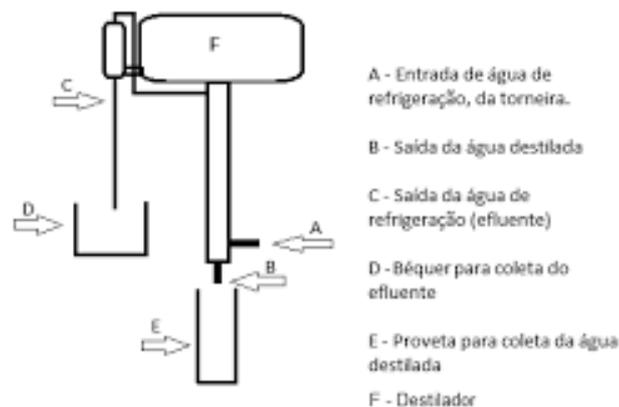
## 2.6 DESTILADORES DE ÁGUA

De acordo com SPLABOR (2015) os equipamentos destiladores são responsáveis pelo processo de purificação que se inicia com o aquecimento da água em um compartimento até que ela evapore direcionando o vapor condensado para outro compartimento, enquanto os íons e outros componentes orgânicos contidos na água que não evaporam mais sim permanecendo no primeiro estágio. Esse processo não remove apenas os íons, mas também outros contaminantes presentes na água, como bactérias, endotoxinas, matéria orgânica entre outros. Sendo este equipamento muito utilizado em laboratórios.

Segundo Silva (2014), destiladores são equipamentos responsáveis por purificar a água, sendo seu funcionamento através da retirada de água da torneira passando pelo tubo condensador onde é aquecida até ocorrer o ponto de ebulição a 100°C, a água sobe até a saída

da coluna de condensação seguindo para o cilindro até ganhar calor sendo resfriada em seguida até ocorrer o processo de evaporação que desceu do tanque de nível, que está associado a uma resistência elétrica, com o sistema semelhante a um chuveiro. O vapor de água produzido no tanque se resfria e se condensa, transformando-se em água líquida, saindo pelo bico coletor de água destilada, para tanto, o bico coletor de água deve estar conectado a um coletor de água de material inerte que não dificulte o escoamento, como pode ser visto na Figura 7.

**Figura 7 - Sistema de destilação.**



**Fonte: Medeiros, 2017.**

## 2.7 TIPOS DE APARELHOS DESTILADORES

Existem três tipos de destiladores onde suas diferenças se encontram mais na sua capacidade de produção e sua potência, entre outros.

### 2.7.1 Destilador de Água Cristófoli 3.8

Este tipo de destilador é mais utilizado em pequena escala já que seu uso é indicado para consumo humano e sua produção de água destilada equivale a 3,8 litros para cada 4 litros de água potável sendo essa sua capacidade máxima, onde leva um tempo mínimo de 6 horas para destilar esse montante. Seu filtro é de carbono, tendo uma potência total de 500 W para o modelo de 127 V e 600 W para 220 V. Como pode ser observado na Figura 8.

**Figura 8 - Destilador de água CRISTÓFOLI 3.8**



Fonte: SPLABOR, 2016.

### 2.7.2 Destilador de Água Vidro Fisatom

Este modelo de destilador (Figura 9), possui um design mais arrojado de alta pureza na sua destilação e podendo ser instalado em bancadas, seu corpo é feito de alumínio com pintura em epóxi eletrostático muito resistente a ferrugem. Esse aparelho é composto por caldeira, condensador de vidro, registro de entrada onde precisa manter a pressão mínima de 3 metros de coluna d'água, dreno com válvula de saída de água, tendo um sistema de proteção contra aquecimento ou falta de água e produz 4 litros/h de água destilada com uma potência de 3500W, sendo necessário 54 litros/h para refrigeração da máquina para produzir esse montante.

**Figura 9 - Destilador de água vidro Fisatom.**



Fonte: SPLABOR, 2016.

### 2.7.3 Destilador de Água Pilsen

No caso dos destiladores tipo Pilsen, há no mercado três tipos referentes a ele onde seu material é de aço inox polido, tem um nível de água constante durante o processo de destilação, sendo um pouco maior que os demais por isso seu suporte seria na parede, é composto por caldeira com tampa, funil de coleta de destilação, segurança no caso de falta de água e desligamento automático, onde a diferença entre cada um são as capacidades de 5 litros/h, 10 litros/h e 30 litros/h, e as respectivas potências necessárias para produção desse material são 4.000 W, 7.000 W e 21.000 W, o volume necessário para refrigeração de 50 litros/h, 100 litros/h e 300 litros/h, que é a maior produção de potência e conseqüentemente o maior volume de água descartado (Figura 10).

**Figura 10 - Destilador de água Pilsen.**



**Fonte: SPLABOR, 2014.**

### 2.8 ÁGUA DESCARTADA POR DESTILADORES

Conforme Medeiros, Storck e Volpato (2017) o volume de água descartada pelos destiladores em aproximadamente 1 hora, gera um montante de 127,4 a 192,3 litros de água para reuso, para a produção de 5 litros de água destilada. Já em função da temperatura estudou-se a água de saída que em média foi de 38°C, sabendo que o volume de água descartada varia de acordo com a temperatura da água para refrigeração do sistema e do tempo de uso do aparelho sendo que está em boas condições ou não, tudo isso tem grande influência no maior tempo para iniciar a destilação e, conseqüentemente, maior volume gasto de água.

Appelt et al. (2016) explica que destiladores utilizados por 12 horas diários tem um gasto estimado de 450 litros de água potável descartada diariamente desse modo chegando há um gasto mensal de 10.000 litros de água que poderia ser reaproveitada em lavagem de

vidrarias, equipamentos, operações de limpeza em geral, usos sanitários sem falar na possibilidade de ser reaproveitada no próprio aparelho, assim como para usos não potáveis, como lavagens das vidrarias nos próprios laboratórios, lavar calçadas, paredes, ou regar áreas verdes, sem necessidade de um tratamento específico, pois suas análises mostraram valores próximos aos da água da torneira, proveniente da rede de abastecimento.

Desse modo pode-se compreender que o volume de água descartada pelo processo de destilação de água é gigantesco e que existe a urgência de se tomar medidas que ajudem a diminuir esse desperdício, já que todos os padrões estudados até agora estão de acordo com os parâmetros físico-químicos estabelecidos pela NBR 13969 (ABNT, 1997) e a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004).

## 2.9 BEBEDOUROS DE ÁGUA

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU) a humanidade precisa de 110 litros de água diários para suprir suas necessidades tanto para consumo como para higiene, já no Brasil o consumo chega a 200 litros/dia para cada pessoa. Por isso a grande necessidade do uso de bebedouros industriais dentro das grandes instituições, já que esse equipamento é usado para ingestão de água pelo grande número de pessoas de forma que é necessário utilizar copos ou não (BRASILEIRO et al., 2011).

Estudos mostram que toda a água que sai do bocal do bebedouro não é ingerida pelo seu respectivo usuário sendo esse um problema ergonômico do aparelho que gera um grande desperdício devido ao aparelho impedir que a pessoa possa beber água de forma contínua sem derramar, mas para evitar desperdício seria necessário que o usuário sugasse para dentro da boca, provoca muito esforço e faz com que o usuário perca o fôlego por isso é preciso realizar várias pequenas paradas para poder recuperar o fôlego e voltar a ‘puxar’ água para dentro de sua boca. Então uma sugestão interessante seria a parada automática do jato quando o usuário se afastasse ou uma menor vazão, mas como no *Campus* não temos essa tecnologia ainda sugerimos a reutilização da água que é descartada pelo aparelho (BRASILEIRO et al., 2011).

## 2.10 TIPOS DE APARELHOS DE BEBEDOUROS

Há vários tipos de bebedouros, mas escolhemos abordar os tipos mais comuns encontrados no IFPB-*Campus* Cajazeiras.

### 2.10.1 Bebedouro Purificador de Acessibilidade

Este tipo de aparelho é muito interessante devido o seu fácil acesso a pessoas cadeirantes e com deficiência visual, já que ele pode ser instalado na parede a uma altura que fique acessível, tendo um destaque também em suas teclas que tem a descrição das funções em braile, (Figura 11). Tem um design arrojado com eco compressor que não agride o meio ambiente, todo feito de aço inox, com um dreno que facilita a limpeza do aparelho, depósito de água e um ralo sifonado para decida de água.

**Figura 11- Bebedouro purificador de acessibilidade.**



**Fonte: Brasileiro et al, 2011.**

### 2.10.2 Bebedouro Purificador de Pressão

Os bebedouros purificadores de pressão são indicados para ambientes internos e externos tendo uma capacidade de 2 litros/h e duas torneiras de pressão que são responsáveis pela saída do fluido por isso pode atender locais com grande circulação de pessoas. Possui regulagem de temperatura automática, um filtro interno que retém partículas de areia, barro e ferrugem e um externo de carvão ativado (Figura 12).

**Figura 12 - Bebedouro purificador de pressão.**



Fonte: Brasileiro et al, 2011.

### **2.10.3 Bebedouro Industrial**

O bebedouro industrial é todo feito em aço inox, seu reservatório tem capacidade para 200 litros e atende um montante de 400 pessoas/h devido a suas 4 torneiras e seus filtros embutidos como mostra a Figura 13, de fácil manutenção que acompanha mangueiras e conectores. Possui uma instalação simples já que pode ficar fixo no chão e ser instalado o sistema de decida de água direto para rede de esgoto, este tipo de aparelho é o mais utilizado no *Campus* devido a sua grande capacidade em atender o número de alunos e profissionais que atuam na instituição.

**Figura 13 - Bebedouro industrial.**



Fonte: Brasileiro et al, 2011.

## 2.11 REUSO DE ÁGUA DOS BEBEDOUROS

Pode-se observar em Brasileiro et al. (2011) que aproximadamente 35% de toda água utilizada é perdida ao ser utilizada diretamente para o consumo, é um dado bastante alarmante e mostra o quanto esse sistema é ineficiente.

Véras et al. (2014) observou que durante uma semana de aula no *Campus* da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), a quantidade de água utilizada em bebedouros gerava um desperdício médio de 441.350 litros de água só para o bloco agrícola. Desse modo podemos ver a grande importância dessa pesquisa diante da crise hídrica que estamos enfrentando no nosso país e no mundo por isso esse trabalho traz a proposta de implantação de um sistema de reaproveitamento de água, tendo em vista a quantidade de água que é desperdiçada.

Para isso foi feito todo um estudo e planejamento de modo que esse sistema possa funcionar de maneira eficiente trazendo só benefícios para a instituição já que a mesma engloba todos os outros sistemas que como foi mencionado anteriormente, tem um número absurdo de desperdício de água, que pode ser aproveitada para limpeza em geral, irrigação de plantas ou até mesmo para reaproveitamento doméstico, uma vez que a água que é desperdiçada é potável.

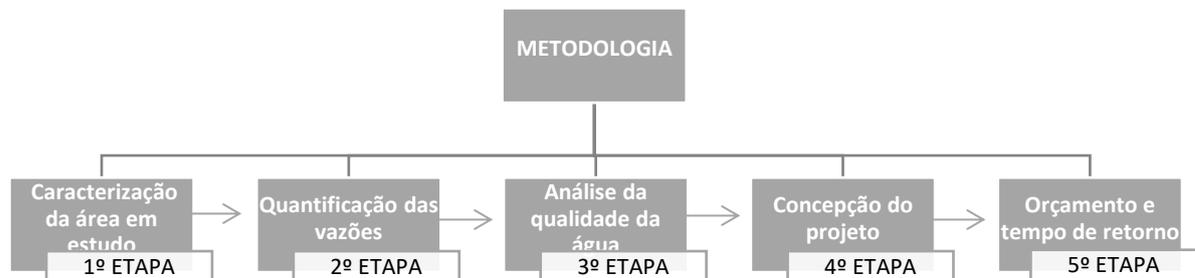
Segundo Ferreira et al. (2016), aliado a outros tipos de reaproveitamento, a água desperdiçada dos bebedouros pode ser uma alternativa para a crise hídrica enfrentada atualmente, como também, é capaz de gerar uma significativa economia financeira. Outro aspecto importante são os valores dos parâmetros obtidos na análise da água que foram observados e tratados estatisticamente, sendo possível perceber que a água descartada pelos bebedouros atende aos padrões de reuso e também alguns de potabilidade, aumentando ainda mais as possibilidades de seu reaproveitamento, que implicará diretamente na diminuição da pressão sob corpos hídricos que, nos últimos anos, vêm sofrendo com o crescimento rápido das demandas por água e das mudanças climáticas.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia foi dividida em cinco etapas a fim de alcançar o objetivo proposto pelo trabalho (Figura 14). Inicialmente, foi realizada a caracterização da área em estudo de forma visual e concisa para . Em seguida, a próxima etapa teve o objetivo de quantificar a vazão dos aparelhos estudados nesse trabalho, onde essa fase da pesquisa contou com o auxílio das análises de vazões (l/h) para cada tipo de potência de refrigeração (BTU) dos equipamentos identificados no IFPB-*Campus* Cajazeiras.

Posteriormente, as etapas se constituíram na análise da qualidade da água, concepção do projeto e levantamento dos custos da implantação.

**Figura 14 - Fluxograma com as etapas da pesquisa.**

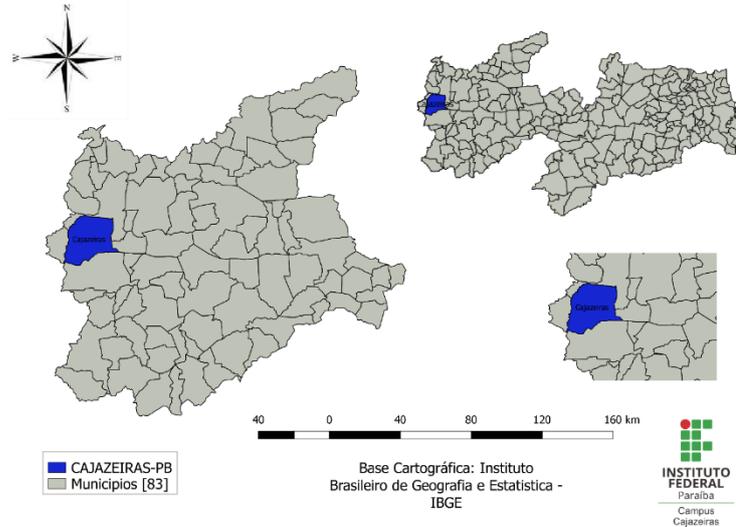


**Fonte: Própria, 2019.**

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

A pesquisa foi desenvolvida no *Campus* do IFPB, localizado na cidade de Cajazeiras-PB (Figura 15). O trabalho concentrou-se na análise da viabilidade do aproveitamento da água dos aparelhos de ar condicionado, destiladores e bebedouros para fins não potáveis aplicados à lavagem de ambiente e irrigação da vegetação do prédio. A edificação é caracterizada pelo funcionamento de administração, coordenações, secretarias e salas dos cursos da área tecnológica que são realizados no Instituto, incluindo salas de professores, auditório, refeitório, depósitos e almoxarifado.

**Figura 15 - Mapa da microrregião de Cajazeiras – PB.**



**Fonte: Própria, 2019.**

A vegetação presente ao redor da edificação é em sua maioria constituída por uma planta chamada *ixora coccínea* que é muito adaptada a climas quentes e desabrocha uma flor vermelha, também conta com um sistema de irrigação composto por uma bomba de vazão de  $\frac{3}{4}$  uma mangueira e três jardineiros responsáveis por ligá-la em horários e locais diferentes. As áreas de irrigação foram subdivididas em áreas de *ixora coccínea*, grama e de vegetação arbórea (grandes árvores que necessitam de elevada demanda por água) (Figura 16). Tanto as áreas de *ixora coccínea* como as áreas de vegetação arbórea foram consideradas em sua totalidade, ao passo que se há uma grande importância a sua constância de irrigação aumentando assim o gasto de água potável do *Campus*.

**Figura 16 - Área verde do IFPB-Campus Cajazeiras.**



**Fonte: Google Earth, 2019.**

Desse modo, optou-se por obter taxa de irrigação da vegetação presente ao redor da edificação a fim de adequar o projeto à realidade local. A taxa de irrigação local ( $l/m^2$ ) foi obtida através dos dados da vazão da bomba, hora de irrigação por área, e o tempo de irrigação diário.

Após pesquisa, os funcionários da limpeza da edificação indicaram que o tempo de irrigação é em torno de 6 horas e 30 minutos com frequência de irrigação diária (5 dias/semana). Após esse intervalo, a mangueira é deslocada para outra área, esse processo segue até cobrir toda a área de vegetação. Nesse trabalho, adotou-se um valor médio de 7 horas de irrigação.

Foi feito uma análise durante uma semana corrida do sistema de irrigação onde foi observado o tempo de aproximadamente 7 horas do processo para cada ponto específico e o horário que cada irrigador ficava em sua área, até cobrir toda área verde do instituto, logo após buscou a vazão da bomba que foi de aproximadamente 2.000 l/h, para cálculo do volume de água gasto com a irrigação da área em estudo por conseguinte, encontrar o valor da taxa de irrigação local, que foi 6,46 l/m<sup>2</sup>, sendo também utilizada em projeto.

Na área de lavagem do *Campus* onde foi feito um estudo durante uma semana observando e conversando com a equipe de limpeza, pode-se entender o processo de limpeza da edificação que é feito através do uso de baldes de 20 litros e da divisão de duas etapas, lavagem das salas, laboratórios, escritórios, banheiros e refeitório duas vezes por semana e as demais composições um vez por semana, podendo-se desse modo calcular o gasto de água em litros/mês.

O processo foi calculado de modo a considerar 40 litros de água para lavagem de cada sala logo que é utilizado dois baldes de água/sala, e é lavada duas vezes na semana sendo considerado um total de 80 litros para uma área de 12 m<sup>2</sup>, da mesma forma o restante da instituição que utiliza 30 baldes com 20 litros/balde dando um montante de 600 litros, o que totaliza em 680 litros/semana na lavagem total da instituição. Chegando ao montante de 2.720litros/mês.

## 4 APARELHOS DE AR CONDICIONADO

Foi feito um levantamento da quantidade de aparelhos de ar condicionado no IFPB, onde consta no prédio, nove blocos compostos por várias salas para atender a demanda dos cursos ofertados pela instituição e seus funcionários, portanto para manter o conforto térmico desse indivíduos pode-se contar um total de 103 aparelhos em diversas potências de refrigeração e suas respectivas quantidades encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1 - Quantidade de aparelhos e as potências de refrigeração (BTU)**

BTU	9.000	12.000	18.000	24.000	27.000	30.000	48.000	60.000
<b>Quantidade</b>	4	18	8	35	1	27	8	2

Fonte: Própria, 2019.

### 4.1 QUANTIFICAÇÃO DA VAZÃO DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO

Logo após o levantamento das cargas foi realizado um estudo para identificação das vazões (l/h) para cada tipo de potência de refrigeração (BTU) dos condicionadores de ar presentes no *Campus*, onde foi possível obter um valor médio das vazões. Para isso, foram realizadas novas medições de vazões no local de estudo de caráter comparativo com os valores propostos pela literatura. Os materiais utilizados para a obtenção das vazões já estudadas foram beakers, fichas de anotação e cronômetro (Figuras 17 e 18).

**Figura 17 - Materiais utilizados para análise de vazão.**



Fonte: Própria, 2019.

**Figura 18 - Materiais utilizados para coleta de água.**



Fonte: Própria, 2019.

Após as medições, os resultados médios das vazões por potência de refrigeração foram obtidos através da média entre os valores encontrados no local. De posse dos dados das vazões médias horárias, foi obtida a produção diária dos aparelhos. Nessa etapa, foi considerado o

tempo de 15 horas de funcionamento diário dos aparelhos, onde representa o perfil de carga horária das aulas misturadas no local, conseqüentemente o tempo que o aparelho fica em funcionamento, podendo ser observado nas (Figuras 19 e 20).

**Figura 19 - Representação dos aparelhos analisados na pesquisa.**



**Fonte: Própria, 2019.**

**Figura 20 - Área de estudo.**



**Fonte: Própria, 2019.**

#### 4.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA

As análises das características físico-químicas e bacteriológicas são de fundamental importância a fim de indicar se a água conterá substâncias tóxicas ou microrganismos patogênicos inviáveis para seu uso e informar a necessidade de tratamento posterior à captação. Nesse trabalho, foram avaliados os seguintes parâmetros: pH, condutividade, coliformes termotolerantes e concentração de alumínio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio e zinco, recolhidas amostras para análise no período da manhã em recipientes com tampa fornecidos pelo laboratório de química do *Campus Cajazeiras*.

As amostras foram colhidas pelo horário da manhã onde seria o horário menos quente para evitar a proliferação de bactérias na amostra, logo após foi levadas para o laboratório de solos e água do *Campus Sousa* onde foram realizados os ensaios necessários para coleta dos dados, assim como um comparativo entre o padrão de potabilidade de acordo com a Resolução CONAMA nº 20 de junho de 1986 e a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

#### 4.3 CONCEPÇÃO DO PROJETO

O projeto do sistema de reuso de águas proveniente de aparelhos ar condicionado foi elaborado com base nas recomendações da norma brasileira NBR 5626 (ABNT, 1998) de instalação predial de água fria (Figura 21 e 22). De maneira geral, a eficiência do reaproveitamento está diretamente ligada ao dimensionamento do sistema de coleta e

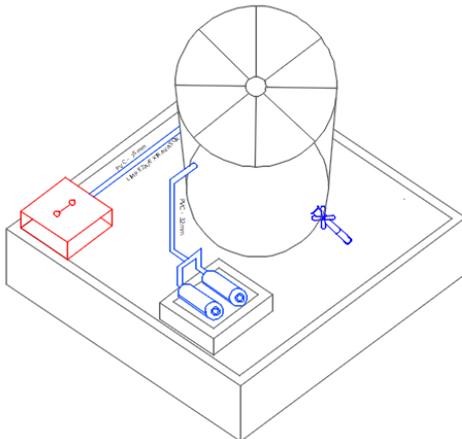
armazenamento. O sistema consiste na captação de água a partir dos drenos por tubulações e conexões de PVC, seguida da destinação para alimentação dos reservatórios e posterior utilização. A proposta inicial é a utilização dos reservatórios de polietileno devido à facilidade de instalação, simplicidade de manutenção, boa durabilidade e preços acessíveis. O volume do reservatório foi obtido em função da etapa referente ao levantamento das vazões (l/h) dos aparelhos.

A edificação em estudo possui 8 divisórias, cuja produção de água condensada foi quantificada a partir da locação dos condensadores dos aparelhos e suas respectivas potências de refrigeração (BTU) nas divisórias referentes a cada sala do prédio. Durante o funcionamento, as caixas de inspeção recebem a água coletada pelos drenos, direcionando-a para o reservatório de polietileno, locados próximos às áreas de maior demanda de água tanto pra irrigação como para lavagem do bloco.

Um reservatório de 1500 litros foi posicionado estrategicamente atrás do bloco 02 e 03 de forma que não fique aparente e nem em área de muita circulação, onde poderá suprir a demanda da vegetação do respectivo espaço. Já para as demais áreas verdes, seria interessante o uso de conjunto de reservatórios com maiores volumes como 2.000 litros e 2500 litros cada, sendo adaptado para mais de um bloco em questão e sua respectiva quantidade de volume de água produzida nessa área. Optou-se por reservatórios elevados posicionado de maneira que garanta condições favoráveis de escoamento por gravidade, barateando assim o sistema.

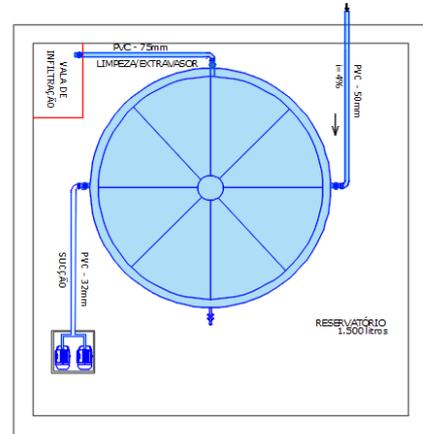
A tubulação de extravasamento, localizada numa cota acima da alimentação dos reservatórios, foi utilizada como dispositivo de segurança para direcionar a água à vala de infiltração em casos de transbordamento. Para suprir o sistema de irrigação, foram instalados conjuntos motor bomba, cada qual com 2 (duas) bombas, uma ativa e uma reserva. O projeto completo encontra-se anexado ao final desse trabalho, nele estão especificados os detalhes das tubulações e o percurso da água desde a coleta até a saída da água. (Apêndice A).

**Figura 21 - Detalhamento do sistema de ar condicionado.**



Fonte: Própria, 2019.

**Figura 22 - Vista superior do sistema.**



Fonte: Própria, 2019.

#### 4.4 ORÇAMENTO

Os custos da implantação do sistema foram avaliados de acordo o projeto traçado, juntamente com a mão de obra e os insumos necessários à instalação. O orçamento foi obtido com base nos insumos e composições disponíveis na tabela do SEINFRA (2019), e junto aos fornecedores das tubulações e conexões. Com os custos contabilizados foi possível obter o tempo de retorno do investimento e avaliar a viabilidade econômica e construtiva do sistema de reuso da água dos aparelhos de ar condicionado.

Os itens de maior relevância do orçamento correspondem aos reservatórios, conjuntos hidráulicos motor bomba, alvenaria de fundo do reservatório, base em concreto e armações dos reservatórios. A mão de obra se constituiu num peso significativo no valor final da construção.

O levantamento do custo total da obra foi fundamental para determinar o *pay back*, que está associado ao retorno do custo em relação ao benefício em meses, significando o tempo de retorno do investimento inicial até o momento em que os rendimentos acumulados se igualam ao valor do investimento sendo considerado a tarifa de 12,89 para 10 m<sup>3</sup>/mês da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA) que é a empresa responsável por cobrança do valor de água gasto no instituto conforme pode ser visto no Anexo 01.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta etapa está feita a contabilização dos resultados analisados para os aparelhos de ar condicionado relacionados na metodologia.

### 5.1 QUANTIFICAÇÃO DA VAZÃO

Os valores das vazões médias ( $Q_{\text{média}}$ ) obtidas encontram-se na (Tabela 2). De posse dos dados, foi possível calcular os valores de vazões diárias por cada bloco produtor, considerando a média de utilização de 15 horas por dia de funcionamento ininterrupto dos aparelhos no local. As vazões obtidas dos aparelhos de 9.000 a 60.000 BTU foram aproximadamente 2 l/h.

Com as medições, foi possível identificar que não existe uma linearidade entre a vazão e o aumento da potência de refrigeração, tais variações estão associadas à dinâmica do ambiente climatizado, no qual estão envolvidos diferentes fatores, dos quais se destacam a umidade relativa do local na hora da coleta, número de pessoas, forma de utilização da sala e o isolamento do ambiente.

A oferta diária de água obtida foi de 2.755,13 l/dia, valor bastante significativo em termos de aproveitamento de água podendo atender toda a necessidade em relação à demanda por lavagem do *Campus* encontrada no local de 680 l/dia. O sistema de reuso, caso implementado, será capaz de oferecer um atendimento de 100% para fins de lavagem do *Campus* e 25 % da irrigação da vegetação do entorno da edificação que uso uma demanda de 13.000 l/dia.

**Tabela 2 - Vazões dos aparelhos de ar condicionado.**

<b>Potência (BTU)</b>	<b>Quantidade de aparelhos</b>	<b><math>Q_{\text{média}}</math> (l/h)</b>	<b>Produção total horária (l/h)</b>	<b>Produção total diária (l/dia)</b>	<b>Produção total mensal (l/mês)</b>
9.000	4	1,5333	6,13	92,00	2.760,00
12.000	18	1,6833	30,30	454,50	1.363,50
18.000	8	1,9100	15,28	229,20	6.876,00
24.000	35	1,5447	54,06	810,95	24.328,50
27.000	1	1,0600	1,06	15,90	477,00
30.000	27	2,4560	66,31	994,68	29.840,40
48.000	8	0,5867	4,69	70,40	2.112,00
60.000	2	2,9167	5,83	87,50	2.625,00
<b>Total:</b>	103	-	183,68	2.755,13	82.653,9

Fonte: Própria, 2019.

## 5.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA

A Tabela 3 apresenta os resultados da análise físico-química em comparação com os limites estabelecidos pela Portaria 2914 (BRASIL, 2011). Os dados mostram que todos os parâmetros analisados respeitaram os limites estabelecidos pela legislação e comprovam a água como fonte viável e segura para o reuso.

**Tabela 3 - Análise físico-química dos aparelhos de ar condicionado.**

Parâmetros	Unidade	Resultado médio das análises	Valor máximo permitido pela Portaria MS n° 2914/2011
pH	-	7,5	6,0 – 9,5
CE	(dS/m)	0,033	-
K <sup>+</sup>	(mg/l)	0,09	0,20
Na <sup>+</sup>	(mg/l)	0,002	0,005
Ca <sup>+2</sup>	(mmolc/l)	0,005	0,010
Mg	(mmolc/l)	0,05	0,05
SO	(mmolc/l)	0,03	250,00
CO	(mmolc/l)	0,0	0,2
HCO	(mmolc/)	0,74	5,00
Cl	(mmolc/l)	0,2	250,0
SDT	(mg/l)	21,12	1.000,00

Fonte: Própria, 2019.

O pH é um indicativo importante na avaliação da conformidade da água para irrigação. De acordo com a Tabela 4 o intervalo usual de pH da água deve estar entre 6 e 8,5 e a condutividade elétrica entre 0 - 3 dS/m para usos de irrigação. Os resultados obtidos para o pH e condutividade foram 7,5 e 0,0033 dS/m, respectivamente, valores coerentes com o proposto pelo laboratório de solos e água do *Campus Sousa*, (Tabela 04).

**Tabela 4 - Interpretação da qualidade de água pra irrigação.**

Parâmetros	Grau de Problema			
	Un	Nenhum	Crescente	Severo
pH	-	6,0 - 7,5	7,6 - 8,5	> 8,5
CE	(dS/m)	< 0,75	0,75 - 3,00	> 3,00
Cl-	(mmolc/l)	< 40,0	40,0 - 100,0	> 100,0
HCO <sup>-3</sup>	(mmolc/l)	< 15,0	15,0 - 85,0	> 85,0
Na <sup>+</sup>	(RAS)	< 3,0	3,0 - 9,0	> 9,0
CSR	(mmolc/l)	< 1,25	1,26 - 2,50	> 2,50

Fonte: IFPB-Sousa, 2019.

Quanto à condutividade, não há restrições presente na legislação. Já que valores de condutividade altos sugerem a presença de íons, que por sua vez podem ser misturados com a água durante o processo de condensação, ao passo que para valores baixos, a água é considerada

ultrapura e instável, absorvendo contaminantes do meio para se estabilizar. Entretanto, os resultados da análise de metais/cátions indicam que as concentrações estão muito abaixo dos limites exigidos pela legislação.

Os resultados da análise bacteriológica indicaram ausência de colônias típicas de coliformes fecais em todas as amostras (Tabela 5).

**Tabela 5 - Análise bacteriológica dos aparelhos de ar condicionado.**

<b>Amostra</b>	<b>Resultado da análise</b>	<b>Valor máximo permitido pela Portaria MS nº 2914</b>
1	Ausente	Ausente
2	Ausente	Ausente
3	Ausente	Ausente

**Fonte: Própria, 2019.**

### 5.3 ORÇAMENTO

A viabilidade do sistema está associada ao tempo de retorno. A Tabela 6 apresenta o *payback* do sistema de aproveitamento de água. Com base nos dados que variam em mais ou menos dez por cento, é possível afirmar que a implantação do sistema é bastante satisfatória em termos de economia financeira com abastecimento de água e apresenta um rápido *payback*. A implantação do sistema proporcionará uma produção de água na ordem de 826.539 litros de água/mês, equivalente a R\$ 993,50 reais/mês. Volume de alta relevância, considerando a limitação e escassez dos recursos hídricos em cidades do semiárido brasileiro.

Para fins práticos, de acordo com a NBR 5626 (ABNT, 1998) o volume obtido possibilita abastecer 1.102 casas populares durante 1 dia, considerando 5 moradores em cada residência e considerando uma quantidade mínima de água per capita correspondente a 150 litros/pessoa.dia.

**Tabela 6 - Análise do período de retorno do valor investido no sistema de ar condicionado.**

Custo mensal sem aproveitamento da água dos aparelhos (R\$/mês)	848,23
Custo da implementação do sistema (R\$)	16.145,10
Custo mensal com aproveitamento da água dos aparelhos (R\$/mês)	993,50
Redução do custo mensal com a implantação do sistema (R\$/mês)	-145,27
Redução do custo mensal com a implantação do sistema (%)	100%
Período de retorno (meses)	16,3

**Fonte: Própria, 2019.**

A significativa redução de 100% referente ao custo mensal com a demanda de irrigação da edificação e o *payback* de 16,3 meses são indicativos da eficiência da aplicação do sistema.

Além da economia financeira, empresas públicas e privadas podem ser inseridas em um novo cenário mais sustentável, através da redução da dependência excessiva das fontes superficiais e subterrâneas, bem como da referência na responsabilidade ambiental de boas práticas de conscientização e a sensibilidade em relação à conservação da água.

O levantamento de materiais e mão de obra resultou em um custo total da obra para implantação do sistema de R\$ 16.145,10. A Tabela 7 apresenta o orçamento referente ao projeto que tem uma solução simples de baixo custo e possibilita grande benefício na economia do consumo de água.

O valor negativo explica de que forma o volume de água produzido não só é suficiente para suprir o valor total cobrado pelo gasto de água sem a aplicação do sistema como gera uma economia de 145 reais a mais do que seria gasto com o volume de água necessário para abastecer a instituição. Desse modo pode-se dizer que o próprio sistema se paga sozinho dentro desse prazo mostrado na Tabela 6, podendo-se ver a viabilidade da aplicação do mesmo trazendo economias muito relevantes para o *Campus*.

Tabela 7 - Orçamento para o sistema de ar condicionado.

ITEM	SERVIÇOS	UN.	QUANT.	UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
<b>1.0</b>	<b>Serviços Preliminares</b>				
1.1	Limpeza do terreno	m <sup>2</sup>	171,336	3,30	565,41
<b>2.0</b>	<b>PISOS</b>				
2.1	Camada drenante de brita nº 3	m <sup>2</sup>	10	15,31	153,10
2.2	Concreto moldado "in loco" F <sub>CK</sub> acima de 10 MPa, inclusive lançamento e cura	m <sup>2</sup>	10	594,70	5.947,00
2.3	Alvenaria de vedação em tijolo cerâmico 9x19x19 cm com argamassa preparada em betoneira	m <sup>2</sup>	10	47,29	472,90
<b>3.0</b>	<b>INSTALAÇÕES HIDRAULICAS</b>				
3.1	Caixa d'água em polietileno 1500 litros com tampa	un	2	477,50	955,00
3.2	Suporte apoio caixa d'água	un	2	24,02	48,04
3.3	Bomba centrífuga motor elétrico monofásico diâmetro de sucção x elevação (1/4" x 1")	un	4	584,28	2.337,12
3.4	Caixa de inspeção em alvenaria de tijolo maciço 60x60x60cm - Escavação e confecção	un	5	176,08	880,40
3.5	Tubo PVC Soldável DN 25 Água Fria	m	100	6,26	626,00
3.6	Tubo PVC Soldável DN 32 Água Fria	m	6	9,53	57,18
3.7	Tubo PVC Soldável DN 50 Água Fria	m	96	16,64	1.597,44
3.8	Tubo PVC Soldável DN 75 Água Fria	m	2	38,29	76,58
3.9	Válvula de pé com crivo 1 1/4"	un	2	81,69	163,38
3.10	Joelho 90° PVC Soldável DN 32 Água Fria	un	12	14,21	170,52
3.11	Joelho 90° PVC Soldável DN 50 Água Fria	un	3	28,01	84,03
3.12	Joelho 90° PVC Soldável DN 75 Água Fria	un	2	28,01	56,02
3.13	Tê PVC Soldável DN 32 Água Fria	un	2	14,35	28,70
3.14	Torneira metálica de boia 2" para caixa d'água	un	2	81,98	163,96
3.15	Registro de gaveta PVC com volante DN 25mm	un	8	4,49	435,92
3.16	Registro de gaveta PVC com volante DN 32mm	un	4	83,38	333,52
3.17	Registro de gaveta PVC com volante DN 50mm	un	4	125,68	502,72
3.18	Registro de gaveta PVC com volante DN 75mm	un	2	245,06	490,12
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 16.145,06</b>

Fonte: Própria, 2019.

## 6 DESTILADORES

No caso dos destiladores, foi feita uma investigação da quantidade de aparelhos existente na instituição onde foram encontrados três aparelhos, o primeiro fica localizado no laboratório de geotecnia e é utilizado duas vezes por semana, após alguns testes pode-se observar um problema na entrada de água do destilador, tendo dessa forma um vazão muito grande e por isso sempre que é utilizado ocorreu um grande perda de volume de água a mais do que é necessário para destilação, o segundo fica localizado no laboratório de química que está em perfeito estado e é utilizado uma vez por semana para fins do laboratório, já o terceiro destilador encontra-se parado por defeito técnico por isso não está sendo utilizado. Pode-se constatar que o uso do destilador varia com a demanda de procura por água destilada dos laboratórios e do consultório médico podendo funcionar até mais que duas vezes por semana.

### 6.1 QUANTIFICAÇÃO DA VAZÃO DOS APARELHOS DESTILADORES

Posteriormente foi feito o estudo para quantificação de vazão para cada destilador por meio de três ensaios no laboratório de geotecnia, logo após ligar o aparelho de destilação abriu-se a torneira para regular a pressão da água e esperava-se que o equipamento aquecesse nesse meio tempo utilizou-se dois baldes de 20 l para medir o volume de aquecimento do aparelho em função do tempo. Logo após dado início ao processo de destilação a mangueira era passada para um balde de 100 litros (Figura 23), onde se pode estudar o volume de água destilada para 100 litros de água potável em um determinado tempo para isso utilizou-se becker, cronômetro, fichas de anotação e termômetro, para análise da temperatura de saída da água do destilador ao final do processo de destilação (Figura 24).

**Figura 23 - Material utilizado para análise de vazão.**



Fonte: Própria, 2019.

**Figura 24 - Material utilizado para coleta da água descartada.**



Fonte: Própria, 2019.

Depois do estudo o resultado foi obtido através da média das vazões onde pode-se calcular a vazão horário, a produção diária considerando 15 horas de funcionamento para cada aparelho de acordo com o horário de aula dos cursos que utilizam os laboratórios do instituto. Sendo analisado do mesmo modo o volume gasto por semana como por mês de utilização do aparelho, (Figuras 25 e 26).

**Figura 25 - Representação do aparelho analisado do laboratório de química.**



Fonte: Própria, 2019.

**Figura 26 - Representação do aparelho analisado no laboratório de geotecnia.**



Fonte: Própria, 2019.

## 6.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA

Como mencionado anteriormente as análises físico-químicas e bacteriológicas são de fundamental importância para a finalidade da pesquisa, já que essas características influenciam diretamente a funcionabilidade do sistema proposto para cada aparelho estudado por isso, assim como os aparelhos de ar condicionado, foram feitas as análises dos seguintes parâmetros: pH, condutividade, coliformes termotolerantes e concentração de alumínio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio e zinco. Foram recolhidas amostras para análise no período da manhã em recipientes com tampa fornecidos pelo laboratório de química do *Campus* Cajazeiras.

As amostras foram colhidas pelo horário da manhã onde seria o horário menos quente para evitar a proliferação de bactérias na amostra, logo após foi levada para o laboratório de solos e água do *Campus* Sousa onde foram realizados os ensaios necessários para coleta dos dados, assim como um comparativo entre o padrão de potabilidade de acordo com a Resolução CONAMA nº 20 de junho de 1986 e a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

## 6.3 CONCEPÇÃO DO PROJETO

Sistema de aproveitamento de água derivado do destilador foi elaborado pensando no aproveitamento total do fluido, onde seria instalado um circuito fechado que, através de sua

infraestrutura de instalação e de seus reservatórios, permitirá o aproveitamento do fluxo de água por gravidade, com instalação simples no recalque do fluxo de reutilização da água desperdiçada.

Para sustentação do sistema seria chumbado uma base na parede acima do tanque responsável pelo processo de cura dos corpos de prova onde essa base feita de concreto receberia a caixa de 500 ml que seria responsável por receber o volume de água descartado pelo destilador. Desse modo para fins de segurança seria acoplado uma torneira para utilização dessa água no tanque de cura dos corpos de prova no caso de o destilador não ser utilizado durante tempo suficiente para encher o volume do reservatório.

Desse modo poderia haver um controle no volume de água gasto e nada seria desperdiçado, toda água seria reutilizada tanto para o tanque como para o próprio destilador. de acordo com as análises físico-químico feitas neste trabalho a água tem portabilidade suficiente para ser reutilizada pelo processo de destilação, logo que o destilador só é utilizada duas vezes por semana de acordo com o processo de destilação para 100 litros um reservatório de 500 ml seria suficiente para uso na semana de modo que supriria toda a demanda do destilador assim como para o tanque de processo de cura dos corpos de prova que é muito utilizado pelos estudantes de edificações e engenharia civil, (Apêndice B).

#### 6.4 ORÇAMENTO

Os custos da implantação do sistema foram avaliados de acordo como já mencionado anteriormente e lavando em consideração as instalações já encontradas dentro dos laboratórios onde se encontra o aparelho, foi feito uso também da tabela do SEINFRA (2019), e o estudo da viabilidade econômica e construtiva do sistema de reuso da água dos aparelhos dos destiladores.

## 7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir deste ponto foram obtidos os resultados esperados na pesquisa em relação aos destiladores.

### 7.1 QUANTIFICAÇÃO DA VAZÃO

Como já mencionado na metodologia, o consumo médio de água potável na fabricação de água destilada foi avaliado usando como modelo o destilador do Laboratório de Geotecnia onde a regulagem da vazão é feita através da própria torneira o que gera um grande desperdício até que seja atingida a vazão pretendida.

Sabendo-se disso, calculou-se a quantidade de água consumida na fabricação média de 2,0 l/h de água destilada e fez-se uma relação entre o consumo de 100 litros de água descartada e a quantidade de água destilada produzida. O cálculo para estimativa de gasto de água descartada em litros/dia e litros/mês foi feito no Excel (Tabela 8).

**Tabela 8 - Vazão média da água descartada pelos destiladores.**

Quantidade de aparelhos	Água descartada/dia	Água descartada/semana	Água descartada/mês	Q <sub>média</sub> total (l/h)
1	126	252	1008	189,0
1	130	260	1040	173,3
1	138	276	1104	150,5
<b>Total</b>	394	788	3152	171,0

Fonte: Própria, 2019.

Contabilizou-se o gasto obtido para que o aquecimento do destilador para dar início ao processo de destilação que varia entre 30 e 40 litros e então somou esse valor com o volume de água descartada no balde, obtendo-se o resultado da quantidade média de água potável descartada em 394 l/dia.

### 7.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA

Os resultados obtidos das análises físico-química em comparação com os limites estabelecidos pela Portaria 2914 (BRASIL, 2011) estão na Tabela 9. Podendo-se observar que todos os parâmetros analisados respeitaram os limites estabelecidos pela legislação e comprovam a água como fonte viável e segura para o reúso.

Tabela 9 - Análise físico-química dos destiladores.

Parâmetros	Unidade	Resultado médio das análises	Valor máximo permitido pela Portaria MS n° 2914/2011
PH	-	7,3	6,0 – 9,5
CE	(dS/m)	0,25	-
K+	(mg/l)	0,2	0,2
Na+	(mg/l)	0,005	0,005
SDT	(mg/l)	160	1000

Fonte: Própria, 2019.

Os resultados da análise bacteriológica indicaram ausência de colônias típicas de coliformes fecais em todas as amostras (Tabela 10).

Tabela 10 - Análise bacteriológica dos destiladores.

Amostra	Resultado da análise	Valor máximo permitido pela Portaria MS n° 2914
1	Ausente	Ausente
2	Ausente	Ausente
3	Ausente	Ausente

Fonte: Própria, 2019.

### 7.3 ORÇAMENTO

A viabilidade do sistema está associada ao tempo de retorno. A Tabela 11 apresenta o *payback* do sistema de aproveitamento de água. Com base nos dados, é possível afirmar que a implantação do sistema é bastante satisfatória em termos de economia financeira com abastecimento de água e apresenta um rápido *payback*. A implantação do sistema proporcionará uma produção de água na ordem de 3.152 litros de água/mês, equivalente a R\$ 3,78 reais/mês.

Pode-se perceber que o volume de água produzido é mais baixo em relação aos demais, mas mesmo assim é de grande relevância, considerando a limitação e escassez dos recursos hídricos em cidades do semiárido brasileiro.

Tabela 11 - Análise do período de retorno do valor investido no sistema dos destiladores.

Custo mensal sem aproveitamento da água dos destiladores (R\$/mês)	848,23
Custo da implementação do sistema (R\$)	6.482,85
Custo mensal com aproveitamento da água dos destiladores (R\$/mês)	3,7887
Redução do custo mensal com a implantação do sistema (R\$/mês)	844,439
Redução do custo mensal com a implantação do sistema (%)	100%
Período de retorno (meses)	7,7

Fonte: Própria, 2019.

A significativa redução de 15% referente ao custo mensal com a demanda de irrigação da edificação e o *payback* de 7,7 meses são indicativos da eficiência da aplicação do sistema. Além da economia financeira, empresas públicas e privadas podem ser inseridas em um novo

cenário mais sustentável, através da redução da dependência excessiva das fontes superficiais e subterrâneas, bem como uma referência na responsabilidade ambiental de boas práticas de conscientização e a sensibilidade em relação à conservação da água.

O levantamento de materiais e mão de obra resultou em um custo total da obra para implantação do sistema de R\$ 6.482,85. A Tabela 12 apresenta o orçamento da obra com solução simples de baixo custo e possibilita grande benefício na economia do consumo de água.

**Tabela 12 - Orçamento para o sistema de destiladores.**

<b>ITEM</b>	<b>SERVIÇOS</b>	<b>UN.</b>	<b>QUANT.</b>	<b>UNITÁRIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1.0</b>	<b>BASE DE SUSTENTAÇÃO</b>				
1.1	Concreto moldado "in loco" FCK acima de 10 Mpa, inclusive lançamento e cura	m <sup>2</sup>	10	594,70	5.947,00
1.2	Armadura CA-25 grossa de diâmetro de 12,5 a 25 mm	kg	5	9,68	48,40
<b>2.0</b>	<b>INSTALAÇÕES HIDRAULICAS</b>				
2.1	Caixa d'água em polietileno 500 L com tampa	un	1	250,00	250,00
2.2	Tubo PVC Soldável DN 25 Água Fria	m	3,00	16,71	50,13
2.3	Joelho 90° PVC Soldável DN 25 Água Fria	un	3,00	9,01	27,03
2.4	Torneira metálica de boia 2" para caixa d'água	un	1,00	43,31	43,31
2.5	Registro de gaveta PVC com volante DN 25mm	un	2	58,49	116,98
<b>TOTAL</b>					<b>6.482,85</b>

Fonte: Própria, 2019.

## 8 BEBEDOUROS

Analogicamente foi feito o estudo sobre os bebedouros do *Campus*, sendo realizado com base na temperatura que é um fator muito relevante na nossa região do nordeste que varia entre 30 e 45 C°, por ser muito elevada na maior parte do ano, e na quantidade estimada de alunos a do instituto.

O sistema de bebedouros é composto por 10 aparelhos que se encontram distribuídos nos pontos estratégicos da instituição, e que se subdividem em quatro de 4 torneiras, dois de 2 torneiras e 4 de 1 torneira e acessibilidade, sendo abastecidos pela água captada diretamente do serviço de abastecimento público e depois passar por um filtro, é conduzida para as torneiras de forma que atende ao montante estimado de mais 3000 alunos por dia.

Como explicado pela literatura não há como ingerir toda água que sai da torneira do bebedouro sendo mais de 50% desperdiçada por isso é de grande importância uma análise adequada desse aparelho e a viabilidade da aplicação de um sistema que reaproveite essa água.

### 8.1 QUANTIFICAÇÃO DA VAZÃO DOS BEBEDOUROS

Como a ajuda do servidor do IFPB foi instalado um balde na saída de água descartada pelo aparelho (Figura 27), depois de acoplar o cano PVC ao balde iniciou-se a medição cronometrada o tempo de uso e análise do número de usuários naquele determinado tempo.

**Figura 27 – Material usado para coleta da água.**



Fonte: Própria, 2019.

**Figura 278 - Material utilizado para análise de vazão.**



Fonte: Própria, 2019.

Logo após um determinado período retirou-se o balde do sistema e levou para o laboratório de geotecnia do instituto para medir a vazão média dos bebedouros (Figura 28). Para cálculo do volume foi utilizado três ensaios nos dias de maior fluxo de alunos de forma que fosse possível estimar um valor mais aproximado da realidade.

## 8.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA

As análises das características físico-químicas e bacteriológicas no caso dos bebedouros foram analisadas levando em consideração a necessidade das plantas ao serem irrigadas de maneira a ser avaliado parâmetros: pH, condutividade, coliformes termotolerantes e concentração de alumínio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio e zinco.

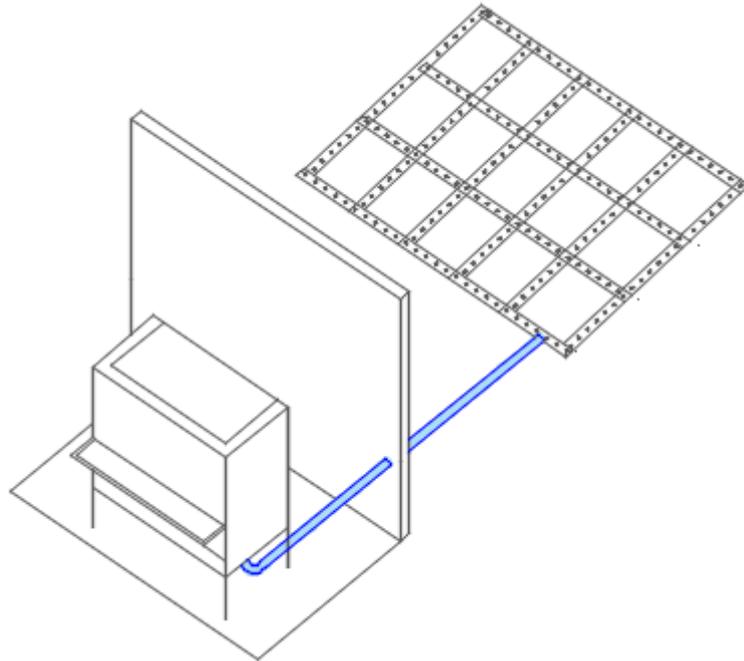
O processo foi igual aos anteriores e executado no laboratório de solos e água do *Campus* Sousa onde foram realizados os ensaios necessários para coleta dos dados, assim como um comparativo entre o padrão de potabilidade de acordo com a Resolução CONAMA nº 20 de junho de 1986 e a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

## 8.3 CONCEPÇÃO DO PROJETO

O sistema de aproveitamento dos bebedouros foi projetado para que de forma estratégica possa irrigar toda área verde mais próxima sendo montado um modelo por gotejamento que é um dos sistemas mais recomendados quando o quesito é poupar água mais sem deixar de suprir as necessidades da planta.

Este sistema (Figura 29) cobrirá uma área de 10 m<sup>2</sup> e será composto por um cano PVC onde seria instalado duas mangueiras com furos de 15 cm de distância de modo que atendesse toda vegetação por gravidade sem precisar do uso de bombeamento tornando-o assim mais sustentável (Apêndice C).

**Figura 28 - Sistema de irrigação por gotejamento.**



**Fonte: Própria, 2019.**

#### 8.4 ORÇAMENTO

Os custos da implantação do sistema foi feito de acordo com o que já se encontrava implantado na instituição onde existe um cano que leva a água descartada pelos bebedouros para uma área perto da vegetação, só que foi avaliado que apenas em uma pequena área, a água infiltra-se no solo enquanto outra parte da vegetação não recebe irrigação. Por esse motivo traçou-se um sistema de irrigação por gotejamento utilizando tubulações de cano PVC por ter maior durabilidade e mais facilidade de manutenção, desse modo calculou-se a mão de obra e os insumos necessários às instalações e o orçamento foi obtido com base nos insumos e composições disponíveis na tabela do SEINFRA (2019), e junto aos fornecedores das tubulações e conexões.

Desse modo, fazer o levantamento do custo total da obra, foi fundamental para determinar o *payback*, que está associado ao retorno do custo em relação ao benefício em meses, demonstrando o tempo de retorno do investimento inicial até o momento em que os rendimentos acumulados se igualam ao valor do investimento.

## 9 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados para implantação do sistema mostram-se muito satisfatórios, podendo ser aplicado o sistema de aproveitamento da água de reuso no instituto.

### 9.1 QUANTIFICAÇÃO DA VAZÃO

Para o cálculo de vazão foram utilizados dois baldes de 20 l para cálculo do volume necessário para que o aparelho enchesse um balde de 100 litros, tendo sido marcado tempo necessário para produção do volume de água filtrada em função desse 100 litros, assim, pode ser analisada a vazão média calculada no período de um dia na Tabela 13, assim como para uma semana e para um mês.

**Tabela 13 - Vazão média da água descartada pelos bebedouros.**

<b>Tipo de bebedor</b>	<b>Qmédia Total (L/h)</b>	<b>Qmédia Total (L/Sem)</b>	<b>Qmédia Total (L/mês)</b>
1	390	1.950	7.800
2	195	975	3.900
3	97,5	487,5	1.950
<b>Total</b>	<b>682,5</b>	<b>3.412,5</b>	<b>13.650</b>

**Fonte: Própria, 2019.**

### 9.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA

As análises da qualidade da água foram feitas assim como as demais no laboratório do *Campus Sousa*. Os resultados das análises podem ser observados na Tabela 14.

**Tabela 14 - Análise físico-química dos bebedouros.**

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>Resultado médio das análises</b>	<b>Valor máximo permitido para irrigação</b>
PH	-	7,4	6,0 – 8,5
CE	(dS/m)	0,25	3,00
K+	(mg/l)	0,03	-
Na+	(mg/l)	0,85	9,00
CSR	(mmolc/l)	0,0	2,50
HCO	(mmolc/l)	0,78	85,00
Cl	(mmolc/l)	1,1	100,0
SDT	(mg/l)	160	1000

**Fonte: Própria, 2019.**

Os resultados da análise bacteriológica indicaram ausência de colônias típicas de coliformes fecais em todas as amostras (Tabela 15).

**Tabela 15 - Análise bacteriológica dos bebedouros.**

<b>Amostra</b>	<b>Resultado da análise</b>	<b>Valor máximo permitido pela Portaria MS n° 2914</b>
1	Ausente	Ausente
2	Ausente	Ausente
3	Ausente	Ausente

**Fonte: Própria, 2019.**

### 9.3 ORÇAMENTO

A viabilidade do sistema está associada ao tempo de retorno. A Tabela 16 apresenta o *payback* do sistema de aproveitamento de água. Com base nos dados, é possível afirmar que a implantação do sistema é bastante satisfatória em termos de economia financeira com abastecimento de água e apresenta um rápido tempo de retorno. A implantação do sistema proporcionará uma produção de água na ordem de 13.650 litros de água/mês, equivalente a R\$ 130,70 reais/mês. Volume de alta relevância, considerando a limitação e escassez dos recursos hídricos em cidades do semiárido brasileiro.

Para fins práticos, o volume obtido possibilita abastecer 235 casas populares durante 1 dia, considerando 4 moradores em cada residência e a quantidade mínima de água per capita proposta correspondente a 150 litros/pessoa.dia.

**Tabela 16 - Análise do período de retorno do valor investido no sistema dos bebedouros.**

Custo mensal sem aproveitamento da água dos bebedouros (R\$/mês)	848,23
Custo da implementação do sistema (R\$)	1.214,50
Custo mensal com aproveitamento da água dos bebedouros (R\$/mês)	130,70
Redução do custo mensal com a implantação do sistema (R\$/mês)	590,66
Redução do custo mensal com a implantação do sistema (%)	70%
Período de retorno (meses)	2,1

**Fonte: Própria, 2019.**

A significativa redução de 70% referente ao custo mensal com a demanda de irrigação da edificação e o *payback* de 2,1 meses são indicativos da eficiência da aplicação do sistema. Além da economia financeira, empresas públicas e privadas podem ser inseridas em um novo cenário mais sustentável, através da redução da dependência excessiva das fontes superficiais e subterrâneas, bem como da referência na responsabilidade ambiental de boas práticas de conscientização e a sensibilidade em relação à conservação da água.

O levantamento de materiais e mão de obra resultou em um custo total da obra para implantação do sistema de R\$ 1.214,50. A Tabela 17 apresenta o orçamento da obra.

Tabela 17 - Orçamento do sistema de bebedouros.

<b>ITEM</b>	<b>SERVIÇOS</b>	<b>UNI</b>	<b>QUANT.</b>	<b>UNITÁRIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1.0</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				
1.1	Limpeza do terreno	m <sup>2</sup>	171,336	3,30	565,41
<b>2.0</b>	<b>INSTALAÇÕES HIDRAULICAS</b>				
2.2	Tubo PVC Soldável DN 20 Água Fria	m	40,00	14,94	597,60
2.3	Joelho 90° PVC Soldável DN 20 Água Fria	un	1,00	8,00	8,00
2.5	Registro de gaveta PVC com volante DN 20mm	un	1	43,49	43,49
	<b>TOTAL</b>				<b>1.214,50</b>

Fonte: Própria, 2019.

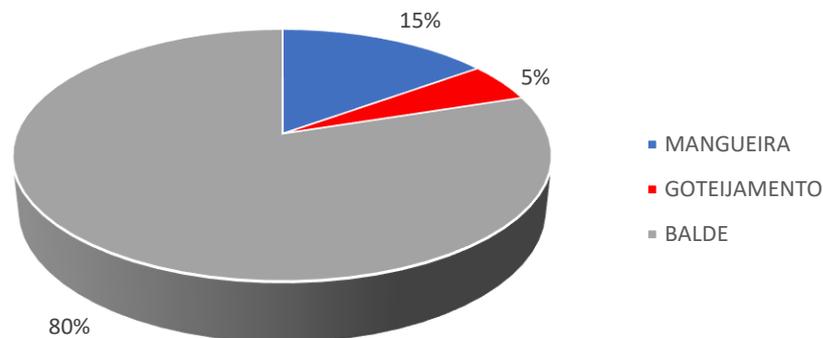
## 10 ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS

Foram aplicados 40 questionários para os servidores responsáveis pela cozinha e limpeza da instituição (Apêndice D), que abordam o processo de limpeza da instituição, o gasto relacionado a água potável, quais os métodos utilizados para lavar a instituição e irrigar onde pode-se observar que muitos dos entrevistados eram da idade com mais de 40 anos e não tinham o fundamental completo, do mesmo modo alguns não sabiam como era feito o processo de limpeza ou muito menos a quantidade de água que era gasto para limpar a instituição. Logo abaixo são apresentados resultados da análise dos questionários.

### 10.1 FATORES QUE CONTRIBUEM PARA O DESPERDÍCIO DE ÁGUA NO *CAMPUS*

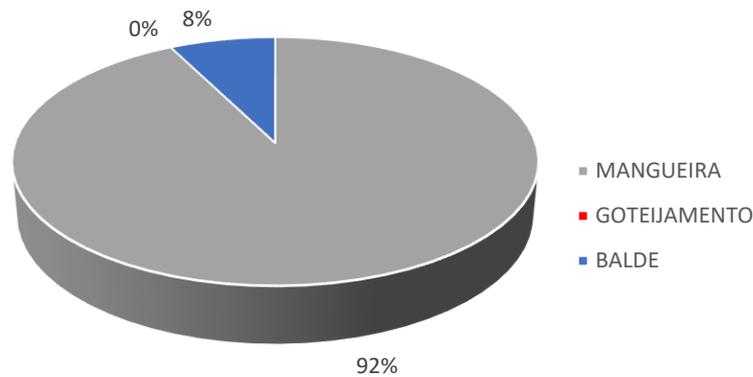
O primeiro gráfico mostra que 80% dos funcionários sabem que o processo de lavagem do *Campus* é feita através de balde, que 5% achavam que o processo seria por gotejamento e 15%, por mangueira, onde podemos observar que sistema produzido para economizar o máximo de água possível não utiliza mangueira com constância para lavar a instituição como mostra o Gráfico 01.

**Gráfico 01 - Processo de lavagem do *Campus*.**



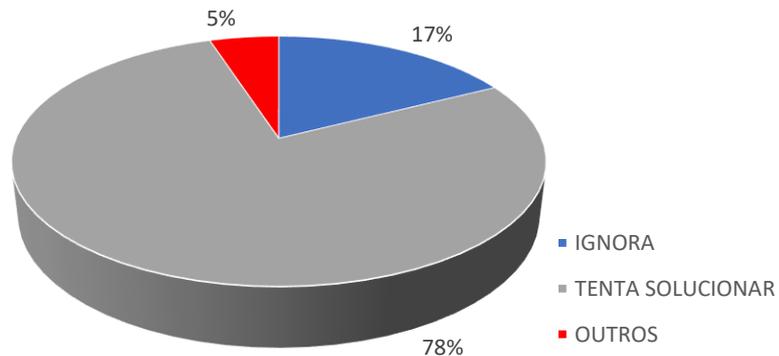
**Fonte: Própria, 2019.**

Já no caso do processo de irrigação 92% concorda que é feita através de mangueira, o sistema de acordo com as literaturas que mais desperdiça água e além disso ainda deixam o solo saturado de forma que fornecem mais água que a planta precisa pra ficar saudável. Desse modo foi investigado na pesquisa e comprovado, que é utilizado uma mangueira acoplada a um motor bomba de um meio de potência que é ligado três vezes ao dia em áreas diferentes para irrigar toda instituição, apresentado no Gráfico 02.

**Gráfico 02 - Processo de irrigação.**

**Fonte: Própria, 2019.**

Quando perguntados sobre a atitude em relação ao ver um bebedouro desperdiçando água, a maioria dos entrevistados responderam que tentam resolver a situação (88%). Contudo, não é essa a realidade que foi vista durante a pesquisa, observou-se que a maioria dos bebedouros desperdiçava água e que grande parte das pessoas não faziam nada em relação a isso, observe o Gráfico 0).

**Gráfico 03 - Atitude dos servidores ao ver o desperdício de água.**

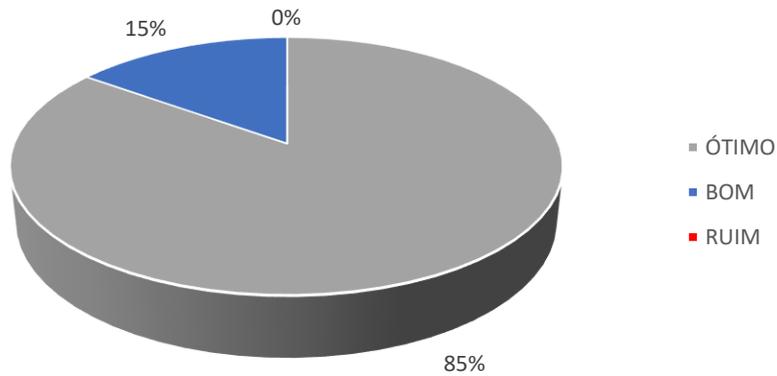
**Fonte: Própria, 2019.**

## 10.2 FATORES QUE CONTRIBUEM PARA APLICAÇÃO DO SISTEMA NO *CAMPUS*

No Gráfico 4, 85% dos entrevistados concordaram que seria ótima aplicação de um sistema que permite o aproveitamento desse afluente que é desperdiçado e vai direto para o esgoto, contanto que fosse para fins não potáveis. Esse gráfico foi um parâmetro de grande

importância para a pesquisa pois um dos maiores empecilhos podia ser a não aceitação dos servidores para utilizar essa água de reuso.

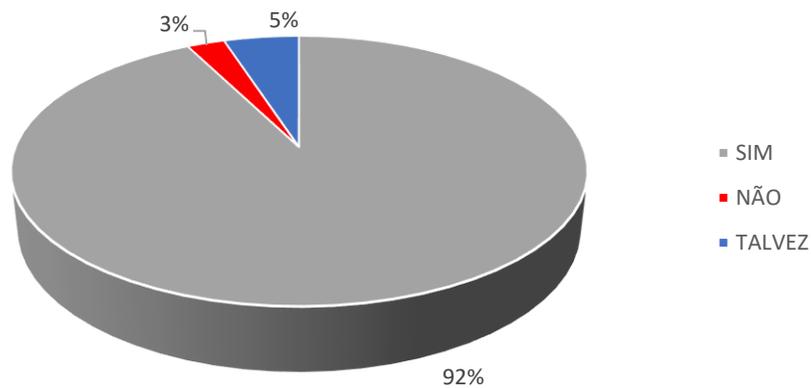
**Gráfico 04 - Aceitação da aplicação do sistema.**



**Fonte: Própria, 2019.**

Foi feito também uma avaliação em relação ao uso da água descartada pelos aparelhos para saber o nível de aceitação dos servidores em reutilizar a água e de acordo com os questionários 92% da dos entrevistados concordaram reutilizaram essa água tanto para lavar instituição como para irrigação o que seria essa ideia atribuiria grande valor pro campus. Outra proporção de entrevistados (17%) aponta que ignoram a situação e (5%) não sabiam o que fazer ao verem o bebedouro desperdiçando água (Gráfico 05).

**Gráfico 05 - Opinião sobre o reuso da água desperdiçada.**



**Fonte: Própria, 2019.**

A aplicação dos questionários se mostrou de forma bem favorável à aplicação do sistema e que todos os servidores estão abertos as soluções que aplique e melhore esse desperdício de água.

Os servidores se mostraram, de maneira bem construtiva, entusiasmados com a aplicação do sistema, incentivando a implementação do sistema de forma a fazer observações de como seria importante direcionar essa água desperdiçada para lavar e irrigar a instituição e para outros fins mais viáveis.

Desse modo dando mais importância à aplicação de medidas que diminuam o desperdício de água pela equipe de servidores, o sistema foi positivo diante da proposta apresentada, outra problemática também foi o comprometimento da estética do *Campus* por isso se propõem a instalação de reservatórios em área de menor circulação e que fique fora da vista do usuários da instituição. Dessa maneira não se encontra mais nenhuma dificuldade e só pontos a favor da aplicação do mesmo.

## 11 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos constata-se a viabilidade de realização de projeto de aproveitamento que teve como propósito realizar um estudo aprofundado da média de produção de água descartada dos aparelhos de ar condicionados, destiladores e bebedouros, desse modo foi proposto a realização de um projeto de aproveitamento de água para cada aparelho estudado nesta pesquisa, visto que tanto o volume, quanto os parâmetros físico-químicos realizados nas amostras de água descartada por cada aparelho estão dentro dos padrões necessários para os fins propostos, tornando assim viável a instalação de um sistema de captação de água na instituição.

Desse modo traz benefícios não só para o meio ambiente, mas para instituição como todo. Já que os custos são baixos, tanto com relação ao material usado para montagem do sistema, como a mão de obra, e em pouco tempo esse valor retorna por causa da economia gerada pela utilização do sistema.

Assim como a pesquisa feita com os servidores que alcançou o objetivo de entender se a maioria dos servidores seria a favor da aplicação de um sistema de reaproveitamento de água descartável pelos aparelhos da instituição, onde os questionários esclareceram que a maioria nem sabia do volume de água que era gasto para lavar e irrigar instituição e diante do exposto, acharam uma ótima ideia a reutilização desse recurso para fins não potáveis.

Desse modo pode-se concluir que a aplicação deste trabalho traria muitos benefícios a instituições, como redução do desperdício de água descartada pelos aparelhos, a praticidade de um sistema automatizado a redução do valor pago pelo gasto de água para irrigar e lava o instituto, e também a conscientização de toda uma população de jovens formandos que estão em busca de novos conhecimentos dentro do *Campus*, isso poderia ensiná-los a ter uma consciência cada vez mais sustentável e agregar aos jovens do nossos pais uma cultura de que cuidar da natureza é cuidar de nós mesmos.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 13969**: Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 5626**: Instalações predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998
- ANTONOVICZ, Diego; WEBER, Rhuann Georgio Bueno. **PMOC - Plano de manutenção operação e controle nos condicionadores de ar do Câmpus 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](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1380/1/MD_COMIN_2012_2_10.pdf). Acesso em 20 ago. 2019.
- APPELT, P. et al. Estimativa do desperdício de água de refrigeração de destiladores laboratorial. **Synergismus scyentifica**. UTFPR, v. 3, n. 4, 2008. Disponível em: <http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/view/302>. Acesso em: 16 set. 2019.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 518** - Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, de 25 de março de 2004. Diário Oficial da República Federativa do Brasil; Brasília, DF, 2004.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 2914**, de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso em: 22 mai. 2019.
- BRASIL. **Lei nº. 9.433**. de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, Brasília, DF, 1997.
- BRASILEIRO, F. A. et al. **Desperdício de Água nos bebedouros da faculdade de engenharia mecânica da Unicamp**. Revista Ciência Do Ambiente, V. 7, N. 1, P.38-39, 2011.
- DANTAS, M. **Ar-condicionado produz até 20 litros de água por dia; veja como aproveitar**. notícias.ne10, 2015. Disponível em: <http://noticias.ne10.uol.com.br/ciencia-e-vida/noticia/2015/03/20/ar-condicionadoproduz-ate-20-litros-de-agua-por-dia-veja-como-aproveitar-538157.php>. Acesso em: 20 ago. 2019.
- FORTES, P. D.; JARDIM, P. W. C. F. P. M. G.; FERNANDES, J. G. **Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado**, 2015.
- FERREIRA, F. I. et al. Análise da viabilidade do reaproveitamento da água dos bebedouros no centro universitário Tiradentes. **Revista CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS**. V. 3, n. 2, p.29-40, 2016.

MEDEIROS, R. C.; STORCK, W. R.; VOLPATTO, F. **Gestão da água de descarte de destiladores de água em laboratórios de uma Ies**, Campo Grande-MS, 2017.

ROCHA, **Sistema de reuso de água proveniente de aparelhos de ar condicionados para fins não potáveis: estudo de caso aplicado ao centro de tecnologia da UFRN**. Natal-RN, 2015.

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: <http://www.flf.edu.br/revistaffl/monografias-contabeis/monografia-zelia-medeiros.pdf>. Acesso em 20 ago.2019.

SILVA, D. B.; **Avaliação do potencial de aproveitamento de água de refrigeração de um destilador de água laboratorial**. Mossoró- RN, 2014

SOARES, Sérgio. **Treinamento linha residencial: Pós-Vendas**. Apostila de Programa de Capacitação Profissional Midea Carrier, 2014.

SPLABOR. Equipamentos para laboratório. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.splabor.com.br/produto/destilador-de-agua-tipo-pilsen-rendimento-10-litros-hora-modelo-sp10l-splabor/> Acesso em: 2019.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM COMERCIAL-SENAC. O Maior patrimônio natural. Balsas - MA, Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/47034442/a-importancia-da-agua>. Acesso em: 2019.

UNESCO. **Águas residuais: o recurso inexplorado**. Disponível em: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247553\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247553_por). Acesso em: 08 ago. 2019.

VÉRAS, P. et al. **Quantificação de desperdício de água em bebedouros do campus iv da universidade estadual da paraíba e a percepção ambiental da comunidade acadêmica**. Catolé do Rocha - PB, 2014. Disponível em: <file:///D:/importante/facu/TCC/referencias/bebedouros/QUANTIFICAÇÃO%20EXEMPLO%20PARA%20QUESTIONARIOS.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2019.

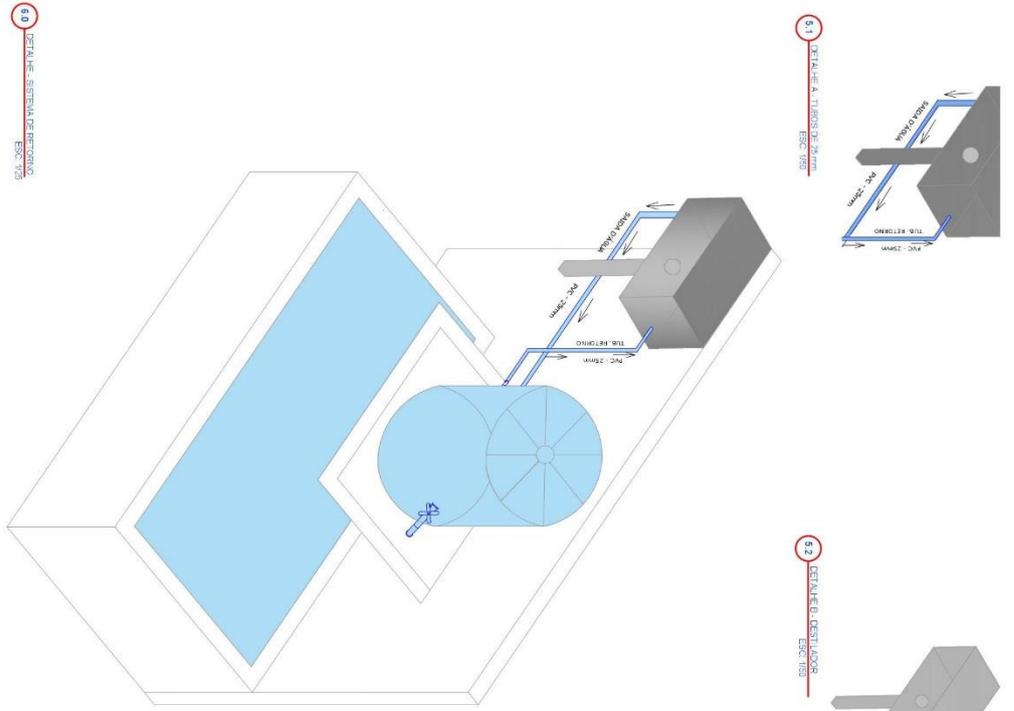
**APÊNDICE A – PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DOS  
APARELHOS CONDICIONADORES DE AR**



**APÊNDICE B – PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DOS  
DESTILADORES**

PRODUZIDO POR UMA VERSAO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

PRODUZIDO POR UMA VERSAO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES



5.1 DETALHE: TUBO DE 25MM ESC: 1/25

5.2 DETALHE: CANTONEIRA ESC: 1/25

5.3 DETALHE: CAVA PLATA ESC: 1/25

**Legenda**

Tubo de 25 mm

6.0 DETALHE: SISTEMA DE REATORIO ESC: 1/25

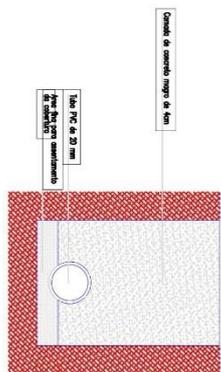
		INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CAMPINAS - ESCOLA DE TECNOLOGIA DA MADEIRA - CAMPUS GULBERNS CURSO DE ENGENHARIA DE REFINERIAS QUÍMICAS OPERAÇÕES UNITÁRIAS E INTEGRADAS DE QUÍMICA COORDENADOR: DOUTOR OSCAR DE ARAÚJO FILHO	
PROFESSOR	Jéssica Silva	6.0 Sistema de reatorio	Reatorio
Disciplina	6.0m	6.1 Tubos de 25 mm	1:10
		6.2 Detalhado	1:10
		6.3 Cava e Placa	1:25
LOCAL: DATA		Escalador: PPI - Setembro de 2019	
		Prof. Dr. Tuívalde <b>03/03</b>	

PRODUZIDO POR UMA VERSAO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

**APÊNDICE C – PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DOS  
BEBEDOUROS**



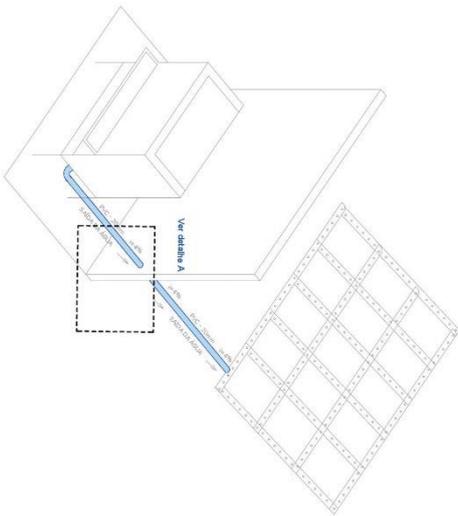
4.0 DETALHE - SISTEMA DE IRRIGACAO POR GOTEJAMENTO PARA XORA  
ESC: 1/50



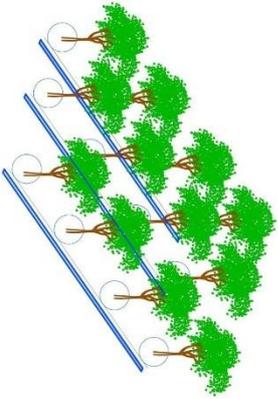
3.1 DETALHE A - TUBO PARA IRRIGACAO 20 mm  
ESC: 1/50

DETALHAMENTO DO TUBO DE 20 mm

<b>Legenda</b>	
	Xora
	Árvore grande
	Furos pro gotejamento Tubo de 20 mm



3.0 DETALHE - SISTEMA DE IRRIGACAO POR GOTEJAMENTO  
ESC: 1/50



5.0 DETALHE - SISTEMA DE IRRIGACAO POR GOTEJAMENTO PARA ARVORES  
ESC: 1/50

<p>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DA PARAIBA - CAMPUS CAJAZEIRAS CURSO DE ENGENHARIA DE ENFERMAGEM ORIENTADOR: LUIZ CARVALHO SANTANA DE OLIVEIRA COORDENADOR: OSMAR CELENO DE AQUINO FILHO</p>		<p>Escala</p> <p>1/100</p> <p>1/100</p> <p>1/100</p>	
<p>FOLHA Nº: 02</p> <p>Assis Siles</p>		<p>03 Sistema de irrigação por gotejamento</p> <p>01 Tubo para irrigação 20 mm</p> <p>04 Sistema por aspiração e vaz</p> <p>05 Sistema por aspiração e vaz</p>	
<p>Disciplina</p> <p>TUBO PARA IRRIGACAO</p> <p>5.0h</p>		<p>PROJETO Nº:</p> <p>CAJAZEIRAS / 19 - Setembro de 2019</p> <p>Projeto Nº:</p> <p>02/03</p>	

**APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS SERVIDORES****QUESTIONÁRIO**

1. Qual a sua idade?

- Entre 20 e 30                       Entre 30 e 40                       Outra

2. Qual a sua escolaridade?

- Fundamental                       Médio                       Superior

3. Quanto você acha que gasta de água potável por dia para lavagem e irrigação do *Campus*?

- 10 e 20 Litros                       20 e 40 litros                       mais de 40 litros

4. Como é feito o processo de lavagem do *Campus*?

- Mangueira                       Gotejamento                       Balde

5. Quantas vezes é lavado o *Campus*?

- 3 vezes por semana                       2 vezes por semana                       1 vezes por semana

6. Como é feito o processo de irrigação?

- Mangueira                       Gotejamento                       Balde

7. Quantas vezes é irrigado a vegetação?

- 3 vezes por semana                       2 vezes por semana                       1 vezes por semana

8. O que você faz quando ver algum desperdício de água na instituição?

- Tenta solucionar                       Ignora                       Outros

9. O que você acha de aproveitar a água dos ar-condicionado, destiladores e bebedouros?

- Ótimo                       Bom                       Ruim

10. Você utilizaria água de reuso para fins não potáveis?

- Sim                       Não                       Talvez

## ANEXO 1 – QUESTIONARIO QUE FOI APLICADO AOS SERVIDORES DE TARIFAS/ÁGUA NA CAGEPA



### RESOLUÇÃO DE DIRETORIA DA ARPB Nº002/2018-DP

#### ESTRUTURA TARIFÁRIA

Vigência: 01/05/2018 - Reajuste: 2,9 %

CATEGORIA RESIDENCIAL				
TARIFA SOCIAL				
FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO	A + E	% ESGOTO
Consumo até 10m <sup>3</sup>	10,56	1,06	11,62	10%
TARIFA NORMAL				
FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO	A + E	% ESGOTO
Tarifa Mínima - Consumo até 10 m <sup>3</sup>	37,91	30,33	68,24	80%
11 à 20 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	4,89	3,91		80%
21 à 30 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	6,45	5,81		90%
acima de 30 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	8,76	8,76		100%

CATEGORIA COMERCIAL				
FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO	A + E	% ESGOTO
Tarifa Mínima - Consumo até 10 m <sup>3</sup>	67,65	60,89	128,54	90%
acima de 10 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	11,72	11,72		100%

CATEGORIA INDUSTRIAL				
FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO	A + E	% ESGOTO
Tarifa Mínima - Consumo até 10 m <sup>3</sup>	81,94	73,75	155,69	90%
acima de 10 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	13,05	13,05		100%

CATEGORIA PÚBLICO				
FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO	A + E	% ESGOTO
Tarifa Mínima - Consumo até 10 m <sup>3</sup>	76,83	76,83	153,66	100%
acima de 10 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	12,89	12,89		100%

João Pessoa, 20 de Março de 2018

Severino Ramalho Leite Superintendente  
Superintendente

Frederico Augusto Guedes Pereira Pitanga  
Diretor Executivo de Fiscalização e Controle

Iris Rodrigues Dantas Cavalcanti  
Diretora Executiva de Controle Administrativo e Financeiro