

Projeto de Sistema Coletor de Água Condensada de Ar-Condicionado de Ônibus e Distribuição Automática para os Reservatórios de Água do Limpador de Para-Brisa e Banheiro.

Carlos Jose Perciliano (Faculdades Integradas de Cataguases) carlos.perciliano@alunos.unis.edu.br

Helio Silvano dos Santos (Faculdades Integradas de Cataguases) heliokta97@hotmail.com

João Vitor Almeida Costa (Faculdades Integradas de Cataguases) joaovitoralmeida93@yahoo.com.br

Letícia Bertholdo Ferreira (Faculdades Integradas de Cataguases) leticiabertholdof@hotmail.com

Patricia Werneck de Silva Oliveira (Orientador - Faculdades Integradas de Cataguases) paticso@yahoo.com.br

Resumo

O presente artigo vem mostrar um breve estudo sobre o desenvolvimento dos aparelhos de ar condicionado e suas aplicações ao longo do tempo. Ao longo do desenvolvimento do estudo se observou a necessidade da conservação da água e sua ligação com os condicionadores de ar, visto que os aparelhos de ar condicionado produzem água em suas mais diversas aplicações, no caso do estudo realizado foi observado o uso destes aparelhos em veículos rodoviários, mais especificamente os ônibus.

Palavras-chave(s): Ar condicionado, água, ônibus.

Condensed Air-Conditioning Water Collector System for Automatic Bus and Distribution for Water Reservoirs of Parking and Bathroom Cleaner

Abstract

The present article will show a brief study on the development of air conditioners and their applications over time. Throughout the development of the study the need for water conservation and its connection with air conditioners was observed, since the air conditioners produce water in its most diverse applications, in the case of the study realized the use of these apparatuses was observed in road vehicles, more specifically buses.

Keywords: air conditioner, water, bus.

1 Introdução

Segundo Nunes (200), as pressões da crescente demanda de água decorrente do aumento populacional, das indústrias, edificações, sofrem com o ambiente urbano provocando assim, desperdícios de água por vazamentos nos sistemas hidráulicos, uso de condicionamento de ar e peças sanitárias. Muito das vezes a causa desses elevados volumes de água têm origem nos princípios inadequados de projetos, de manutenções incorretas e maus costumes dos usuários.

De acordo com Brito (2014) a noção de consciência que a água deve ser economizada, por se tratar de um finito recurso, só começou a ser apresentada nos últimos anos à medida que foram se tornando urgentes e necessários. No entanto, o uso desenfreado de água pode ser diminuído de várias formas, umas mais simples outras mais complexas, como a da água condensada reutilizada dos condicionadores de ar, proporcionando vários benefícios, entre eles o financeiro e o ambiental.

Novos projetos de edificações já contemplam a canalização de água condensada, com o intuito

de não atingir determinadas áreas dos edifícios, mas sem a intenção de reaproveitá-la.

Este projeto têm o objetivo de demonstrar, através do estudo dos aparelhos de ar condicionado, uma aplicação para a água condensada produzida por condicionadores de ar instalados em ônibus rodoviários utilizando esta água de maneira racional.

2 Referencial Teórico

2.1 Definição de Ar Condicionado

De acordo com Antonovicz e Weber (2013) os condicionadores de ar é considerado uma geladeira sem seu gabinete. Ele utiliza a evaporação de um fluido refrigerante para abastecer refrigeração. O ciclo de refrigeração, mostrado na figura 1, dos mecanismos são os mesmos do ar condicionado e da geladeira. O gás frio é comprimido pelo compressor, tornando gás quente de elevada pressão (em vermelho). O gás quente passa através de um trocador de calor para ser dissipado e condensado para o estado líquido. O estado líquido corre dentro de uma válvula de expansão e assim ele se vaporiza no processo para se converter em gás frio de baixa pressão (em azul). Este gás frio percorre através de trocador de calor que facilite que o gás consuma o calor e esfrie o ar de dentro do ambiente. Quando o fluido do refrigerante é misturado, obtém se uma pequena quantidade de óleo de pouca densidade que lubrifica o compressor junto com o processo.

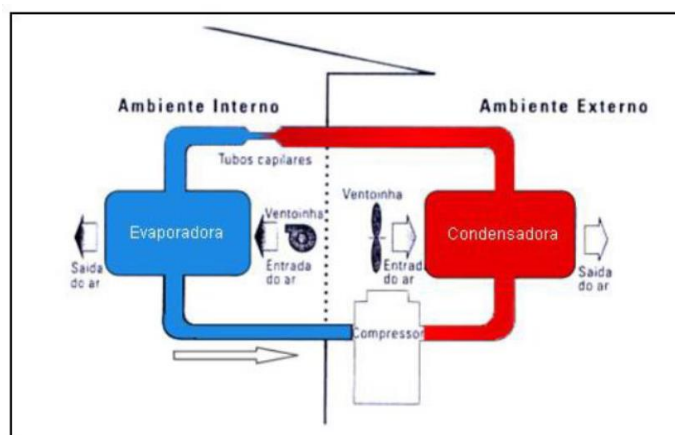


Figura 1: Funcionamento de um condicionador de ar

2.2 Tipos de Aparelhos de Ar Condicionado

Os condicionadores de ar são classificados de diversas maneiras no mercado. Os aparelhos podem ser pequeno, médio ou grande porte, classificando assim sua capacidade. Quanto á seu uso, eles podem ser do tipo hospitalar, residencial, comercial, automotivo ou industrial, os quais serão ressaltados na sequência deste estudo.

2.2.1 Split Cassete

Segundo Antonovicz e Weber (2013) o *Split Cassete* é um padrão de ar-condicionado que apresenta até quatro vias para a retirada do ar e pode ser instalado no forro ou no teto (Figura 2). O cassete é apropriado para ambientes de médio porte, comerciais ou residenciais. É principalmente encontrado em universidades, salas de aulas, escritórios, bancos, salões de festas, etc.



Figura 2: Ar Condicionado *Split* Cassete

De acordo com Soares (2014), os equipamentos *split* cassete são projetados para ambientes de pequeno porte e sua instalação da unidade seja embutida no teto. As principais vantagens desse modelo de *split* é ser embutido no teto, podendo assim controlar o fluxo de ar em cada aleta, separadamente (dependendo do fabricante).

Segundo Antonovicz e Weber(2013), pode se encontrar no mercado brasileiro, cassetes com capacidade de 18.000 Btu/h, 24.000 Btu/h, 30.000 Btu/h, 36.000 Btu/h, 41.000 Btu/h, 48.000 Btu/h, 51.000 Btu/h e 60.000 Btu/h. Praticamente todos os fabricantes principais de ar-condicionado possuem modelos de *split* cassete.

2.2.2 Condensador

Conforme Stoecker e Jones (1985) O equipamento de condensador é destinado a saída de calor do fluido refrigerante até que o mesmo se condense. Com isto é necessário que tenha um outro fluido para produzir a transferência deste calor para o ambiente e é com essa característica que os condensadores são apontados em: resfriados a água, resfriados a ar ou evaporativos.

A finalidade do condensador é esfriar e condensar o vapor superaquecido, da compressão nas instalações mecânica de refrigeração através de vapores. Esta operação transfere o calor do fluido aquecido para o meio (fonte quente), utilizando água, ar ou mesmo ar e água em contato (COSTA, 1982).

2.3 Água condensada de condicionadores de ar e seu aproveitamento

Conforme Silva *et al* (2013), Antes da água condensada dos condicionadores de ar, destacam-se, fundamentos sobre a importância da água. A água é fundamental para a sobrevivência humana e todos os organismos existentes no planeta, é relevante na qualidade do equilíbrio ecológico e ambiental, além de realizar grande importância no desenvolvimento socioeconômico. Os animais, os vegetais e o homem, precisam de água limpa e suficiente em determinados locais e em certas épocas do ano, para se reproduzirem e viverem. Além destas necessidades naturais, o homem também tem suas necessidades industriais e domésticas, que sem a água o padrão atual não seria possível.

De acordo com Nunes (2006) o Brasil é visto como um país “rico em água” desfrutando uma disponibilidade hídrica de 35.732m³/hab./ano. Assim acrescenta que o Brasil contém aproximadamente 12% da água doce do mundo. Porém, a mesma não está distribuída de forma homogênea dentro do território.

Segundo Bertolasi (2010) A utilização em cada setor de água contém vários itens que devem ser analisados para que o bom funcionamento do ar e da saúde e sejam garantidos. No entanto, o receio atualmente é manter o consumo dessas ferramentas com o aproveitamento de água e a racionalização. Devido a constante urbanização aliada à alta densidade demográfica das regiões metropolitanas vem participando para o crescimento da poluição dos corpos hídricos e da

demanda de água, tanto doméstico, por esgoto, por industrial e por ferramentas eletrônicos que absorvem água condensada, por exemplos os condicionadores de ar. Para Nunes (2006), as áreas bastantes povoadas, como a sudeste e sul do país, mesmo adquirindo bacias hidrográficas de alta capacidade, já estão enfrentando dificuldades para obtenção deste insumo devido à falta de qualidade dos mananciais.

Carvalho *et al* (2012) complementa que além das regiões Sudeste e Sul outras localidades brasileiras também fazem muito calor, e os seres humanos procuram o conforto dos equipamentos de ar condicionado que estes por sua vez promovem.

Os aparelhos de ar condicionados proporcionam a criação de água resultante da condensação, que na grande maioria é desperdiçada para o esgoto ou para o solo. Desta forma, a utilidade desta água depende da coleta eficaz de cada aparelho de drenagem dos sistemas que podem ser encaminhados para um equipamento de coleta e armazenamento. De acordo com Mota *et al* (2011) é entendido que o reuso de água é como uma tecnologia desenvolvida em maior ou menor grau, dependendo para aonde se destina a água e de qual forma ela tenha sido usada anteriormente.

Conforme Brito (2014) o reuso interno da água é feito através do aproveitamento antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição, suplementando o abastecimento do uso original. O reuso de água não potável tem o objetivo de suprir a demanda em ambientes que, normalmente, utilizam água potável, com variadas aplicações como: reserva de proteção contra incêndio, residências e indústrias, gramados, árvores e arbustos; lavagem de pisos e calçadas, entre outros.

2.4 Projeto

Escopo do produto: caracteriza o produto, serviço ou os resultados citados na abertura do projeto e documentação dos requisitos. (PMBOK, 2013)

- O projeto apresentado se trata de um sistema coletor de água condensada originada do ar-condicionado dos ônibus de uma empresa, seguido de distribuição desta água coletada para os reservatórios do limpador de para-brisa e banheiro.
- O sistema será controlado através de Arduino e relés, que acionam uma bomba principal e as válvulas de distribuição.
- Será desenvolvida lógica de controle que avaliará o nível de todos os reservatórios do sistema.
- A água reutilizada do ar-condicionado destinada ao banheiro será aplicada na descarga do vaso sanitário e lavatório de mãos.

Premissas: fatores considerados como verdadeiros, reais ou certos relacionados ao planejamento de um projeto, sem prova ou demonstração, descrevendo o potencial impacto, caso esses processos tenham resultados falsos. (PMBOK, 2013)

- Coleta de água condensada, através de dreno do condicionador de ar do ônibus, para um reservatório principal;
- Verificação do nível de água presente no reservatório principal por sensor de nível;
- Verificação do nível de água do reservatório do limpador de para-brisa por sensor de nível;
- Verificação do nível de água do reservatório do banheiro por sensor de nível;
- Análise dos níveis de água dos reservatórios através de dispositivo de controle baseado

em Arduino;

- Distribuição de água entre os reservatórios do limpador de para-brisas e banheiro através de análise dos níveis de água existente nos mesmos.

Restrições: são fatores que limitam a execução de um projeto. (PMBOK, 2013)

- Lógica de controle deverá ser desenvolvida com base em tecnologia Arduino;
- Sistema se aplica a veículos que necessitam circular constantemente com aparelho de ar-condicionado ligado;
- Bomba e válvulas devem ser comandados em tensão 12Vcc.

3. Materiais e Métodos

Após consulta a diversas publicações sobre o assunto reuso de água condensada foi observado que a necessidade de automatizar o sistema para que a distribuição da água atenda a demanda de forma independente, sem a necessidade de qualquer interrupção das viagens. Com bases em tais necessidades foram selecionados equipamentos que irão realizar a distribuição da água por bombeamento e controle de nível dos reservatórios através do uso de um microcontrolador.

Será utilizada uma bomba de limpador de para-brisas, figura 3, com dados na tabela 1, para impulsionar a água pelo circuito, até os reservatórios.

Voltagem	12V	Pressão	0,88Bar	Potência/Força	0,049cv
Corrente	$\leq 3^a$	Vazão	$\geq 72l/h$		

Fonte: Vetor Automotivos data sheet bomba BF 12

Tabela 1: Dados técnicos bomba do limpador de para-brisas



Figura 3: Bomba do limpador de para-brisas

Válvulas solenoides realizam o controle do fluxo de água, através de processo de abertura e fechamento, impedindo ou liberando a passagem da água pelo sistema.

O nível dos reservatórios deve ser verificado por chaves de nível através de estado ligado/desligado, possuindo assim controle para nível máximo e mínimo dos mesmos. Uma chave verificará a existência de nível mínimo de água no reservatório coletor, que ao ser atingido habita o funcionamento do sistema. Chaves nos reservatórios do limpador de para-brisas e lavatório acionam as bombas quando atingem nível baixo.

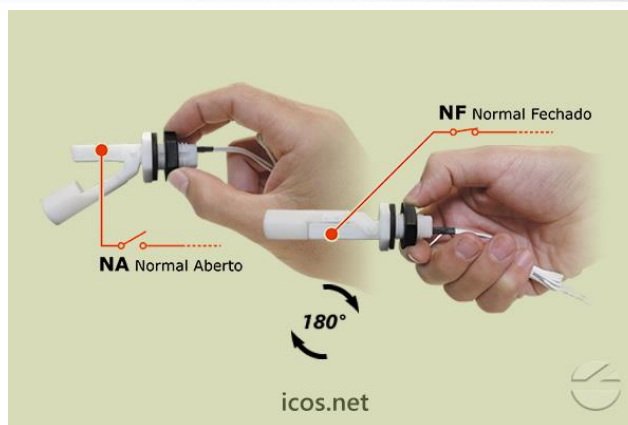


Figura 5: Sensor de nível

Para controlador foi escolhido o sistema Arduino UNO, a placa será alimentada com tensão de 12Vcc, porem por operar com baixa corrente serão aplicados relés para acionaras bombas e válvulas com os 12Vcc da bateria do veículo.

O circuito elétrico e hidráulico (anexo 1) foi desenvolvido com a aplicação do software QEletoTech e estrutura (anexo 2) com Solid Works. Uma observação a ser feita é que as peças que compõem o sistema podem variar conforme o modelo do veículo ou matérias disponíveis.

4 Resultados e Discussões

Após consulta a diversos artigos científicos voltados ao tema de reaproveitamento de água do ar condicionado foi possível observar em seus dados a geração significativa de água através de processo de condensação.

Conforme Damico e Sleiman (2016), um aparelho de ar condicionado de 110.000 BTU, libera em média 2,6 litros de água nas condições do clima externo em 27 °C e umidade relativa do ar em 38%.

Os dados que constam no artigo citado foram utilizados com referência neste projeto e tomados como premissa, visto que em outros artigos pesquisados também chegou se a observar uma produção de água condensada em quantidade suficiente para ser reaproveitado.

Com dados que constam na tabela 1, a bomba utilizada(72L/H) apresenta vazão suficiente para recompor os reservatórios em tempo hábil.

Em dias quentes é observada grande produção de água, onde o excesso acaba sendo lançado de volta ao meio ambiente, pois a demanda do limpador de para-brisa e lavatório não são suficientes para consumir todo volume de água gerado. Uma possível aplicação para consumo do excedente de água condensada seria a alimentação da descarga do sanitário, mas se faz necessário estudo sobre a influência de diluir o formaldeído (produto utilizado na higiene do sistema sanitário dos ônibus rodoviários) em água.

Em contrapartida, nos dias frios há pouca produção de água condensada, com isso o sistema de distribuição permanece desligado (bombas), pois só é habilitado a funcionar se houver nível suficiente de água no reservatório de coleta do dreno do ar condicionado.

5 Considerações Finais

A água é um recurso de grande valor, fundamental para manutenção da vida nos mais diversos ambientes. Seu consumo irracional tem causado transtornos em várias regiões e prejudicando a vida de muitas pessoas e animais. Muito tem sido falado sobre os meios possíveis de aproveitar ao máximo esse recurso, visando sua conservação.

Os aparelhos de ar condicionado, produzem água pelo processo de condensação, porém esta água é descartada no ambiente. Existem diversos estudos para corrigir tal fato, com o objetivo de mitigar esse prejuízo ambiental.

O projeto acima reutiliza a água produzida pelo condicionador de ar dos ônibus rodoviários para alimentação do tanque do limpador de para-brisas e lavatório do banheiro, através de um sistema automatizado aplicando microcontrolador. Essa aplicação da água condensada torna-se uma maneira de salvar a quantidade de água que seria inutilizada.

Referências

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. Acesso em out.2017

BERTOLASI, Nilson Antônio. Gestão dos Processos de Tratamento de Águas Utilizadas em Sistemas Prediais de Ar Condicionado. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: http://www.tctatecnologia.com.br/Monografia_Nilson_Antonio.pdf. Acesso em out.2014.

CARVALHO, Maria Teresa Campos.; CUNHA, Samuel Oliveira.; FARIA, Rozilaine Aparecida Pelegrini Gomes. Caracterização quali-quantitativa da água da condensadora de aparelhos de ar condicionado. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental/ IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais - Goiânia/GO – 19 a 22/11/2012. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/IX-002.pdf>. Acesso em out.2017

COSTA, Ênnio Cruz da. Refrigeração. 3 ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1982.

DAMICO, Angelo Ricardo Tavares; SLEIMAN, Eduardo Antonio. Reutilização Da Água Do Ar Condicionado Do Ônibus.5ªJornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu 24 a 27 de outubro de 2016, Botucatu – São Paulo, Brasil

GONÇALVES, Luciene Pavanello. Condicionamento de ar e sua evolução tecnológica. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2005. Disponível em: <http://engenharia.anhembi.br/tcc-05/civil-36.pdf>. Acesso em out.2014.

MOTA, Thatiane Rodrigues.; OLIVEIRA, Dyoni Matias de.; INADA, Paulo. Reutilização da água dos aparelhos de ar condicionado em uma escola de ensino médio no município de Umuarama-PR. Anais Eletrônico VIII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar. CESUMAR – Centro Universitário de Maringá Editora CESUMAR. Maringá – Paraná, 2011. Disponível em: http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/thatiane_rodrigues_mota_2.pdf. Acesso em out.2014.

NUNES, Riane Torres Santiago. Conservação da Água em Edifícios Comerciais: Potencial de Uso Racional e Reúso em Shopping Center. Rio De Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/rtsnunes.pdf>. Acesso em out.2017

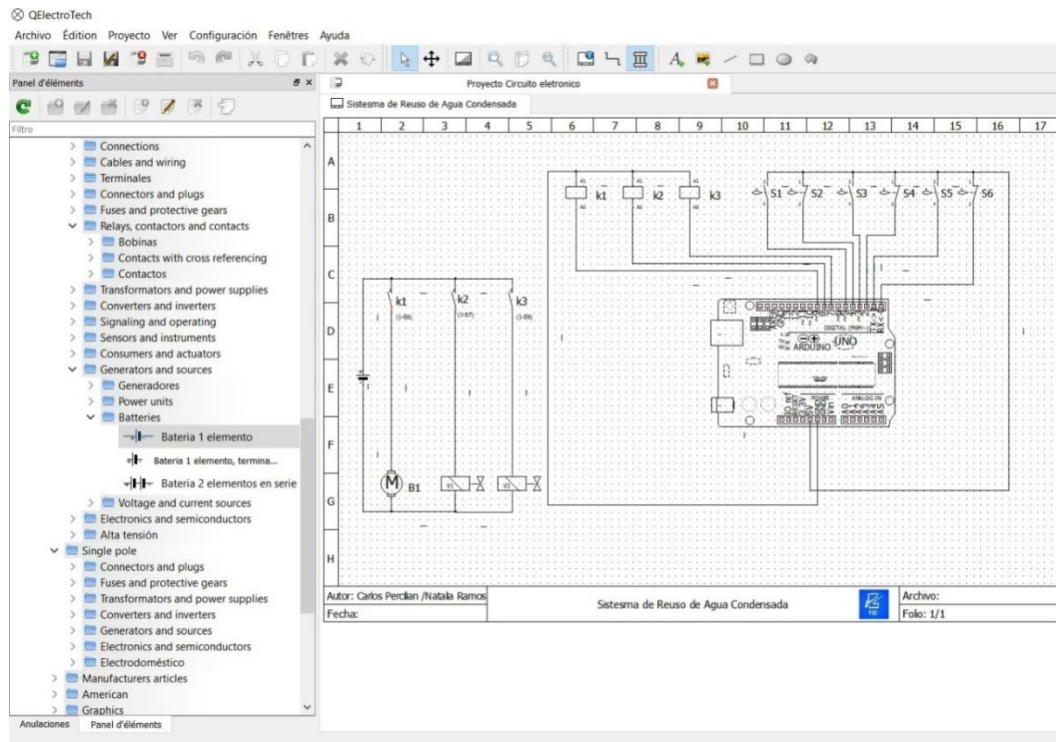
RODRIGUES, Zélia Medeiros. O Planejamento Estratégico como Indicador da Controladoria Aplicado à Gestão de uma Microempresa do ramo de ar condicionado. Fortaleza: Faculdade Lourenço Filho, 2010. Disponível em: <http://www.flf.edu.br/revista-flf/monografias-contabeis/monografia-zelia-medeiros.pdf>. Acesso em out.2017

SILVA, Kátia Barbosa da.; OLIVEIRA, Raissa Borges.; ISMAEL; Luara Lourenço.; ARRUDA, Valmir Cristiano Marques de. Desperdício de água nas instalações prediais do Campus Universitário da UFCG em Pombal-PB: Medidas para conservação, aproveitamento e reúso. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/2466/pdf_793. Acesso em out.2017

STOECKER, Wilbert.; JONES, Jerold W. Refrigeração e Ar Condicionado. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.

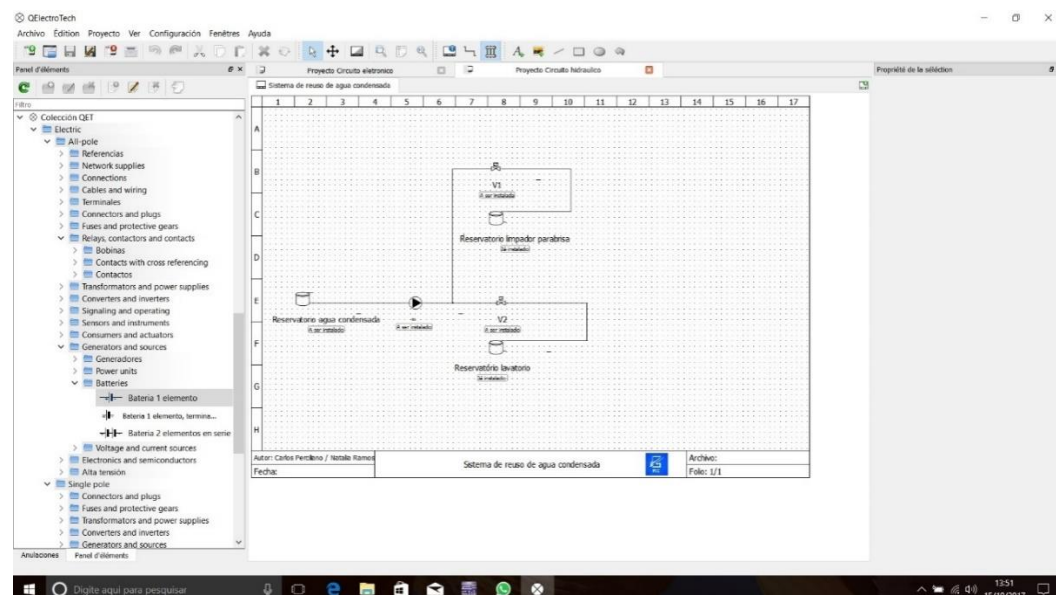
ANEXO 1: CIRCUITOS ELETRICO E HIDRAULICO

Circuito Elétrico



Fonte: Autores

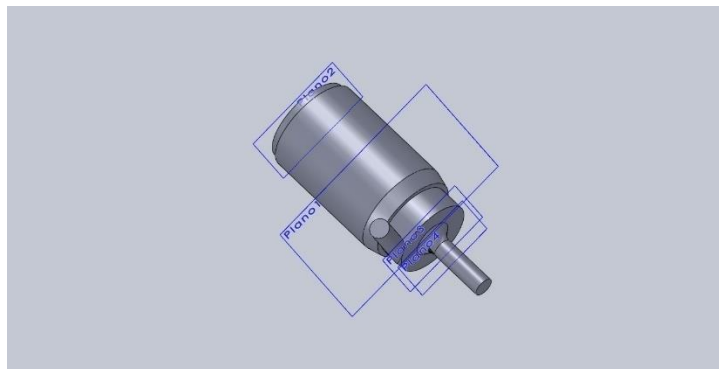
Circuito Hidráulico



Fonte: Autores

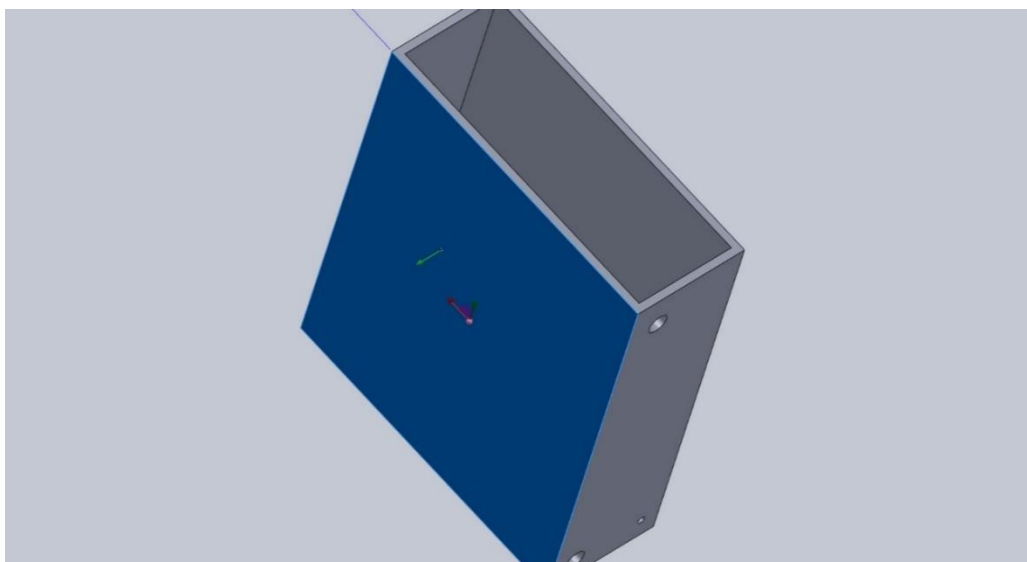
ANEXO 2: ESTRUTURAS

Estrutura de Bombeamento



Fonte: Autores

Estrutura do Reservatório do Dreno



Fonte: Autores