



ESCOLA E FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI ANCHIETA

Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica Industrial

Filipe de Sousa Pereira
Emerson Pereira da Silva Ramos
Vinicius Cassiano Favaron
Marcelo Teruya

Controlador de temperatura de duchas

**São Paulo
Dezembro/2021**

Filipe de Sousa Pereira
Emerson Pereira da Silva Ramos
Vinicius Cassiano Favaron
Marcelo Teruya

Controlador de temperatura de duchas

Monografia apresentada à Faculdade SENAI Anchieta como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnólogo em Eletrônica Industrial.

Prof. Orientador: Ricardo Arroio

São Paulo
Dezembro/2021

AUTORIZAMOS A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo da publicação no
Serviço de Biblioteca e de Documentação da
Escola e Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta

Pereira da Silva Ramos; Emerson; Sousa Pereira, Filipe de; Teruya; Marcelo; Cassiano Favaron; Vinicius.

Controlador de temperatura para duchas / Emerson Pereira da Silva Ramos; Filipe de Sousa Pereira; Marcelo Teruya; Vinicius Cassiano Favaron. Orientador: Ricardo Arroio. -- São Paulo, 2021.

<Total de paginas>.

Monografia (Graduação – Curso de Tecnologia em Eletrônica Industrial) – Escola e Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta.

1. Controlador de temperatura1 2. Controlador2 3. Água3 4. Banho4 5. Duchas5 I. Título. Controlador de temperatura para duchas.

<CÓDIGO DE CATALOGAÇÃO DA BIBLIOTECA>

FOLHA DE APROVAÇÃO

Filipe de Sousa Pereira

Emerson Pereira da Silva Ramos

Vinicius Cassiano Favaron

Marcelo Teruya

Controlador de temperatura de duchas

Monografia apresentada à Escola e Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnólogo em Eletrônica Industrial.

Monografia defendida e aprovada em: ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. _____

Instituição _____ Assinatura _____

Prof. _____

Instituição _____ Assinatura _____

Prof. _____

Instituição _____ Assinatura _____

Ao professor Ricardo Arroio pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta monografia. Ao nossos pais, amigos e colegas, pelo incentivo e pelos apoios constantes.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Orientador Ricardo Arroio pelo incentivo, apoio e colaboração.

Ao Prof. Erineu e Prof. Ivo lima pelo apoio e colaboração.

À Instituição pelo ambiente criativo e amigável que proporciona.

Aos nossos pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte desta monografia, o nosso muito obrigado.

Resumo

Projeto de melhoria de controle de temperatura e tempo de banho, aplicando interface digital para configuração do usuário de forma fácil e rápido, com objetivo de ter precisão da temperatura definida, afim de proporcionar uma melhor experiência de banho, bem como conscientizar o usuário a reduzir o consumo de água excessivo pelo tempo de banho definido.

Aplicando conceitos adquiridos ao longo do curso o protótipo funcionará de forma automática integrando hardware e software em dois módulos separados, sendo um de configuração onde será ajustado pelo usuário os parâmetros desejados e um módulo de controle que atuará no circuito de potência obedecendo a temperatura ajustada, a comunicação entre módulos será via WI-FI.

Palavras-Chaves: Controle de temperatura, Água.

Abstract

Project to improve temperature control and bath time, applying digital interface for user configuration in an easy and fast way, with the objective of having an accurate set temperature, in order to provide a better bathing experience, as well as make the user aware of reducing excessive water consumption for the defined bath time.

Applying concepts acquired throughout the course, the prototype will work automatically, integrating hardware and software into two separate modules, one being a configuration module where the desired parameters will be adjusted by the user and a control module that will act on the power circuit obeying the adjusted temperature, communication between modules will be via WI-FI.

Key-words: Temperature Control, Water.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|---|-------------------------------------|----|
| Figura 1 - Elementos que compõem um chuveiro | Error! Bookmark not defined. | 5 |
| Figura 2 - Módulo de controle | Error! Bookmark not defined. | 7 |
| Figura 3 - Modelo de comunicação adotado | Error! Bookmark not defined. | 7 |
| No table of figures entries found. Figura 7- Tabela de especificações BTA41..... | | 24 |
| Figura 8 - Pinout ESP32 DevKit WROOM32..... | | 25 |
| Figura 9 - Configuração IDE arduino para ESP32..... | | 26 |
| Figura 10- Diagrama de blocos internos ESP32..... | | 27 |
| Figura 11- Programação do display LCD..... | | 28 |
| Figura 12- Teste Display LCD..... | | 30 |
| Figura 13- Programa teste RFID..... | | 31 |
| Figura 14- Programa teste sensor..... | | 32 |
| Figura 15- Gráfico da curva de resistência..... | | 33 |
| Figura 16- Gráfico de curva da tensão no divisor..... | | 33 |
| Figura 17- Fluxograma de processos do projeto..... | | 35 |
| Figura 18- Lista de partes interessadas..... | | 36 |
| Figura 19 - Mapeamento de poder x influencia..... | | 36 |
| Figura 20 - Lista de requisitos..... | | 37 |
| Figura 21 - Dicionário EAP..... | | 37 |
| Figura 22 -EAP..... | | 38 |
| Figura 23 - Canvas..... | | 39 |
| Figura 24 -FMEA..... | | 39 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1- Lista de materiais/Ferramentas..... | 22 |
| Tabela 2- Lista de EPI'S..... | 25 |
| Tabela 3- Lista de componentes e suas descrições..... | 26 |
| Tabela 4- Tabela de correlação temperatura, resistência e tensão..... | 27 |
| Tabela 5- Lista de atividades | 28 |
| Tabela 6- Tabela de custo..... | 30 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-------------------------------------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 10 |
| 2. DESENVOLVIMENTO..... | 11 |
| 2.1. REVISÃO DE LITERATURA | 11 |
| 2.1.1. <i>Pesquisas Acadêmicas</i> | 11 |
| 2.1.2. <i>Patentes</i> | 12 |
| 2.2. RELATÓRIO DE EXECUÇÃO | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| 2.3. MATERIAIS..... | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| 2.4. RESULTADOS OBTIDOS (TESTES) | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| 3. CONCLUSÃO..... | 51 |
| REFERÊNCIAS..... | 52 |

1. INTRODUÇÃO

O objetivo desta monografia é demonstrar como será feito o desenvolvimento, a montagem e os testes do controlador de temperatura para duchas.

Este projeto será realizado com intuito de automatizar o processo de um banho comum, fazendo com que o usuário possa configurar a temperatura e o tempo de banho de forma digital e microprocessada, os parâmetros serão ajustados via tag RFID, simulando assim um cartão de acesso ao banho, no qual como melhoria futura, poderá ser implementado ao projeto a leitura cartão de crédito para cobrança de uso do dispositivo. Ao ligar o sistema o funcionamento inicial se dará com o usuário utilizando a tag RFID cadastrada e configurando no display LCD selecionando assim a temperatura e o tempo de banho, após estas configurações irá ser liberado a água pela válvula ON/OFF que garante que o sistema funcione com água para evitar queima da resistência. Ao longo do banho irá ser mostrado no display a contagem regressiva do tempo do banho, acionando alarme pelo Buzzer toda vez que a contagem estiver a um minuto do fim do tempo, e assim que terminar o tempo o buzzer toca novamente para avisar que o tempo de banho foi atingido.

A potência máxima da resistência será de 5000 W, o sistema será formado por dois módulos separados um para controle de potência e outro para parte de configuração, no módulo de controle conterá: Caixa com proteção contra água, Circuito de potência, Microprocessador ESP32, válvula ON/OFF, Resistência de aquecimento, Buzzer e a saída de água (Ducha).

No módulo de configuração que ficará na parte externa da cabine de banho conterá: Microprocessador ESP32, Leitor RFID e o display LCD.

O circuito será projetado juntamente com o software bem como a parte estrutural do projeto. Após a etapa de projeto será realizado testes dos circuitos de forma separada afim de validar cada parte do conjunto, na sequência será feita a parte da estrutura do projeto, após isso será realizada a unificação das partes do projeto já testadas afim de aferir e verificar o funcionamento como conjunto.

A realização desse trabalho acadêmico será feita com base em pesquisas acadêmicas, de teses, TCC's e artigos científicos, além de patentes com a finalidade de se obter sustentação científica e tecnológica sobre o Tema.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Revisão de Literatura

Nesta seção, encontra-se descrito as pesquisas acadêmicas e de patentes feitas para ter embasamento sobre o controlador, bem como o experimento realizado ao longo desta pesquisa, detalhando os testes realizados, resultados esperados e os resultados obtidos, a fim de possibilitar a reprodução da prova de conceito aqui descrita.

2.1.1. Pesquisas Acadêmicas

Este trabalho (Pegoraro, 2016) tem por objetivo propor uma solução barata e eficaz para o uso de instalações sanitárias em postos de gasolina fazendo um programa de fidelidade com o cliente, no qual o consumir produtos do estabelecimento, ganhara pontos que poderão ser transformados em tempo de banho em postos conveniados assim, intermediando as duas partes interessadas, tanto o cliente, pois conseguira tomar seu banho a beira da estrada, quanto para o posto, que não estará perdendo dinheiro ao deixar seus clientes tomarem banho e usarem as locações sanitárias de graça.

O objetivo desta dissertação (JUNIOR, 2006) é mostrar o desenvolvimento de um circuito de controle de potência para chuveiros usando semi ciclos inteiros porém de modo otimizado, com a finalidade de reduzir os ruídos e o efeito cintilação também conhecido como “Flicker” desta forma melhorando o controle de temperatura sem causar grandes efeitos a rede elétrica do lugar.

Este trabalho de conclusão de curso (Carvalho, 2018), tem como finalidade demonstrar como foi realizado a montagem e desenvolvimento de um protótipo de um chuveiro automatizado, utilizando o microcontrolado PIC16F877A, para controlar a temperatura de banho de forma digital, assim melhorando a experiência do usuário final. Ao decorrer desta documentação, foi apresentado todo o estudo teórico e desenvolvimento de cada parte do projeto, tanto do hardware, como do software, até mesmo as dificuldades encontradas como

no caso da instalação do sensor de temperatura. Por fim, foi possível notar que o protótipo teve sucesso em relação ao que foi proposto funcionando de forma correta.

Este trabalho (Silva, 2017) trata-se de um projeto que visa trazer economia de água em uma casa que faz o uso de aquecimento solar, porém o chuveiro encontra-se longe do local onde a água quente é armazenada, a distância acaba gerando um grande volume de água fria na tubulação, pensando nisso, o desenvolvedor pensou em como economizar água, aquecendo então essa água que está fria na tubulação construindo um sistema de controle eletrônico. Ao decorrer do projeto foi apresentado todo o desenvolvimento e raciocínio utilizado, mostrando os diagramas de funcionamento. Por fim temos como conclusão que o protótipo atingiu sua finalidade com êxito, tendo como principal ponto positivo a economia da água do sistema como um todo.

Nesta monografia (Coelho, 2013) foi apresentado a formatação de um protótipo para controle de temperatura e vazão para um chuveiro elétrico de forma microprocessada, usando o tipo de controle PID, que tem como característica ser mais preciso ao controlar o set point, foi utilizado o arduino para desenvolver a programação. O interessante em perceber neste projeto foi que o autor descreveu como foi realizado o modelamento matemático de desenvolvimento do sistema de controle tanto como da vazão, como da temperatura. Por fim podemos concluir que ao final do projeto o protótipo se mostrou funcional.

2.1.2. Patentes

A presente patente MU 8502343-4 U tem como objetivo apresentar um modelo de utilidade de um chuveiro de praia automatizado, que tem um sistema de controle de dados local e remoto com uma central que permite um operador acessar remotamente afim de monitorar defeitos bem como quantidade fichas e outras informações pertinentes ao sistema. A patente tem como finalidade melhorar a experiência do usuário final do chuveiro, bem como conseguir unir dados do sistema em uma central de supervisão e gerencia, com as duas se comunicando via WI-FI.

Esta patente MU8702767-4 U2 apresenta um circuito digital e microprocessado de controle de aquecimento da água, que pode ser utilizado a diferentes tipos de aplicação como

por exemplo torneiras elétricas, chuveiros, aquecedores de piscinas entre outros. Sua entrada de tensão é por meio de fonte chaveada da qual permite a faixa de tensão entre 90-240VCA. O modelo de controle que está sendo utilizado é por meio de disparados de um semicondutor, desta forma visando a economia de água e energia elétrica uma vez que o circuito fornece apenas a potência requerida naquele momento para atingir o set point escolhido e não a potência máxima disponível do circuito. Uma das grandes vantagens deste modelo, é a diversidade de resistências e faixas de tensões que podem ser aplicadas ao mesmo, tendo em vista que entrada é variável. Isto é possível pois o circuito dispõe de um regulador de tensão juntamente com um chip de controle, que recebe e processa os dados afim de garantir um contínuo funcionamento. A parte física da estrutura dispõe-se de potenciômetro para o ajuste de temperatura, display para visualização das informações, sensor de temperatura, chaves de contato entre outros.

A patente BR 202018016326-8 U2 apresenta o modelo de um chuveiro eletrônico comandado a distância por aplicativo que tem como finalidade automatizar o processo de banho utilizando-se de um chuveiro comum, o comandado a distância por aplicativo de celular, permite ao usuário o controle de temperatura e tempo de banho eletronicamente. A comunicação entre o celular e o modulo é feita via bluetooth, para controle de potência utiliza-se um triac, que atua conforme o microcontrolador, desta forma temos a economia de energia elétrica. A grande sacada deste modelo está em fazer a configuração das informações necessárias pelo aplicativo de celular, que é muito mais prático, rápido e funcional, além de diminuir o custo total do projeto, pois se não tivesse esta configuração, teria que ser criada uma interface física com display e teclado.

Este projeto BR 10 2012 022860-2 A2, trata-se de um chuveiro eletrônico com controle linear de temperatura, mas de modo a não consumir energia reativa. Este modelo foi desenvolvido com a lógica de controle por PWM, com o ajuste feito por controlador de trem de pulsos. Juntamente ao projeto foi integrando um controlador PID de temperatura ao qual permite a maior precisão possível para se chegar e manter o sistema no set-point definido. Este é ponto principal a ser destacado nesta patente, pois o controle PID se mostra muito mais eficiente pois além de manter a temperatura o mais próximo possível do set point, aumenta a economia de energia, pois a potência aplicada ao circuito, nem sempre é a máxima disponível. Por não gerar consumo energia reativa, este projeto visa além de melhorar o ajuste/controle de

temperatura, melhorar a qualidade da rede elétrica, de modo a não causar distúrbios que são conhecidos quando o chuveiro é ligado em uma residência comum.

Esta patente BR 112012029629-9 A2 refere-se ao sistema de gerenciamento e controle de água, onde a partir de duas fontes de água uma sendo o reservatório de água fria, e o outro de água quente. O projeto dispõe-se de uma válvula de mistura, que faz a dosagem ideal afim de que o sistema alcance o set-point desejado, após esta etapa temos a válvula desviadora, que faz o envio da água a uma ou mais saídas. Para controlar tudo isso temos o controlador que gerencia todas as entradas e saídas, sendo o elemento que envia comando as válvulas. As entradas deste controlador são a interface principal, composta por tela de toque, bateria, alto-falante e supressão manual, além disso temos a interface de usuário de chuveiro manual e a interface remota do usuário.

2.2. Cenário atual

O tema abordado neste trabalho está diretamente ligado ao dia-a-dia de todos nós, afinal em algum momento do nosso dia paramos para tomar um banho, e geralmente é um momento relaxante e confortável, porém com a grande quantidade de afazeres do cotidiano cada vez mais as pessoas buscam otimização e facilidade de modo a já encontramos certos estabelecimentos como academias ou até mesmo postos de gasolina a beira da estrada, que possuem espaços destinados ao banho dando uma opção para as pessoas que queiram usufruir, porém em alguns casos as instalações são inapropriadas, ou apenas duchas de água fria, ou então chuveiros comuns que consomem muita energia elétrica. Outro fator que muitas vezes traz incomodo e reclamações aos usuários de chuveiros elétricos tradicionais é o ajuste de temperatura, que é feito por meio de seleção de TAPS no chuveiro, e o ajuste fino de temperatura varia conforme a vazão regulada no registro de água.

Pensando em todos esses quesitos, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma solução viável para resolução de todos estes problemas. A ideia é construir um sistema de controle de temperatura e tempo de banho do qual teremos dois módulos instalados numa cabine de banho. O primeiro modulo será o de configuração que ficará na parte de fora do sistema, e o outro modulo de controle que irá atuar sobre a resistência afim de aquecer a água. Por meio de uma tag RFID o usuário poderá configurar a temperatura e tempo via display do modulo de configuração, após definir as informações de banho, a passagem da água que é

controlada por meio de uma válvula ON/OFF é liberada e imediatamente a água já começa a ser aquecida até chegar no set-point estabelecido.

Para chegarmos até a presente ideia, foram muitas discussões e pensamentos sobre o que seria melhor a se fazer, e de qual forma seria mais seguro de realizar a prototipagem. Pensando no quesito de segurança, foi definido pelo grupo que o ideal seria que o usuário conseguisse fazer as configurações em um sistema a parte, do qual preferencialmente ficasse no lado de fora da cabine, com a finalidade de diminuir a possibilidade dos componentes eletrônicos terem contato com água ou o vapor da água que poderiam prejudicar o funcionamento do sistema como um todo. Desta maneira a solução proposta foi; separar o sistema em duas partes, do qual a primeira é o modulo de configuração, que dispõe de um microprocessador ESP32, um display LCD, Leitor RFID. E o modulo de controle/Potência, que dispõe de um segundo microprocessador ESP32, Válvula ON/OFF, Buzzer, Sensor NTC.

Chuveiro Elétrico

O ato de tomar banho é uma cultura bem antiga. Acredita-se que os egípcios já tinham esse hábito a mais de 3.000 anos. Era como um ritual sagrado, no sentido de purificar o espírito através da limpeza do corpo. Para alguns estudiosos, essa prática ajudou a afastar a civilização egípcia de pragas e de doenças comuns na época (ELETRORIO, 2016).

A influência grega na civilização romana aprimorou a ideia do banho com a criação das termas, constituídas por edifícios divididos em piscinas, saunas e vestiários. Há registros que no século XV, chuveiros eram usados nas saídas dos encanamentos. Após a 2ª Guerra Mundial se tornou mais fácil aquecer a água em casa. Com isso, houve a disseminação de chuveiros por toda a Europa. Antes da chegada dos europeus ao Brasil, os indígenas já tinham o costume de se banhar em rios, cachoeiras, entre outros (ELETRORIO, 2016).

Foram necessários avanços na área de engenharia e tecnologia para que o banho se tornasse um hábito mais agradável para as pessoas. Até o início do século XX, tomar banho de chuveiro, principalmente aquecido, em um banheiro da própria casa era privilégio para poucos. Surgiram então no Brasil os primeiros protótipos de chuveiros elétricos, pois boa parte do país já contava a energia elétrica (ELETRORIO, 2016).

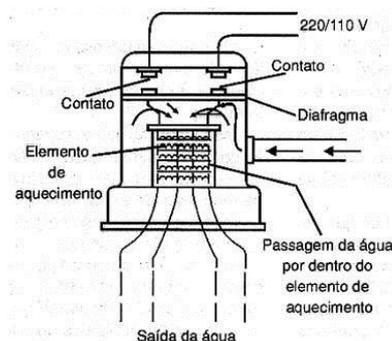
Com o tempo, criaram os chuveiros de materiais plásticos, por serem mais baratos e seguros em comparação aos de metal, utilizando resistências blindadas e adequando-os cada vez mais às normas de segurança. Mais à frente, surgiu o chuveiro com controle eletrônico de temperatura. A partir daí o uso de tecnologia nos chuveiros elétricos propiciou uma regulagem mais precisa, podendo ser ajustado com o chuveiro em funcionamento sem o risco de choques elétricos. Tudo isso, através de um potenciômetro de ajuste de temperatura instalado mais próximo do usuário, visando a facilitar seu acesso (ELETORIO, 2016).

Segundo Braga (1999), o chuveiro elétrico é um dispositivo com uma câmara de plástico ou metal, dentro da qual existe uma resistência elétrica feita de metais com alto ponto de fusão, como níquel e cromo, que necessita ser energizada para transmitir o calor à água por contato dentro da câmara do chuveiro.

O funcionamento dele ocorre com a energização feita por meio do aumento do fluxo de água, que empurra um diafragma contido na câmara, elevando, então, os contatos elétricos que fecharão o circuito, energizando a resistência. Dessa forma, a corrente elétrica passa pela resistência causando o aquecimento da mesma, a qual, pelo processo de condução (efeito joule), aquece a água da câmara. Após fechar a torneira, a água perde volume e pressão, deixando de empurrar o diafragma e liberando os contatos elétricos, desenergizando o chuveiro.

Os principais componentes de um chuveiro são mostrados na FIG. 2. Na parte externa e superior dos chuveiros elétricos convencionais, existe uma chave de seleção de duas ou três posições que serve para ajustar a temperatura do chuveiro, através da alteração da potência que será usada pela resistência. Essa alteração só deve ser feita sem fluxo de água, devido ao risco de choque elétrico (BRAGA, 1999).

FIGURA 1 - Elementos que compõem um chuveiro.



Fonte: BRAGA (2011).

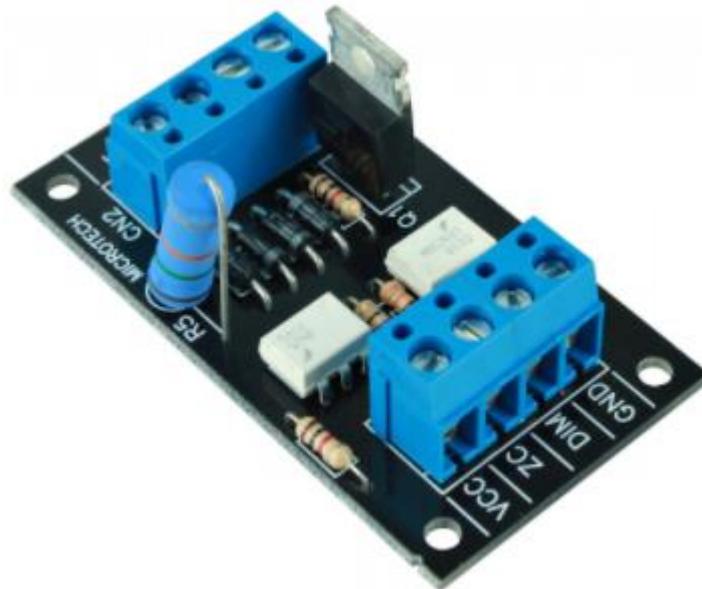
2.3. Funcionamento proposto do projeto

Neste item será descrito em detalhes o funcionamento prático do sistema proposto. O funcionamento se dará da seguinte forma, após o sistema estar energizado, o usuário terá uma tag RFID cadastrada, usando-a no módulo de controle que ficará na parte externa da estrutura, será liberada as configurações de temperatura, que vão de 20 a 40 C°, e o tempo de banho que é configurado de 5 a 60 minutos. As configurações serão feitas pela tag RFID, a cada vez que a tag se aproximar do leitor incrementará uma unidade no display, se mantiver próximo por um intervalo maior que 3 segundos, o sistema incrementará o valor ao passo de 5 unidades. Após a etapa de configuração dos parâmetros a seguinte mensagem aparecerá no display:

”Liberar água?” se a tag for aproximada mais uma vez o microprocessador do módulo de controle (ESP32), irá enviar um sinal para energizar a válvula ON/OFF, assim liberando a passagem de água, o sensor de temperatura NTC, estará colocado estrategicamente na passagem de água do sistema, conforme a variação de temperatura, a resistência do sensor varia, variando assim a tensão dessa forma por meio da porta analógica do ESP32 (Módulo de controle) o programa irá analisar qual valor de entrada analógico está sendo lido, convertendo o valor de tensão em temperatura por meio de uma tabela previamente feita, que contém equações matemáticas para tal conversão, desta maneira, o software analisará, qual a temperatura está no momento, o valor é comparado com o do setpoint, se for menor, o sistema de potência permanece ligado, se o valor lido for maior, desliga o sistema e permanece em LOOP, até que seja desenergizado.

O modelo de sistema adotado para controle da carga, foi o tiristor TRIAC modelo BTA41, utilizando a propriedade de ângulo de disparo do componente é possível controlar a corrente consequentemente controlando a potência aplicada na resistência. Ao pesquisar alguns modelos de módulos eletrônicos de potência, foi possível achar um módulo para arduino chamado “PIC MC-8A com sinal zero Cross 220v”, conforme imagem segue imagem a baixo, para utilizar a potência que necessária no projeto, o modelo de TRIAC que já vem montado no módulo (BTA137) será substituído, no lugar será colocado o BTA41 juntamente com um dissipador, desta maneira a corrente máxima de comutação passa de 8A, para 40A.

FIGURA 2- Módulo de controle



Fonte: (USINAINFO, 2021)

A comunicação entre os módulos chamados de MPU1 (Módulo de configuração) e o MPU2 (Módulo de controle) será realizada via WI-FI, para que tal seja possível necessita utilizar de um roteador WI-FI, que será responsável por fazer a ponte de informações entre os módulos, desta forma, ao fazer as configurações no MPU1, as mesmas serão mandadas para o MPU2, do qual será responsável através do software programado previamente, analisar tais dados, e tomar decisões do tipo, ligar/desligar água do sistema, ligar/desligar aquecimento, ligar/desligar buzzer, realizar a leitura do sensor e retornar tais informações para o MPU1, como, temperatura atual e tempo restante de banho sejam mostrados no display.

FIGURA 3- Modelo de comunicação adotado



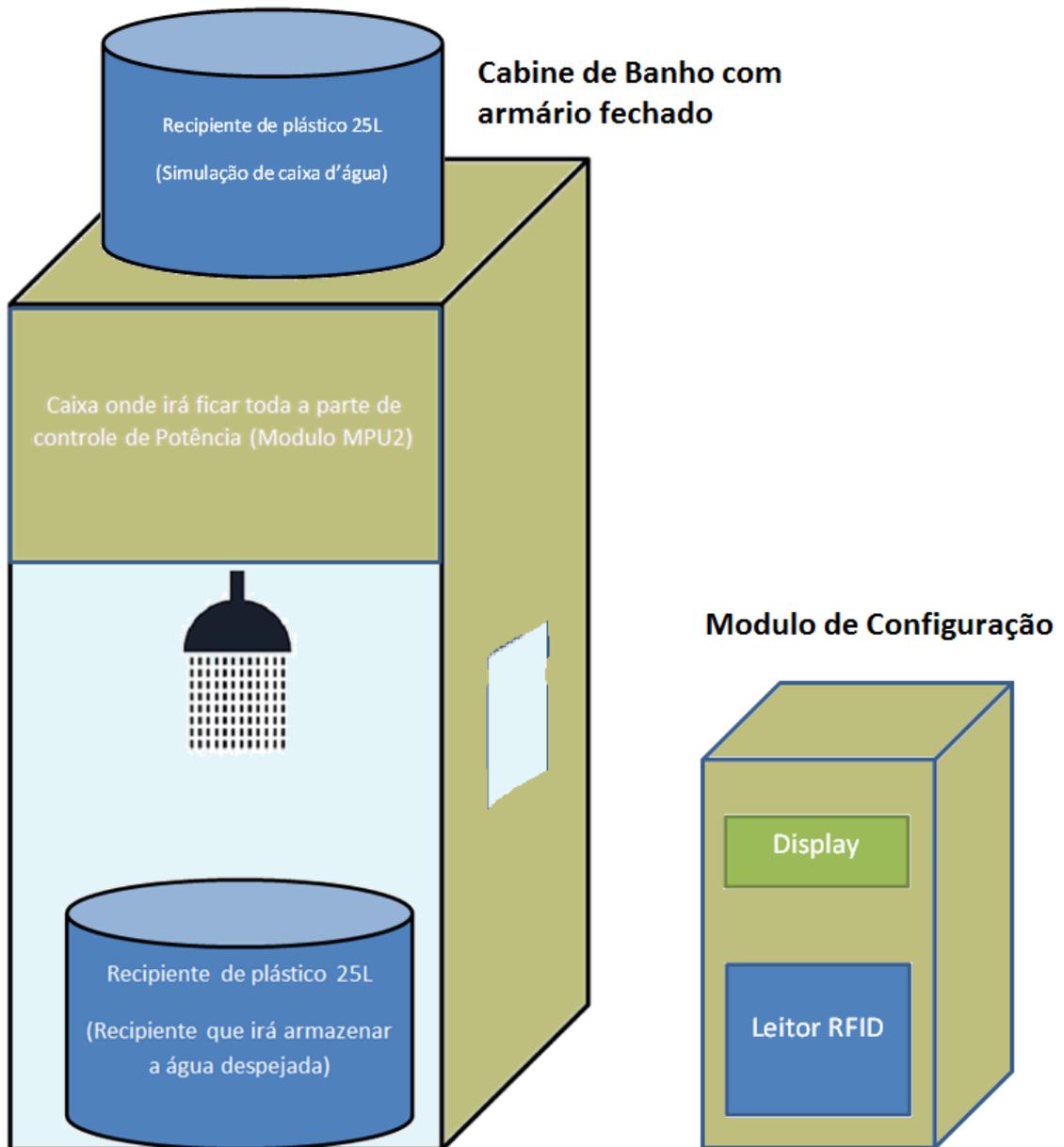
Fonte: (Autor, 2021)

Durante o processo de banho, o sistema estará constantemente monitorando o valor de temperatura atual, e o tempo de banho, o buzzer será utilizado nesse sistema para alarmes correspondentes ao tempo de banho decorrido. Ao longo do banho irá ser mostrado no display (MPU1) a contagem regressiva do tempo do banho, o MPU2 enviará um sinal para acionar o buzzer toda vez que a contagem estiver a um minuto do fim do tempo, e assim que terminar o tempo o buzzer toca novamente para avisar que o tempo de banho foi atingido. A finalidade deste recurso é conscientizar o usuário a não gastar mais do que o tempo definido anteriormente, evitando assim desperdício de água, o sistema não irá cortar a água quando terminar o tempo de banho definido pelo usuário, porém se necessário este recurso é facilmente configurado via software assim o local que sentir a necessidade de fazer deste modo assim o fará.

A estrutura de prototipagem, irá ser construída de madeira, que é um material resistente, não condutor, e de fácil montagem e diferentes tipos de configuração, desta maneira, irá ser construído uma estrutura capaz de aguentar até 20 litros de água. O recipiente reservado para água ficará na parte superior do projeto, aumentando assim a pressão de água no sistema. A estrutura terá em torno de 2,5 metros de altura, a tubulação será feita de canos de PVC. Abaixo do recipiente de água ficará a caixa totalmente fechada, para evitar o contato com a água, que contém o módulo de controle denominado (MPU2), dentro do cano de PVC que vai para a saída de água estará localizado o sensor de temperatura NTC, juntamente com a válvula ON/OFF, que atuará sobre a passagem de água, dentro do elemento de saída de água estará a resistência que aquecerá a água conforme a necessidade do usuário.

Logo do lado da estrutura principal de cabine de banho, será feita uma estrutura secundária da qual estará montado o módulo de configuração (MPU1), juntamente com o display LCD e o leitor RFID, nesta caixa também estará a montagem do roteador WI-FI, que previamente estará configurado, para realizar a ponte de comunicação entre os dois MPU1 e MPU2.

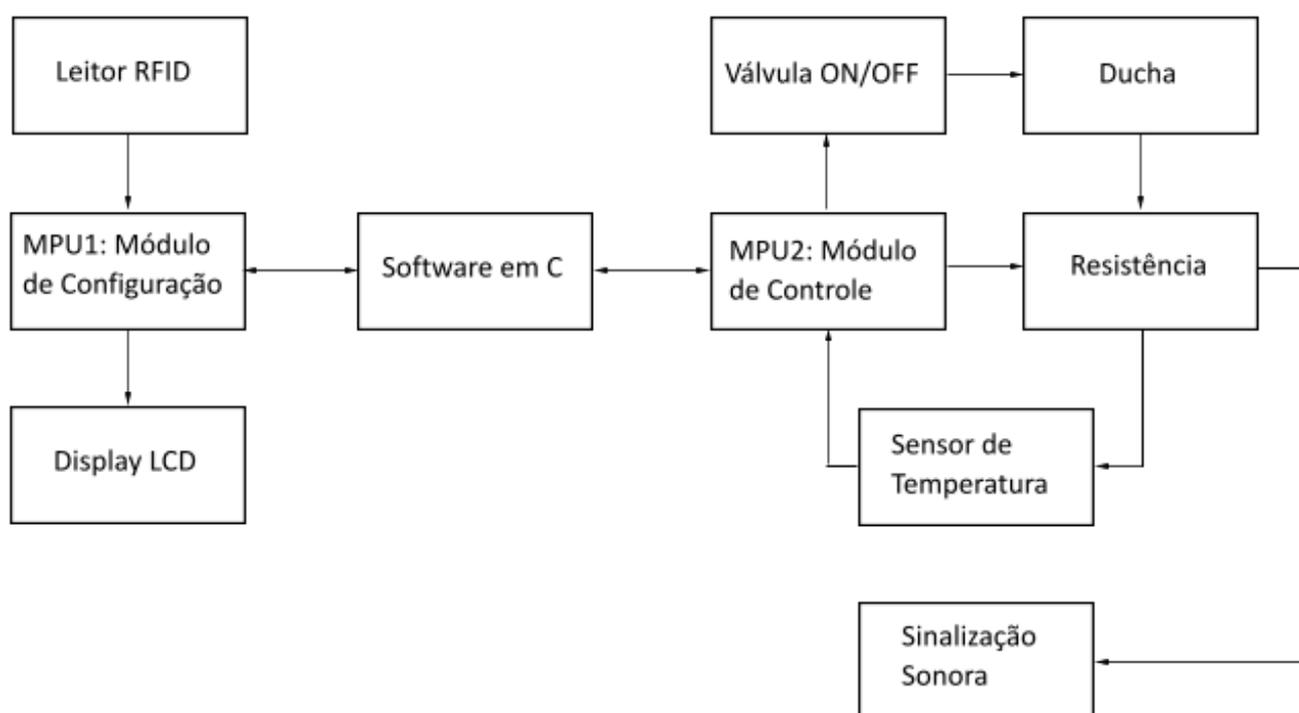
FIGURA 4- Modelo de montagem do protótipo



Fonte: (Autor, 2021)

Para ter um panorama geral de funcionamento do projeto, foi desenvolvido um diagrama em blocos, que facilitará a compressão do funcionamento do protótipo proposto além de ajudar na execução da montagem e prototipagem do projeto, uma vez que o mesmo, será desenvolvido por todos os integrantes do grupo onde cada indivíduo terá participação em diferentes âmbitos do projeto.

FIGURA 5- Diagrama em blocos



Fonte: (Autor, 2021)

Em relação ao sistema de controle adotado temos que para que a temperatura da água se mantenha constante independente das possíveis perturbações será necessário aplicar um sistema de controle em malha fechada, onde o sensor NTC irá medir a temperatura da água e essa informação será enviada para o comparador. Por sua vez, o comparador irá calcular o erro (diferença entre o set point e o valor atual) e irá atualizar o valor do mesmo na função de transferência. O controle será feito através da variação da potência aplicada no circuito e esse ciclo se repetirá até que o valor de set point seja atingido.

2.4. Componentes, lista de ferramentas/Materiais

Tabela 1- Lista de matérias/ Ferramentas

| Lista de Materiais/ Ferramentas | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Item | Descrição | Quantidade |
| 1 | Arco de serra | 1 |
| 2 | Parafuso para madeira | 100 |
| 3 | Parafusadeira | 1 |
| 4 | Kit de bits para parafusadeira | 1 |
| 5 | Lixa para madeira | 5 |
| 6 | Prego | 100 |
| 7 | Morsa | 1 |
| 8 | Martelo | 1 |
| 9 | Mão francesa | 2 |
| 10 | Cola para madeira | 1 |
| 11 | Caixa de disjuntor | 2 |
| 12 | Caixa fechada para MPU2 | 1 |
| 13 | Cano PVC | 3 Metros |
| 14 | Conexão 1/2 polegada | 5 |
| 15 | Registro esfera para água 1/2 pol | 1 |
| 16 | Recipiente para água 20 litros | 1 |

Fonte: (Autor, 2021)

Esta é a lista de ferramentas e materiais que serão usados na montagem da estrutura do projeto. Como estaremos lidando atividades com certo risco, para a segurança dos integrantes do grupo foi providenciado o uso de EPI'S de segurança, visando principalmente proteger a integridade física e evitar quaisquer problemas, afinal estaremos realizando testes e prototipagem com uma corrente de até no máximo 40A.

Tabela 2- Lista de EPI'S

| Lista de EPI'S | | |
|-----------------------|---|-------------------|
| Item | Descrição | Quantidade |
| 1 | Óculos de proteção | 4 |
| 2 | Luva de proteção (contra farpas da madeira) | 4 |
| 3 | Bota de segurança (Bico de plástico) | 4 |

Fonte: Autor (2021)

Tabela 3- Lista de componentes e suas descrições

| Tabela de especificação dos componentes e equipamentos | | | | | |
|--|-----------------------|--------------------------------------|--|---|---|
| Quant. | Item | Código | Descrição | Função no projeto | Figura |
| 2 | ESP32 | ESP-wroom 32 | Microprocessador responsável por gerenciar controle e configurações | No nosso projeto, utilizaremos duas MCU'S, um (MCU1) será responsável por controlar a parte de configuração de tempo e temperatura do processo, e o segundo (MCU2) será responsável por fazer o controle de potência do processo. |  |
| 1 | Sensor de temperatura | SB41-NTC | Responsável por enviar a informação da temperatura para o MCU | Utilizaremos para receber as leituras das informações de temperatura do processo. As leituras serão feitas para o MCU2 |  |
| | | | | Utilizaremos para controlar de forma ON/OFF o fluxo de água, este controle será feito pela MCU 2, de forma que somente |  |
| 1 | Ducha- valeplast | 41021 | Saída da água para o usuário | Utilizado apenas como saída da água controlada para o usuário |  |
| 1 | Display | Display LCD 16x2 Backlight Azul | Visor para mostrar as informações pertinentes ao sistema(Temperatura, tempo) | Utilizado para que seja possível visualizar as informações do projeto, principal ferramenta para a interface entre o usuário e o sistema, este será comandado pela MCU1(Configuração) |  |
| 1 | Resistencia | 5000W 220v | Resistencia elétrica para chuveiro, com a potência de 5000W em 220V | Elemento controlado inserido na passagem de água do qual conforme a circulação de corrente elétrica pelo mesmo, irá se aquecer e dessa forma aquecer a água |  |
| 2 | Fonte de alimentação | 12v | Entrada de 90~240Vca saída 12V | Alimentar os Componentes do projeto |  |
| 1 | Módulo de potência | Pic MC-40A com sinal Zero Cross 220V | Módulo de interface de potência para controle de cargas até 40A | Será utilizado para fazer interface entre o MPU2 e a resistência de aquecimento, o modelo dispõe-se de circuito de acionamento de um triac por optoacopladores que recebe o sinal do ESP32. |  |
| 1 | Leitor RFID | RFID RC522 | Leitor de tags RFID para seja possível ler as tags cadastradas afim de liberar o acesso ao banho | Será utilizado como uma das partes que compõe a interface entre o usuário e o sistema, de forma que só será possível habilitar as configurações e habilitar o banho se a tag RFID for reconhecida, dessa forma será possível controlar o acesso ao banho. Será controlado pela MCU1 |  |

Fonte: Autor (2021)

2.5. Etapas do projeto

O projeto teve seu início no mês de fevereiro de 2021, no qual o grupo começou a discutir e ter ideias de como seria o projeto e sua execução, após a definição do mesmo, começamos a etapa de pesquisas, tanto do estado da arte atual dos modelos de chuveiros já existentes, quanto na busca por componentes e equipamentos que trouxessem funcionalidade a ideia anteriormente definida.

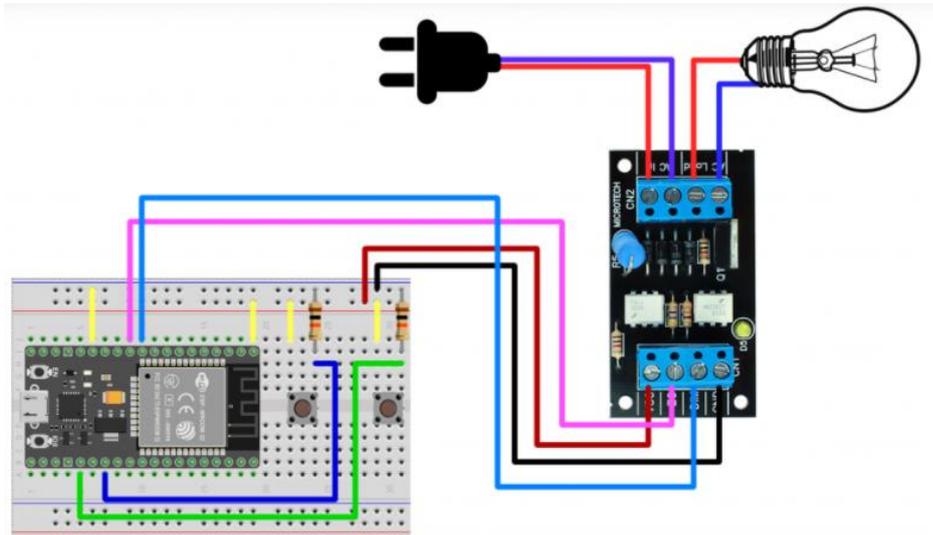
Após as pesquisas iniciais começou a se fazer a etapa de levantamento de componentes, lista de matérias e seus respectivos preços, que seriam usados afim de que os mesmos fossem comprados para a execução do projeto.

2.5.1 Hardware

Após todas as pesquisas iniciais, os componentes do projeto foram comprados, e foi iniciado o desenvolvimento do hardware, de forma a realizar testes com os componentes de maneira separada. Foi realizado teste no leitor RFID, na válvula ON/OFF, no Buzzer e display de LCD, de maneira simples afim de verificar o modo de funcionamento de cada um individualmente, pois são apenas ligações elétricas e um programa de teste.

Para a parte do circuito de controle, adotamos um módulo de potência pronto, vendido para arduino, do qual será necessário alterar o TRIAC que já vem no kit modelo BTA137, pelo modelo BTA41, que é o que será utilizado na montagem. Para tal modificação também será necessário colocar juntamente ao TRIAC um dissipador de calor, para evitar o superaquecimento do componente. Abaixo segue o esquema de ligação que será utilizado para fazer a integração e teste inicial com uma lâmpada incandescente afim de verificar o funcionamento do módulo e saber se realmente poderia ser aplicado ao nosso projeto.

FIGURA 6- Diagrama de ligação do módulo de controle



Fonte (USINAINFO, 2021)

Como foi decidido alterar a configuração padrão da placa, foi necessário encontrar algum TRIAC com as mesmas dimensões e encapsulamento para substituição funcionar, conforme já mencionado anteriormente o modelo escolhido foi o BTA41, Segue abaixo a tabela de especificidades do componentes retiradas do datasheet do fabricante (ST).

FIGURA 7- Tabela de especificações BTA41

| Symbol | Parameter | | Value | Unit | |
|--------------------|--|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------|
| $I_{T(RMS)}$ | RMS on-state current (full sine wave) | RD91 | 40 | A | |
| | | TOP3 | | | |
| | | TOP3 Ins. | $T_c = 80^\circ\text{C}$ | | |
| I_{TSM} | Non repetitive surge peak on-state current (full cycle, T_j initial = 25°C) | F = 60 Hz | t = 16.7 ms | 420 | A |
| | | F = 50 Hz | t = 20 ms | 400 | |
| I_t | I_t Value for fusing | tp = 10 ms | | 880 | A s |
| di/dt | Critical rate of rise of on-state current $I_G = 2 \times I_{GT}$, $tr \leq 100$ ns | F = 120 Hz | $T_j = 125^\circ\text{C}$ | 50 | A/ μs |
| V_{DSM}/V_{RSM} | Non repetitive surge peak off-state voltage | tp = 10 ms | $T_j = 25^\circ\text{C}$ | $V_{DRM}/V_{RRM} + 100$ | V |
| I_{GM} | Peak gate current | tp = 20 μs | $T_j = 125^\circ\text{C}$ | 8 | A |
| $P_{G(AV)}$ | Average gate power dissipation | $T_j = 125^\circ\text{C}$ | | 1 | W |
| T_{stg} T_j | Storage junction temperature range Operating junction temperature range | | | - 40 to + 150 - 40 to + 125 | $^\circ\text{C}$ |

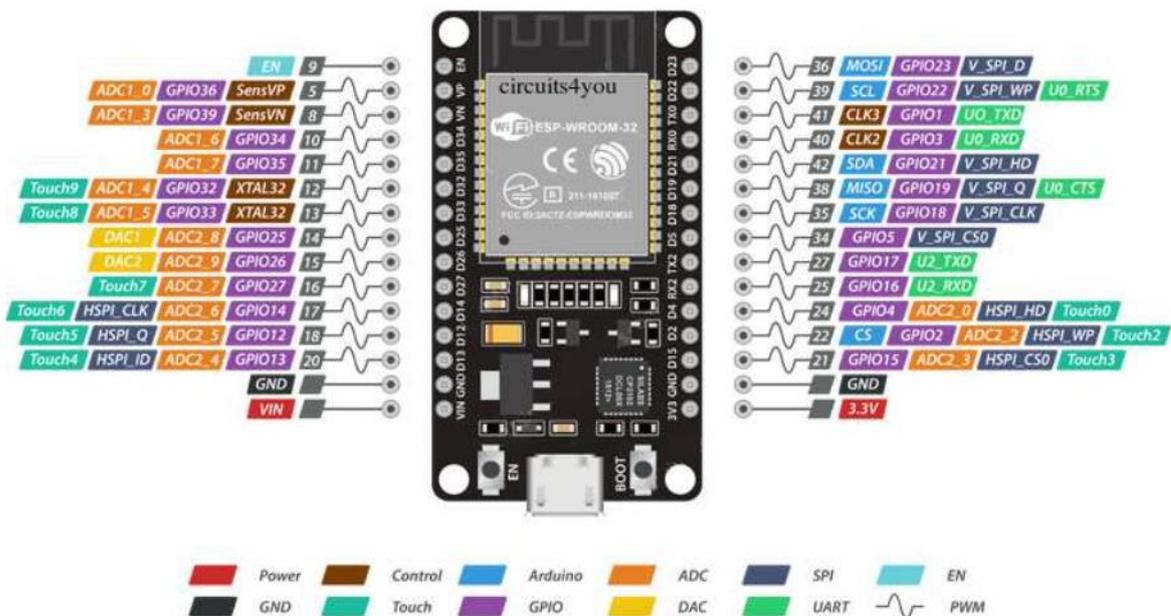
Fonte: (ST, 2005)

Algo importante a se levantar é as especificações técnicas do ESP32, que é um microprocessador muito versátil, que já vem com módulo de comunicação integrado a placa tanto WI-FI quando BLUETOOTH, abaixo segue as especificações da placa que será usada:

- CPU: Xtensa® Dual-Core 32-bit LX6;
- Memória ROM: 448 KBytes;
- Clock máximo: 240MHz;
- Memória RAM: 520 Kbytes;
- Memória Flash: 4 MB;
- Wireless padrão 802.11 b/g/n;
- Conexão Wifi de 2.4Ghz (máximo de 150 Mbps);
- Antena embutida na placa;
- Conector micro USB para comunicação e alimentação;
- Wi-Fi Direct (P2P), P2P Discovery, P2P Group Owner mode e P2P Power Management;
- Modos de operação: STA/AP/STA+AP;
- Bluetooth BLE 4.2;
- Portas GPIO: 11;
- GPIO com funções de PWM, I2C, SPI, etc;
- Tensão de operação: 4,5 ~ 9V;
- Conversor analógico digital (ADC).

O pinout da placa que será utilizada, segue abaixo, conforme essa imagem é possível observar os pinos de entradas, saídas, entradas analógicas e todas as portas de comunicação que podem ser usadas.

FIGURA 8- Pinout ESP32 DevKit WROOM32

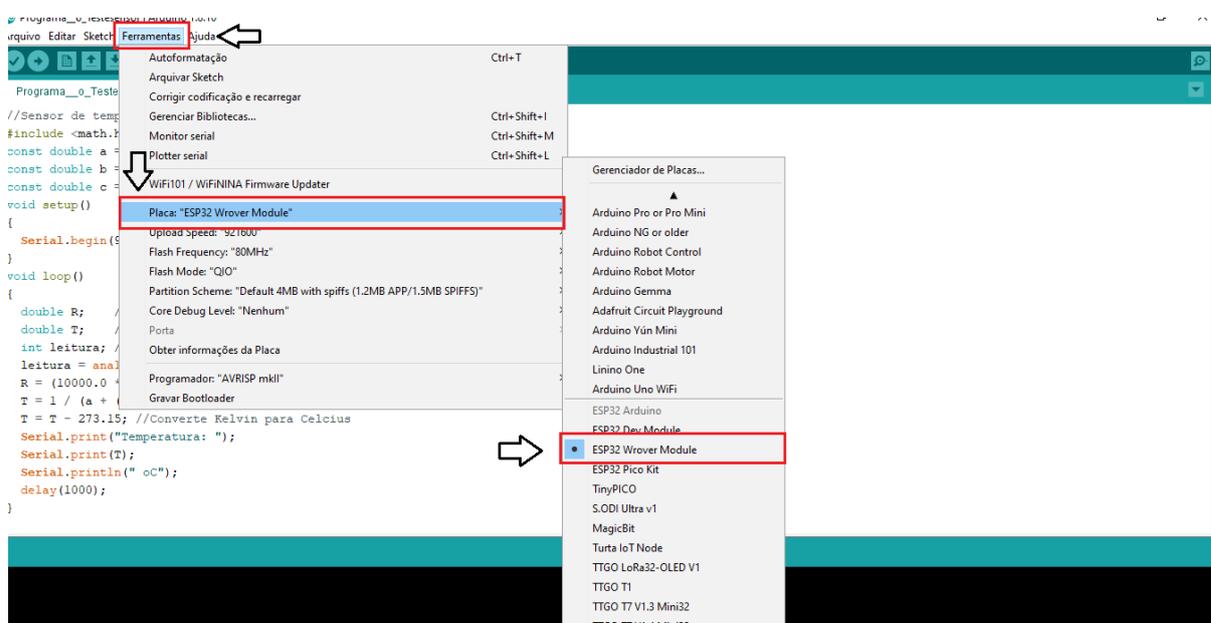


Fonte: (Circuits4you.com, 2021)

2.5.2 Software

Apesar de todos os benefícios que ESP32 possui, uma das desvantagens deste tipo de kit, é que realizar a programação na linguagem nativa do ESP32, é muito complexo, e requer conhecimento que levaríamos muito tempo para adquirir, em vista do tempo disponível que tínhamos, então a alternativa que tivemos que adotar foi encontrar uma forma para que fosse possível a programação de modo mais simples e eficiente afim de alcançarmos o resultado esperado no planejamento do projeto. Felizmente, na IDE do arduino é possível programar uma serie de placas dentre elas o ESP32, conforme segue imagens abaixo:

FIGURA 9- Configuração IDE arduino para ESP32.

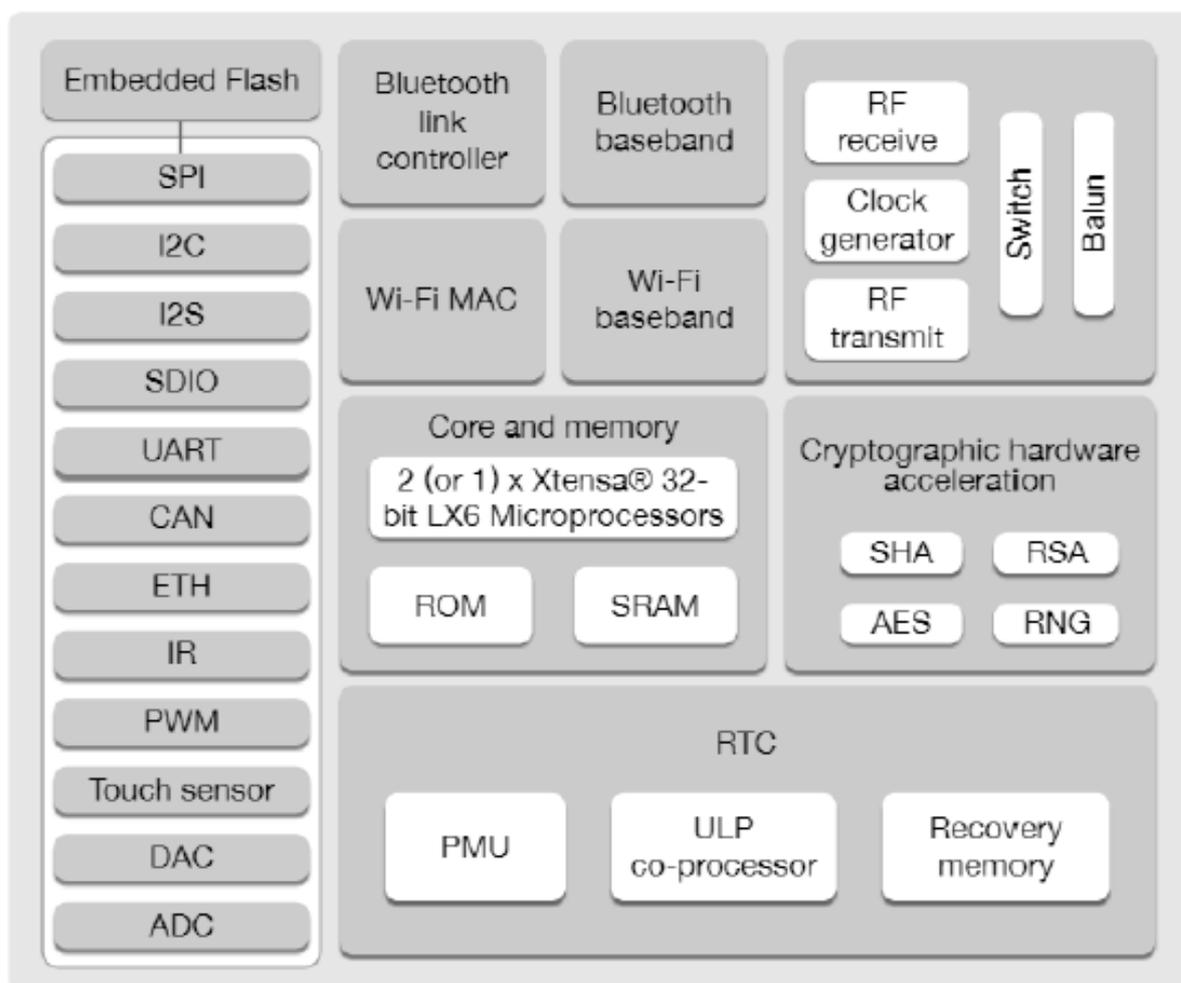


Fonte: (Autor, 2021)

Desta maneira, irá ser possível realizar a programação do projeto na IDE do arduino, utilizando a mesma linguagem de programação, facilitando assim a programação do projeto. Além disso para fazer funcionar certos kits, como por exemplos o RFID, e o display, é necessário baixar algumas bibliotecas das quais já possuíamos, as mesmas foram adquiridas e instaladas ao longo do curso.

Após estudar o microprocessador de modo a observar quais eram as portas que poderíamos utilizar, assim como também o modo de funcionamento interno da placa através de seu datasheet, que possui um diagrama de blocos interno do processador, foi iniciada a etapa de desenvolvimento de software juntamente com hardware, para que fosse possível testar os componentes de forma separada, e posteriormente fazer a integração entre todos os componentes e o software.

Figura 10- Diagrama de blocos internos ESP32



Fonte: (Espressif Systems, 2020)

Para realizarmos o teste de software do display LCD, foi utilizado o seguinte código:

Figura 11- Programação do display LCD

```

testeLCD$
#ifndef FDB_LIQUID_CRYSTAL_I2C_H
#define FDB_LIQUID_CRYSTAL_I2C_H

#include <inttypes.h>
#include <Print.h>

// commands
#define LCD_CLEARDISPLAY 0x01
#define LCD_RETURNHOME 0x02
#define LCD_ENTRYMODESET 0x04
#define LCD_DISPLAYCONTROL 0x08
#define LCD_CURSORSHIFT 0x10
#define LCD_FUNCTIONSET 0x20
#define LCD_SETCGRAMADDR 0x40
#define LCD_SETDDRAMADDR 0x80

// flags for display entry mode
#define LCD_ENTRYRIGHT 0x00
#define LCD_ENTRYLEFT 0x02
#define LCD_ENTRYSHIFTINCREMENT 0x01
#define LCD_ENTRYSHIFTDECREMENT 0x00

// flags for display on/off control
#define LCD_DISPLAYON 0x04

#define LCD_DISPLAYOFF 0x00
#define LCD_CURSORON 0x02
#define LCD_CURSOROFF 0x00
#define LCD_BLINKON 0x01
#define LCD_BLINKOFF 0x00

// flags for display/cursor shift
#define LCD_DISPLAYMOVE 0x08
#define LCD_CURSORMOVE 0x00
#define LCD_MOVERIGHT 0x04
#define LCD_MOVELEFT 0x00

// flags for function set
#define LCD_8BITMODE 0x10
#define LCD_4BITMODE 0x00
#define LCD_2LINE 0x08
#define LCD_1LINE 0x00
#define LCD_5x10DOTS 0x04
#define LCD_5x8DOTS 0x00

// flags for backlight control
// flags for backlight control
#define LCD_BACKLIGHT 0x08
#define LCD_NOBACKLIGHT 0x00

#define En B00000100 // Enable bit
#define Rw B00000010 // Read/Write bit
#define Rs B00000001 // Register select bit

/**
 * This is the driver for the Liquid Crystal LCD displays that use the I2C bus.
 *
 * After creating an instance of this class, first call begin() before anything else.
 * The backlight is on by default, since that is the most likely operating mode in
 * most cases.
 */
class LiquidCrystal_I2C : public Print {
public:
    /**
     * Constructor
     *
     * @param lcd_addr I2C slave address of the LCD display. Most likely printed on the
     * LCD circuit board, or look in the supplied LCD documentation.
     * @param lcd_cols Number of columns your LCD display has.
     * @param lcd_rows Number of rows your LCD display has.
    */

```

```

    * Also all characters written on the display will return, when the display is enabled again.
    */
void noDisplay();

/**
 * Show the characters on the LCD display, this is the normal behaviour. This method should
 * only be used after noDisplay() has been used.
 */
void display();

/**
 * Do not blink the cursor indicator.
 */
void noBlink();

/**
 * Start blinking the cursor indicator.
 */
void blink();

/**
 * Do not show a cursor indicator.
 */
void noCursor();

@param lcd_rows Number of rows your LCD display has.
@param charsize The size in dots that the display has, use LCD_5x10DOTS or LCD_5x8DOTS.
*/
LiquidCrystal_I2C(uint8_t lcd_addr, uint8_t lcd_cols, uint8_t lcd_rows, uint8_t charsize = LCD_5x8DOTS);

/**
 * Set the LCD display in the correct begin state, must be called before anything else is done.
 */
void begin();

/**
 * Remove all the characters currently shown. Next print/write operation will start
 * from the first position on LCD display.
 */
void clear();

/**
 * Next print/write operation will start from the first position on the LCD display.
 */
void home();

/**
 * Do not show any characters on the LCD display. Backlight state will remain unchanged.
 */

/**
 * Show a cursor indicator, cursor can blink or not blink. Use the
 * methods blink() and noBlink() for changing cursor blink.
 */
void cursor();

void scrollDisplayLeft();
void scrollDisplayRight();
void printLeft();
void printRight();
void leftToRight();
void rightToLeft();
void shiftIncrement();
void shiftDecrement();
void noBacklight();
void backlight();
bool getBacklight();
void autoscroll();
void noAutoscroll();
void createChar(uint8_t, uint8_t[]);
void setCursor(uint8_t, uint8_t);
virtual size_t write(uint8_t);
void command(uint8_t);

inline void blink_on() { blink(); }
inline void blink_off() { noBlink(); }
inline void cursor_on() { cursor(); }
inline void cursor_off() { noCursor(); }

// Compatibility API function aliases
void setBacklight(uint8_t new_val); // alias for backlight() and noBacklight()
void load_custom_character(uint8_t char_num, uint8_t *rows); // alias for createChar()
void printstr(const char[]);

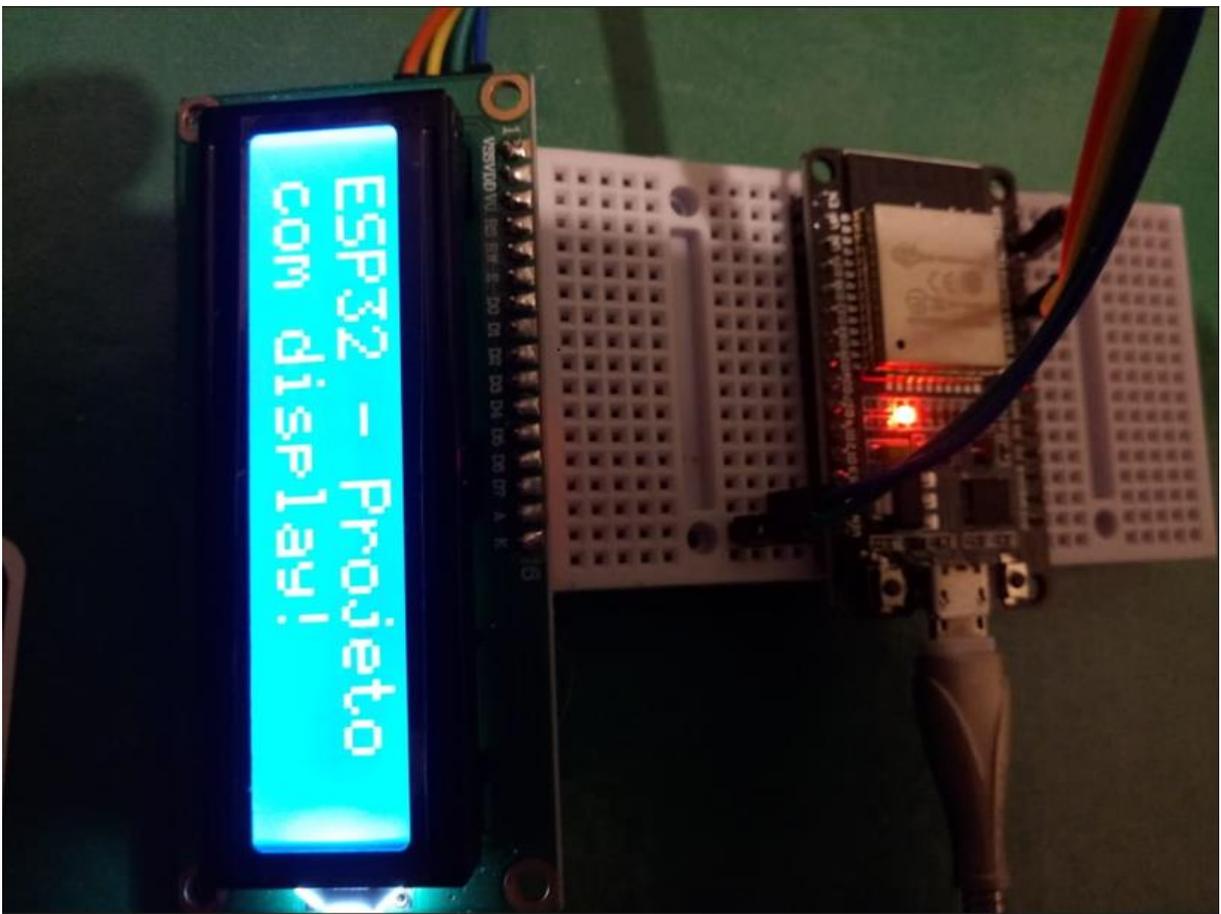
private:
void send(uint8_t, uint8_t);
void write4bits(uint8_t);
void expanderWrite(uint8_t);
void pulseEnable(uint8_t);
uint8_t _addr;
uint8_t _displayfunction;
uint8_t _displaycontrol;
uint8_t _displaymode;
uint8_t _cols;
uint8_t _rows;
uint8_t _charsize;
uint8_t _backlightval;
};

#endif // FDB_LIQUID_CRYSTAL_I2C_H

```

Após realizar a parametrização e escrever o código, pudemos observar o funcionamento conforme segue a imagem:

Figura 12- Teste Display LCD



Fonte: (Autor, 2021)

Para realizarmos o teste com o leitor e a tag RFID, necessitamos desenvolver um código, este será apresentado a seguir:

Figura 13- Programa teste RFID

```

testeRFID
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>

#define SS_PIN 10
#define RST_PIN 9
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); // Create MFRC522 instance.
int funcaoa = 0;
int funcaob = 0;
int rfid_estado=0;
void setup()
{
  Serial.begin(9600); // Inicia a serial
  SPI.begin(); // Inicia SPI bus
  mfrc522.PCD_Init(); // Inicia MFRC522
  Serial.println("Aproxime o seu cartao do leitor...");
  Serial.println();
  pinMode(2, OUTPUT);
}

void loop()
{
  // Procura por cartao RFID
  if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent() )
  {
    return;
  }
  // Seleciona o cartao RFID
  if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial() )
  {
    return;
  }
  //Mostra UID na serial
  Serial.print("UID da tag :");
  String conteudo= "";
  byte letra;
  for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++)
  {
    Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " ");
    Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX);
    conteudo.concat(String(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " "));
    conteudo.concat(String(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX));
  }
  Serial.println();
  Serial.print("Mensagem : ");
  conteudo.toUpperCase();

  if (conteudo.substring(1) == "7C 58 B2 AB") //UID 1 - Cartao
  {
    Serial.println("Ola Marcelo! Seja bem vindo!");
    Serial.println();
    {
      rfid_estado = 1 - rfid_estado;
      delay(500);
    }
  }
  funcaoa=funcaob;
  if (rfid_estado == 0)
  {
    digitalWrite(2, HIGH); // ativa rele, abre a trava solenoide
  }
  else
  {
    digitalWrite(2, LOW); // desativa rele, abre a trava solenoide
  }
}
}

```

Salvo

ESP32 Wrover Module, Default 4MB with spiffs (1.2MB APP/1.5MB SPIFFS), QIO, 80MHz, 921600, None em COM3

Fonte: (Autor, 2021)

O desenvolvimento do software de teste para o sensor de temperatura, foi a parte mais complexa, pois o sensor NTC, não tem sua curva de coeficiente linear, para transformar o valor lido pela entrada analógica do ESP32 e converter em temperatura, foi desenvolvido o seguinte software:

Figura 14- Programa teste sensor

```

Programa_o_Testesensor$
//Sensor de temperatura NTC10k
#include <math.h>
const double a = 0.001129148; //
const double b = 0.000234125; //Parâmetros de Steinhart-Hart
const double c = 0.0000000876741; //
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  double R; //Resistência do NTC
  double T; //Temperatura em Kelvin
  int leitura; //Leitura analógica (0 a 1023)
  leitura = analogRead(34);
  R = (10000.0 * ((float)1023 / leitura - 1)); //Calcula valor de R em função da leitura
  T = 1 / (a + (b * log(R)) + (c * pow(log(R), 3))); //Equação de Steinhart-Hart
  T = T - 273.15; //Converte Kelvin para Celcius
  Serial.print("Temperatura: ");
  Serial.print(T);
  Serial.println(" oC");
  delay(1000);
}

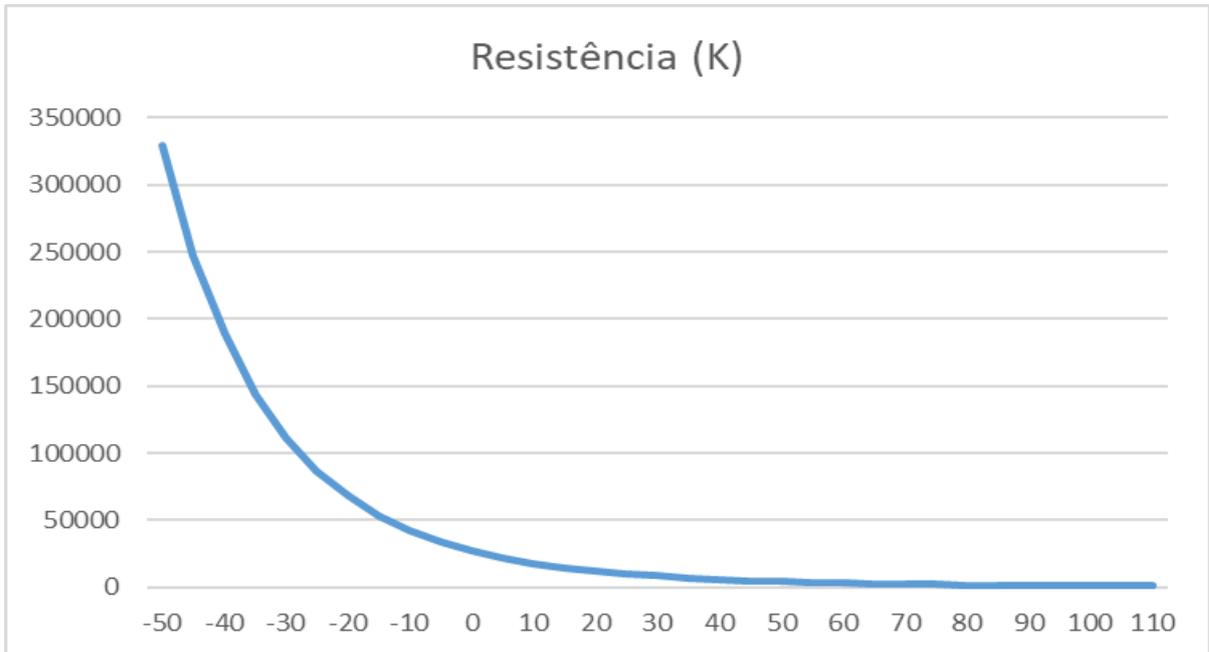
```

23 ESP32 Wrover Module, Default 4MB with spiffs (1.2MB APP/1.5MB SPIFFS), QIO, 80MHz, 921600, None em COM3

Fonte (Autor, 2021)

Para desenvolver tal software, foi realizada o levantamento, do funcionamento do sensor NTC, de tal forma a ser montado uma tabela para correlacionar a temperatura, a resistência e a tensão apresentada no divisor de tensão feito para o valor lido de tensão injetado na entrada analógica do ESP32 fosse de 0 a 5V.

Figura 15- Gráfico da curva de resistência



Fonte: (Autor, 2021)

Figura 16- Gráfico de curva da tensão no divisor



Fonte: (Autor, 2021)

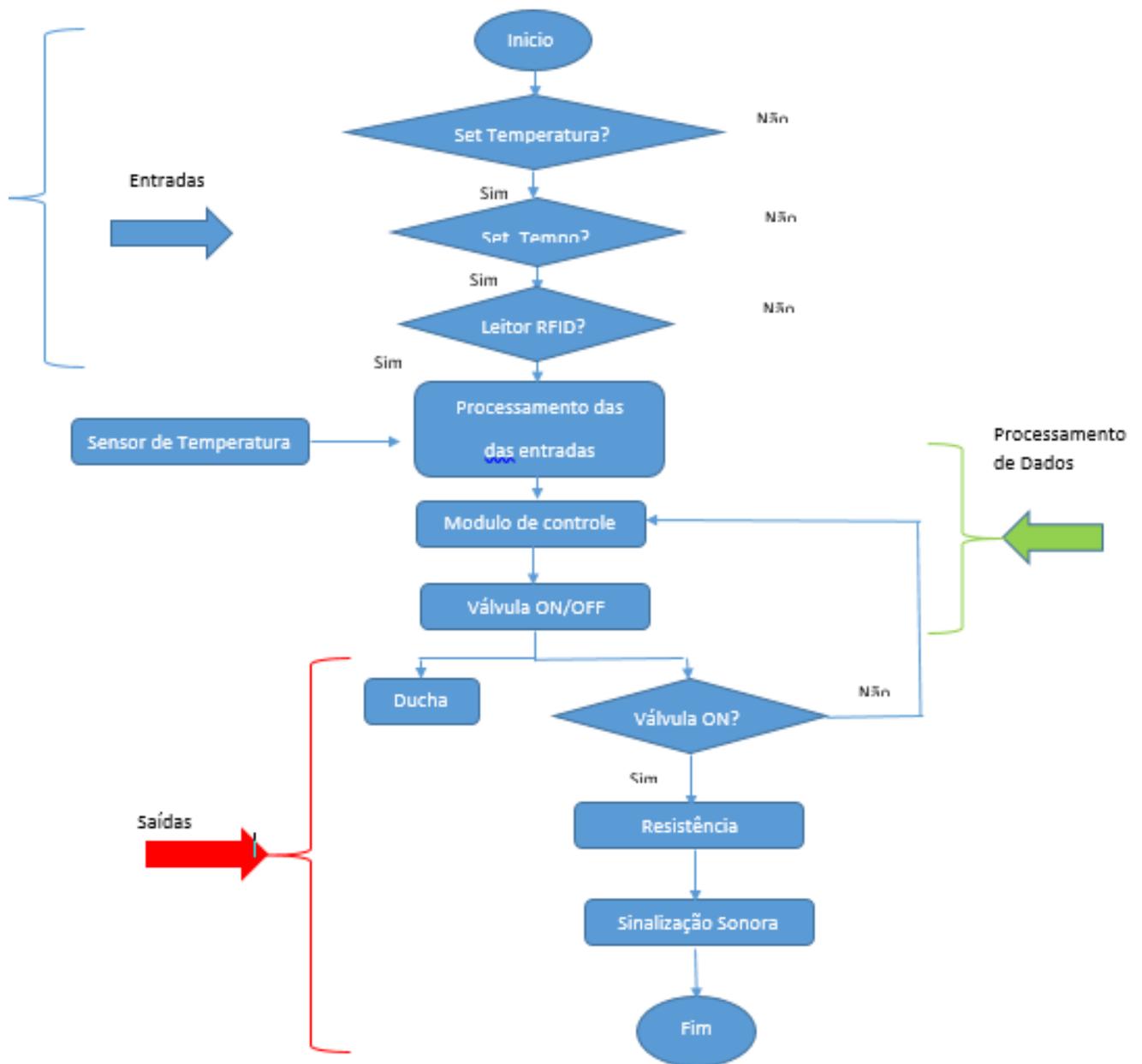
Tabela 4- Tabela de correlação temperatura, resistência e tensão

| Temperatura | Resistência (K) | Tensão do divisor |
|--------------------|------------------------|--------------------------|
| -50 | 329500 | 4,852724595 |
| -45 | 247700 | 4,805975941 |
| -40 | 188500 | 4,748110831 |
| -35 | 144100 | 4,675535367 |
| -30 | 111300 | 4,587798846 |
| -25 | 86430 | 4,481489163 |
| -20 | 67770 | 4,357078565 |
| -15 | 53410 | 4,211480839 |
| -10 | 42470 | 4,047074519 |
| -5 | 33900 | 3,861047836 |
| 0 | 27280 | 3,658798283 |
| 5 | 22050 | 3,439937598 |
| 10 | 17960 | 3,211731044 |
| 15 | 14690 | 2,974888619 |
| 20 | 12090 | 2,736532368 |
| 25 | 10000 | 2,5 |
| 30 | 8313 | 2,269699121 |
| 35 | 6940 | 2,048406139 |
| 40 | 5827 | 1,8408416 |
| 45 | 4911 | 1,64677084 |
| 50 | 4160 | 1,468926554 |
| 55 | 3536 | 1,306146572 |
| 60 | 3020 | 1,159754224 |
| 65 | 2588 | 1,027963139 |
| 70 | 2228 | 0,91102388 |
| 75 | 1924 | 0,80677625 |
| 80 | 1668 | 0,714775454 |
| 85 | 1451 | 0,633569121 |
| 90 | 1266 | 0,561867566 |
| 95 | 1108 | 0,498739647 |
| 100 | 973 | 0,443360977 |
| 105 | 857 | 0,394676246 |
| 110 | 758 | 0,352295966 |

Fonte (Autor, 2021)

Para que fosse possível desenvolver a programação do projeto, foi necessário desenvolver um fluxograma de como seria o funcionamento do mesmo, conforme segue imagem abaixo:

Figura 17- Fluxograma de processos do projeto



Fonte (Autor, 2021)

2.6. Documentações pertinentes

Ao longo do projeto, foram realizadas várias documentações que mostram o avanço de cada parte do projeto conforme o necessário, conforme seguem:

Figura 18- Lista de partes interessadas

| 06/dez/2021 | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|--------------------------------|---------------|---|-------|-----------------------------------|----------------|---|--|---------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Cód. | Importância | Identificação | | | | | | Avaliação | | | | Classificação | |
| | | Parte interessada | Área | Função | Ramal | e-mail | Celular | Requisitos de Comunicação | Principais expectativas | Poder na empresa de 1 a 5 | Interesse no projeto de 1 a 5 | interna/externa | apoiadora/neutra/resistente |
| 1 | 9 | Marcos Antonio Felizola | Institucional | Coordenador | | mafelizola | | E-mail, Telefone | | 3 | 3 | externa | apoiador |
| 2 | 16 | Ivo Lima de Souza | Institucional | Orientar e ensinar planejamento e possíveis necessidades do projeto | | ivo.lima@senaisp.edu.br | | e-mail, aulas remotas às Quartas-Feiras. | Agregar conhecimento na área de Manutenção de Sistemas de Automação/Gestão de Projetos. | 4 | 4 | externa | apoiador |
| 3 | 16 | Erineu Claudemir Bellini | Institucional | Orientar e ajudar com possíveis dúvidas do projeto voltadas a área de hardware | | erineu.bellini@senaisp.edu.br | | e-mail, aulas remotas às Quartas-Feiras e Quintas-Feiras. | Agregar conhecimento na área de Manutenção de Circuitos Eletrônicos. | 4 | 4 | externa | apoiador |
| 4 | 16 | Ricardo Arroio | Institucional | Orientar e ajudar com possíveis dúvidas do projeto | | ricardo.arroio@senaisp.edu.br | | e-mail, aulas remotas às Segundas-Feiras, Terças, e Quintas-Feiras. | Agregar conhecimento na área de Simulação de Projetos/Projetos Eletrônicos para Automação. | 4 | 4 | externa | apoiador |
| 5 | 16 | Fernando Simplicio de Sousa | Institucional | Orientar e ajudar com possíveis dúvidas do projeto voltadas a área de programação | | fernando.simplicio@senaisp.edu.br | | e-mail, aulas remotas às Quartas-Feiras e Sextas-Feiras. | Agregar conhecimento na área de Manutenção e Aplicação de Programas | 4 | 4 | externa | apoiador |
| 6 | 16 | Rudson de Lima Silva | Institucional | Orientar e ajudar com possíveis dúvidas do projeto | | rudson.silva@senaisp.edu.br | | e-mail, aulas remotas às Segundas-Feiras | Agregar conhecimento na área de Gestão de Manutenção | 4 | 4 | externa | apoiador |
| 7 | 25 | Emerson Pereira da Silva Ramos | Projetos | Desenvolvedor | | emerson.pereira0788@gmail.com | (11)95853-1880 | e-mail e celular | Adquirir o máximo de conhecimento em todas as áreas do curso, e entregar um projeto inovador | 5 | 5 | interna | Lidera |
| 8 | 25 | Vinicius Cassiano Favaron | Projetos | Desenvolvedor | | vinicius.favaron@senaisp.edu.br | (11)93407-0514 | e-mail e celular | Adquirir o máximo de conhecimento em todas as áreas do curso, e entregar um projeto inovador | 5 | 5 | interna | Lidera |
| 9 | 25 | Felipe de Sousa Pereira | Projetos | Desenvolvedor | | felipe.pereira28@senaisp.edu.br | (11)95272-8732 | e-mail e celular | Adquirir o máximo de conhecimento em todas as áreas do curso, e entregar um projeto inovador | 5 | 5 | interna | Lidera |
| 10 | 25 | Marcelo Teruya | Projetos | Desenvolvedor | | marcelo.teruya@senaisp.edu.br | (11)97350-6328 | e-mail e celular | Adquirir o máximo de conhecimento em todas as áreas do curso, e entregar um projeto inovador | 5 | 5 | interna | Lidera |

Fonte (Autor, 2021)

Figura 19- Mapeamento de poder x influencia.

| Matriz de Poder x Interesse | | | | | | Matriz de Influência x Impacto x Poder x Interesse | | | | | | |
|-----------------------------|-----------|----|----|----|----|--|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----------|
| Poder | | | | | | Influência | Outro exemplo de matriz | | | | | Interesse |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | Poder | | | | | |
| 5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 5 | 25 | 100 | 225 | 400 | 625 | 5 |
| 4 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 4 | 16 | 64 | 144 | 256 | 400 | 4 |
| 3 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 3 | 9 | 36 | 81 | 144 | 225 | 3 |
| 2 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 2 | 4 | 16 | 36 | 64 | 100 | 2 |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 1 | 4 | 9 | 16 | 25 | 1 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| | Interesse | | | | | | Impacto | | | | | |

Fonte (Autor, 2021)

Figura 20- Lista de requisitos

| Cód. | Prioridade | Tipo | Nome | Descrição | Justificativa | Critérios de Aceitação | Quem solicitou |
|------|------------|---------|--------------------------------|--|--|---|----------------|
| 1 | 0 | Técnico | ESP32 microcontrolador | 1-Processador principal: LV68 32-bit Dual-core, operando 2-240 MHz. 2-Processador secundário: ULP (Ultra Low Power coprocessor) 8MHz e consome 100uA. 3-FLASH: 4MB. 4-RAM: 520KB. 5-GPIO: 34, com 3.3V e 12mA. 6-ADC: 18, com resolução de 12-bit. 7-DAC: 2, com resolução 8-bit. 8-WiFi: 2.4 GHz, 802.11 b/g/n. 9-Bluetooth: Bluetooth Low Energy v4.2 (BLE). 10-Acelerador via hardware para criptografias, SHA e AES, RSA, SHA e ECC). 12-True Random Number Generator (TRNG). 13-4 Timers de 64-bit. 14-4 Variáveis de tempo. 15- 10 Sensores de Touch Capacitivo. 16- 1 Sensor de temperatura interno. 17- 1 Sensor de efeito Hall. | Um dos principais motivos que foram decisivos na escolha do microcontrolador no projeto, é a capacidade de GPIO's que o mesmo tem. Além das conectividades que são necessárias no projeto como o uso do wi-fi. Escolhemos este microcontrolador também pela facilidade que se tem em programar, pois podemos desenvolver o software em um ambiente arduino por exemplo. O tamanho, o preço e a facilidade de se encontrar este produto no mercado foi também um diferencial no uso do mesmo. | Microcontrolador testes iniciais até o final de maio | Grupo |
| 2 | 1 | Técnico | Sensor de temperatura SB41-NTC | Sensor de temperatura modelo SB41-NTC Temperatura de Trabalho: -50 A 105°C Composição do Material: Políster termoplástico Comprimento do Cabo: 2m | Era necessário um sensor a prova d'água para aplicação que iríamos desenvolver, ao pesquisar chegamos a esse sensor que também já é utilizado na empresa de um dos integrantes do grupo, este modelo é ideal para o projeto pois tem uma faixa de leitura que vai de -50 a 105 graus. | Atender de forma correta ao nosso uso, sendo aprova d'água e gerando o coeficiente de temperatura correto. Testar o sensor até maio | Grupo |
| 3 | 0 | Técnico | Resistência para água 5000V | Terá que ser uma resistência para aquecimento de água a qual atinga a potência nominal de um chuveiro comum. | Para o aquecimento da água acontecer de forma correta temos que ter o elemento de carga que está responsável por aquecer a água de forma controlada. | Atender a potência requisitada | Grupo |
| 4 | 2 | Técnico | Valvula on/off | Accionador para habilitar ou não a passagem da água pelo controle da MCU | É necessário que tenhamos como controlar de forma on/off a passagem da água no processo, além de somente habilitar a passagem de água quando o usuário colocar a tag RFID, simulando o pagamento pelo banho. | Ter os diâmetros de tubulação iguais ao da parede onde irá ser instalado | Grupo |
| 5 | 3 | Técnico | Buzzer | Sinal sonoro para estouro do tempo de banho | Sinal necessário, para avisar ao usuário que o tempo de banho a qual ele já tinha programado foi atingido, isso tem como finalidade a conscientização do tempo de banho. | Funcionar de forma correta ao especificado | Grupo |
| 6 | 1 | Técnico | Ducha | Necessário no projeto para que a água controlada saia pra o usuário | De extrema importância para o projeto, pois será onde a água controlada sairá. | Funcionar de forma correta ao especificado | Grupo |
| 7 | 1 | Técnico | Display | Visor para mostrar as informações pertinentes ao sistema (Temperatura, tempo) | Necessário para a visualização das informações do processo ao usuário, funcionando como se fosse a interface entre o usuário e o MCU. | Funcionar de acordo com o especificado no manual do fabricante | Grupo |
| 8 | 1 | Técnico | Leitor RFID | Leitor de tags RFID para seja possível ler as tags cadastradas a fim de liberar o acesso ao banho | Irá ser a parte do projeto onde será possível reconhecer as tags cadastradas anteriormente, de forma a apenas liberar a água para o banho após a tag ser reconhecida. | Funcionar nas devidas distâncias solicitadas e as quais forem especificadas no manual | Grupo |

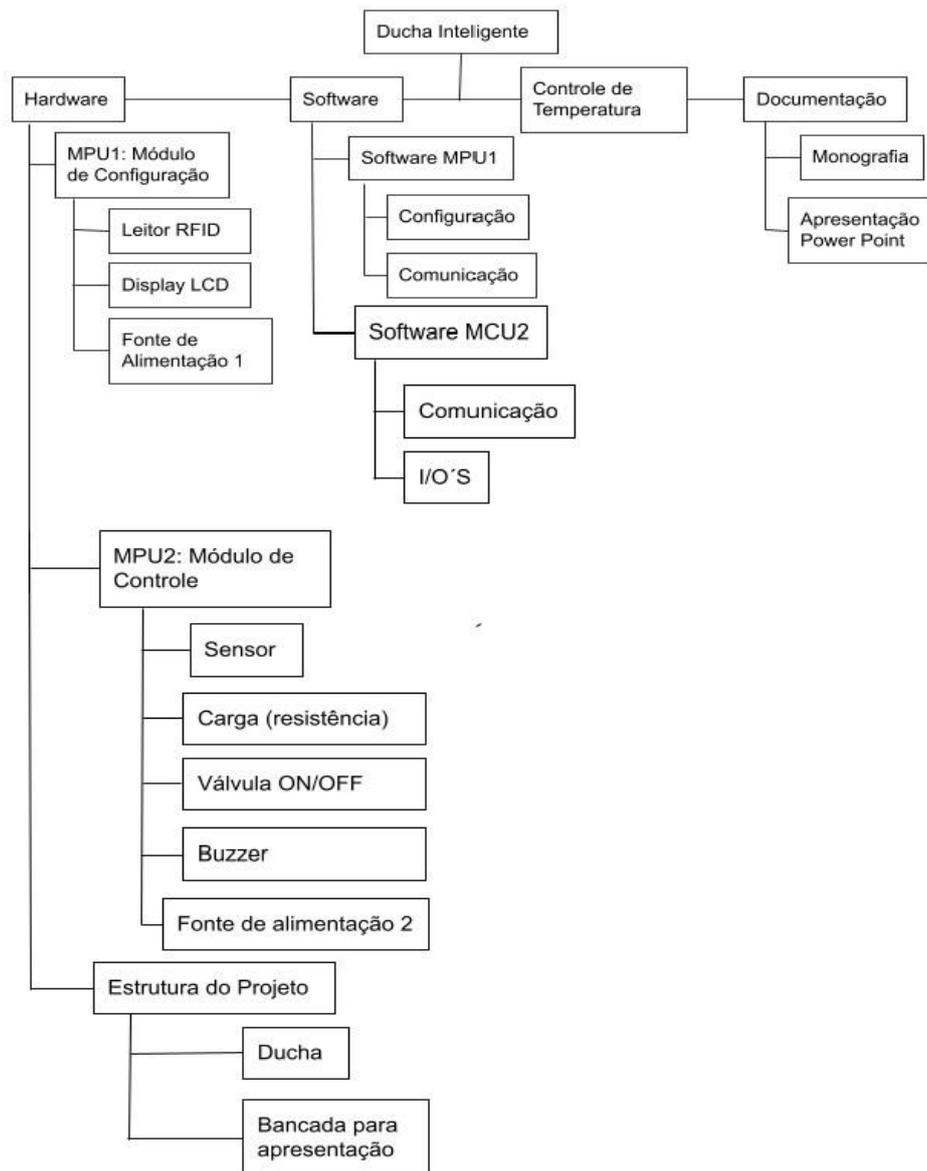
Fonte (Autor, 2021)

Figura 21- Dicionário EAP

| Item | Pacote de trabalho | Descrição | Responsável | Critérios de aceitação |
|------|----------------------------|---|-------------|---|
| 1 | Leitor RFID | Desenvolvimento do circuito de leitura de cartões | Filipe | Módulo RFID instalado corretamente no módulo de configuração (MPU1) |
| 2 | Display LCD | Desenvolvimento do circuito do display LCD | Filipe | Display LCD instalado corretamente no módulo de configuração |
| 3 | Fonte de alimentação 1 | Desenvolvimento da alimentação do módulo MPU1 | Filipe | Fonte de alimentação 1 corretamente dimensionada e fornecendo energia para o módulo de configuração |
| 4 | Fonte de alimentação 2 | Desenvolvimento da alimentação do módulo MPU2 | Filipe | Fonte de alimentação 2 corretamente dimensionada e fornecendo energia para o módulo de controle (MPU2) |
| 5 | Sensor | Desenvolvimento do circuito para aquisição de dados da carga | Marcelo | Sensor de temperatura instalado corretamente no módulo de controle |
| 6 | Resistência (carga) | Desenvolvimento do circuito para o acionamento da carga | Marcelo | Carga sendo acionada pelo circuito de potência do módulo de controle |
| 7 | Válvula On/Off | Desenvolvimento do circuito para o acionamento da válvula | Filipe | Válvula On-Off instalada e acionada corretamente no módulo de controle |
| 8 | Buzzer | Desenvolvimento do circuito para o acionamento do buzzer | Filipe | Buzzer instalado e acionado corretamente no módulo de controle |
| 9 | Ducha | Açoplamento dos periféricos do MPU2 e saída de água | Emerson | Módulo de controle e periféricos corretamente acoplados na ducha |
| 10 | Bancada p/ apresentação | Estrutura base para testes e apresentação do protótipo | Emerson | Bancada p/ apresentação montada e habilitada para testes |
| 11 | Configuração das variáveis | Desenvolvimento do software para configuração das variáveis do processo (temperatura e tempo) | Vinicius | Software do módulo de configuração apto para ligar, desligar e configurar os parâmetros da ducha inteligente |
| 12 | Comunicação MPU1 | Desenvolvimento do software para comunicação entre MPU1 e MPU2 | Vinicius | Módulo de configuração comunicando via Wi-Fi com o módulo de controle |
| 13 | Comunicação MPU2 | Desenvolvimento do software para comunicação entre MPU2 e MPU1 | Vinicius | Módulo de controle comunicando via Wi-Fi com o módulo de configuração |
| 14 | GPIOs | Desenvolvimento do software para leitura das entradas e acionamento das saídas conforme a aplicação | Vinicius | Software do módulo de controle apto para efetuar a leitura e a escrita dos I/O's da ducha inteligente |
| 15 | Controle de temperatura | Desenvolvimento da função de transferência que irá atuar na planta | Marcelo | Software contendo a função de transferência efetuando o controle de temperatura e tempo de banho da ducha inteligente |
| 16 | Monografia | Elaboração da dissertação do protótipo em Word | Emerson | Monografia finalizada e formatada conforme norma ABNT contendo todas as informações do projeto |
| 17 | Apresentação PowerPoint | Elaboração da apresentação do protótipo em PowerPoint | Emerson | Apresentação em PowerPoint finalizada contendo todas as informações do projeto |

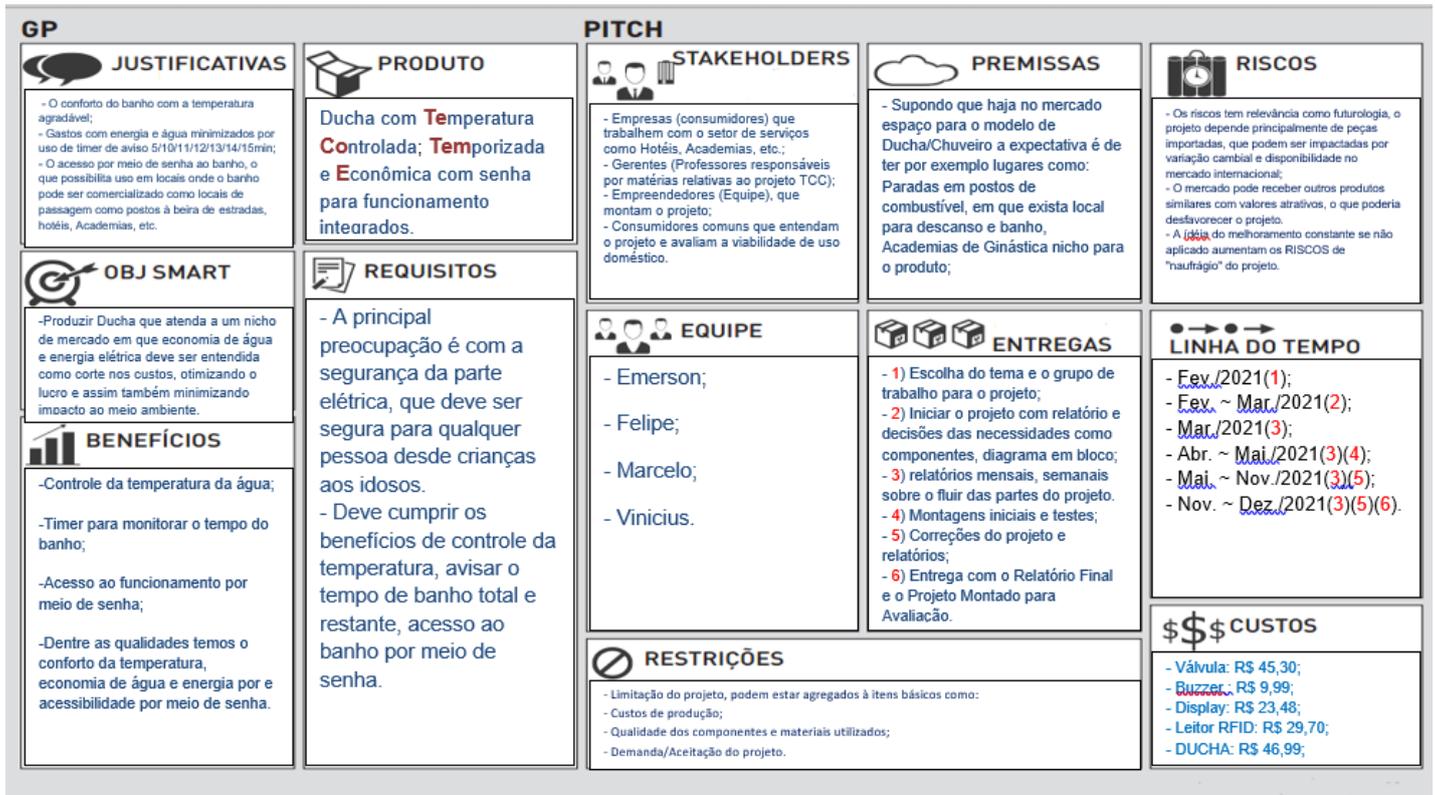
Fonte (Autor, 2021)

Figura 22- EAP



Fonte (Autor, 2021)

Figura 23- Canvas



Fonte: (Autor, 2021)

Figura 24- FMEA

| Análise do Tipo e Efeito de Falha | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---|---------------------|---------|---|----|----|--|---|---|----------------|---|---|----|
| Cod_peça: Nome da Peça: Data: Folha Nº _____ de _____ | | | | | | | | | | | <input type="checkbox"/> FMEA de Processo <input type="checkbox"/> FMEA de Produto | | | | | |
| Descrição do Produto / Processo | Função(ões) do produto | Tipo de Falha Potencial | Efeito de Falha Potencial | Causa da Falha em Potencial | Controles Atuais | Índices | | | | Ações de Melhoria | | | | | | |
| | | | | | | S | O | D | R | Ações Recomendadas | Responsavel / Prazo | Medidas Implantadas | Índices Atuais | | | |
| | | | | | | S | O | D | R | | | S | O | D | R | |
| Buzzer | Informar ao usuário quando está acabando o tempo do banho | Queima do buzzer | Não será informado quando estiver acabando o tempo do banho | Desgaste natural do buzzer | Não possui controle | 1 | 2 | 10 | 20 | LED indicando o funcionamento do buzzer | Todos do grupo | Aumentar um LED indicando o funcionamento do buzzer | 1 | 2 | 2 | 4 |
| Display LCD | Visualizar os parâmetros de configuração antes e durante o banho | Queima dos LED's do backlight do display | Dificuldade para visualizar os parâmetros de configuração pois o display ficará escuro | Desgaste natural dos LED's do backlight | Não possui controle | 6 | 3 | 3 | 54 | Possibilidade de configurar o banho via smartphone | Todos do grupo | Aplicativo mobile para configuração do banho | 6 | 1 | 3 | 18 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|----------------------------------|---|---|---------------------|---|---|---|----|---|----------------|---|---|---|---|----|
| Válvula ON/OFF | Fazer a liberação da água | Queima da válvula | A água não vai ser liberada para o usuário tomar o banho | Defeito na bobina da válvula | Não possui controle | 9 | 7 | 8 | 54 | LED indicando o funcionamento da válvula ON/OFF | Todos do grupo | Acrescentar um LED indicando o funcionamento da válvula ON/OFF | 9 | 7 | 1 | 63 |
| Módulo de configuração | Tem como função configurar a temperatura da água e o tempo do banho | Falha de comunicação dos módulos | As informações não serão enviadas para o módulo de controle e o sistema não vai iniciar | Interferência na comunicação wifi devido a possíveis perturbações | Não possui controle | 8 | 4 | 3 | 96 | Alarme de falha de comunicação no display LCD | Todos do grupo | Acrescentar alarme de falha indicando que o módulo está sem comunicação | 8 | 4 | 1 | 32 |

Fonte: (Autor, 2021)

Memorial descritivo

1. Dados

Gerais

Órgão Executor: Escola e Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta
Nome do Projeto: Ducha Inteligente
Proposta do Projeto: Desenvolver o protótipo de uma ducha inteligente capaz de controlar a temperatura da água, o tempo do banho e que seja possível efetuar a tarifação do tempo de uso do usuário.
Entrega do Memorial Descritivo: 03/03/2021
Autores do Projeto: Emerson Pereira da Silva Ramos, Filipe de Sousa Pereira, Marcelo Teruya e Vinícius Cassiano Favaron.

2. Estado da Arte das Duchas Atuais

O banho é a lavagem do corpo com finalidade higiênica. Ao longo da história, ele já foi considerado sagrado, profano, artigo de luxo, receita de saúde e até causador de doenças e mortes. Após o final da 2ª guerra mundial, quando as casas europeias tiveram de ser reconstruídas, elas ganharam banheiros. Isso só ocorreu graças às descobertas do cientista francês Louis Pasteur (1822-1895), que introduziu as noções de higiene e de prevenção no século XIX. Porém, o banho como conhecemos hoje surgiu por volta do ano de 1930, mas mesmo assim não era tão frequente. Com o passar do tempo o banho foi se tornando cada vez mais comum. Estatísticas apontam que os brasileiros tomam cerca de 20 banhos por semana (aproximadamente três banhos por dia), sendo a nação que mais toma banho no mundo. Não é atoa que ainda na década de 1930, durante a revolução industrial, o brasileiro Francisco Canho aprimorou a tecnologia e desenvolveu o primeiro chuveiro elétrico seguro e com registro de água. Além disso, também era possível efetuar o controle de temperatura da água em alguns níveis, graças à utilização de duas resistências. A criação de Francisco Canho foi tão importante que ela é utilizada até hoje como base para o desenvolvimento de outros chuveiros elétricos. Ao efetuar uma pesquisa na internet, podemos encontrar diversos modelos de chuveiros elétricos, chuveiros eletrônicos, aquecedores, duchas inteligentes etc. A empresa KDT possui uma ducha eletrônica inteligente que pode fornecer até 8800W de potência. Além disso, ainda é possível ter o controle da temperatura da água de forma digital e o controle da vazão da água. A tecnologia desenvolvida pela KDT também utiliza o mínimo de energia para aquecer a água na temperatura desejada, pois para calcular o erro do sistema, utiliza a diferença entre a temperatura ambiente atual da água e a temperatura definida pelo usuário. No controle remoto digital é possível

visualizar a temperatura da água na entrada da ducha, o consumo de água e o tempo do banho, além de poder controlar a potência máxima utilizada na ducha.

Outras tecnologias também são aplicadas em sistemas de chuveiros e duchas inteligentes. Já existe no mercado um chuveiro digital baseado em Wi-Fi / nuvem da próxima geração. Com ele é possível ligar e desligar o dispositivo através da Alexa (assistente virtual desenvolvida pela Amazon) utilizando comandos de voz, através de um aplicativo para smartphone e também através de um controlador instalado próximo ao chuveiro.

O controlador do chuveiro permite ao usuário definir a temperatura da água desejada, escolher o(s) chuveiro(s) que deseja utilizar (caso tenha mais de um), criar predefinições com as informações definidas pelo usuário para que possa recuperá-las com um toque de botão etc. Além disso, o controlador é à prova d'água.

O controlador é a principal parte do sistema e é a partir dele (e de outros dispositivos) que podemos comandar o chuveiro. Porém, para que a solução funcione corretamente, é necessário utilizar a válvula digital termostática. Atualmente existem dois modelos de válvulas: S3102 e S3104. Ambas as válvulas são responsáveis por fazer o controle da temperatura da água, sendo que a diferença entre elas é o número de saídas (duas saídas no modelo S3102 e quatro saídas no modelo S3104). É possível usar uma única válvula para mais de um dispositivo, sendo o limite de dispositivos igual à quantidade de saídas.

Também encontramos no mercado chuveiros que utilizam sensores para detectar a presença do usuário, chuveiros com comunicação Bluetooth e que possuem até mesmo alto falantes

O chuveiro Moxie Showerhead da empresa Kohler possui uma caixa de som sem fio removível que pode ser utilizada antes, durante e depois do banho para tocar as suas músicas favoritas. Se conecta com outros dispositivos através de Bluetooth, incluindo smartphones, tablets, notebooks, tocadores de MP3 etc., a até 9,75 metros de distância. A caixa de som é resistente à água e pode ser conectada e desconectada magneticamente ao chuveiro.

3. Proposta do Projeto

A proposta do projeto é desenvolver o protótipo de uma ducha inteligente capaz de controlar a temperatura da água, o tempo do banho e que seja possível efetuar a tarifação do tempo de uso do usuário. Embora muitas tecnologias atuais estejam sendo aplicadas em chuveiros e duchas, não encontramos nenhum produto no mercado capaz de efetuar ao mesmo tempo os controles necessários para um banho agradável e que funcione também como tarifador. Com essa tecnologia sendo aplicada em duchas, acredita-se que um novo tipo de serviço possa ser criado: o banho tarifado. Isso porque existem situações onde se há a necessidade de tomar um banho, mas não existe uma estrutura para isso, como por exemplo nas praias, campings etc. A cobrança pelo tempo de utilização será feita previamente à utilização da ducha e com o uso de um cartão RFID, o usuário poderá configurar os parâmetros do sistema (temperatura e tempo) e poderá também ligar e desligar a ducha.

Tabela 5- Lista de Atividades

| Entregáveis | Atividades |
|--------------------------------|--|
| MPU1 | |
| Leitor RFID | Pesquisar modelos de leitores RFID |
| | Comprar o leitor RFID |
| | Testar o leitor RFID |
| Display LCD | Pesquisar modelos de display LCD |
| | Comprar o display LCD |
| | Testar o display LCD |
| Fonte de Alimentação 1 | Fazer o levantamento das cargas do MPU1 |
| | Pesquisar modelos de fonte |
| | Comprar a fonte de alimentação |
| | Testar fonte de alimentação |
| MPU2 | |
| Sensor de temperatura | Pesquisar modelos de sensores temperatura |
| | Comprar o sensor de temperatura |
| | Testar o sensor de temperatura |
| Carga (Resistência) | Fazer o estudo da capacidade de aquecimento de resistência |
| | Dimensionar a potência da resistência que será utilizada |
| | Pesquisar modelos de resistências |
| | Comprar a resistência |
| | Testar a resistência |
| Válvula ON/OFF | Pesquisar modelos de Válvula |
| | Comprar a válvula |
| | Testar a válvula |
| Buzzer | Pesquisar modelos de Buzzer |
| | Comprar o Buzzer |
| | Testar o Buzzer |
| Fonte de Alimentação 2 | Fazer o levantamento das cargas do MPU2 |
| | Pesquisar modelos de fonte |
| | Comprar a fonte de alimentação |
| | Testar fonte de alimentação |
| Estrutura do projeto | |
| Ducha | Pesquisar modelos de ducha |
| | Comprar a ducha |
| | Testar a ducha |
| Bancada de apresentação | Efetuar o levantamento das necessidades da bancada |
| | Calcular os itens pertinentes a bancada |
| | Desenvolver layout da bancada |
| | Pesquisar os materiais necessários |
| | Comprar os materiais |
| | Realizar a montagem da bancada |
| | Integrar o MPU2 a bancada |
| Realizar os testes da bancada | |

| Software MPU1 | |
|------------------------------------|---|
| Configuração | Desenvolver o software de configuração do leitor RFID |
| | Testar o software de configuração do leitor RFID |
| | Desenvolver o software de interação com o display LCD |
| | Testar o software de interação do display LCD |
| Comunicação | Pesquisar material de apoio para desenvolver o software |
| | Desenvolver logica do software utilizando pseudocódigos/ Fluxograma |
| | Desenvolver o software de comunicação |
| | Testar o software de comunicação |
| Software MPU2 | |
| Comunicação | Pesquisar material de apoio para desenvolver o software |
| | Desenvolver logica do software utilizando pseudocódigos/ Fluxograma |
| | Desenvolver o software de comunicação |
| | Testar o software de comunicação |
| I/O'S | Desenvolver o software de acionamento do leitor buzzer |
| | Testar o software de acionamento do buzzer |
| | Desenvolver o software de acionamento da válvula |
| | Testar o software de acionamento da válvula |
| | Desenvolver o software de leitura e conversão da temperatura |
| | Testar o software de leitura e conversão de temperatura |
| Controle de temperatura | |
| Controle de temperatura | Estudar viabilidade de modelos de controles |
| | Definir o modelo de controle adequado para utilização |
| | Efetuar o levantamento da curva de aquecimento da carga |
| | Desenvolver a equação de transferência |
| | Testar o modelo de controle adotado |
| | Corrigir função de transferência |
| | Integrar o MPU1 ao sistema de controle |
| Documentação | |
| Monografia | Elaborar a lista de partes interessadas |
| | Elaborar a lista de requisitos do projeto |
| | Elaborar EAP |
| | Elaborar memorial descritivo |
| | Elaborar pesquisas de referências |
| | Elaborar Canvas |
| | Elaborar matriz de responsabilidades |
| | Elaborar rede pert |
| | Elaborar gráfico GANTT |
| | Elaborar introdução |
| | Elaborar o desenvolvimento |
| | Elaborar a conclusão |
| | Formatar o texto |
| | Integrar todos os documentos a um único arquivo |
| Revisar o documento | |
| Apresentação do Power Point | Definir o layout da apresentação |

| |
|-------------------------------|
| Pesquisar imagens |
| Desenvolver textos utilizados |
| Revisar a apresentação |
| Definir ordem de apresentação |

Cronograma

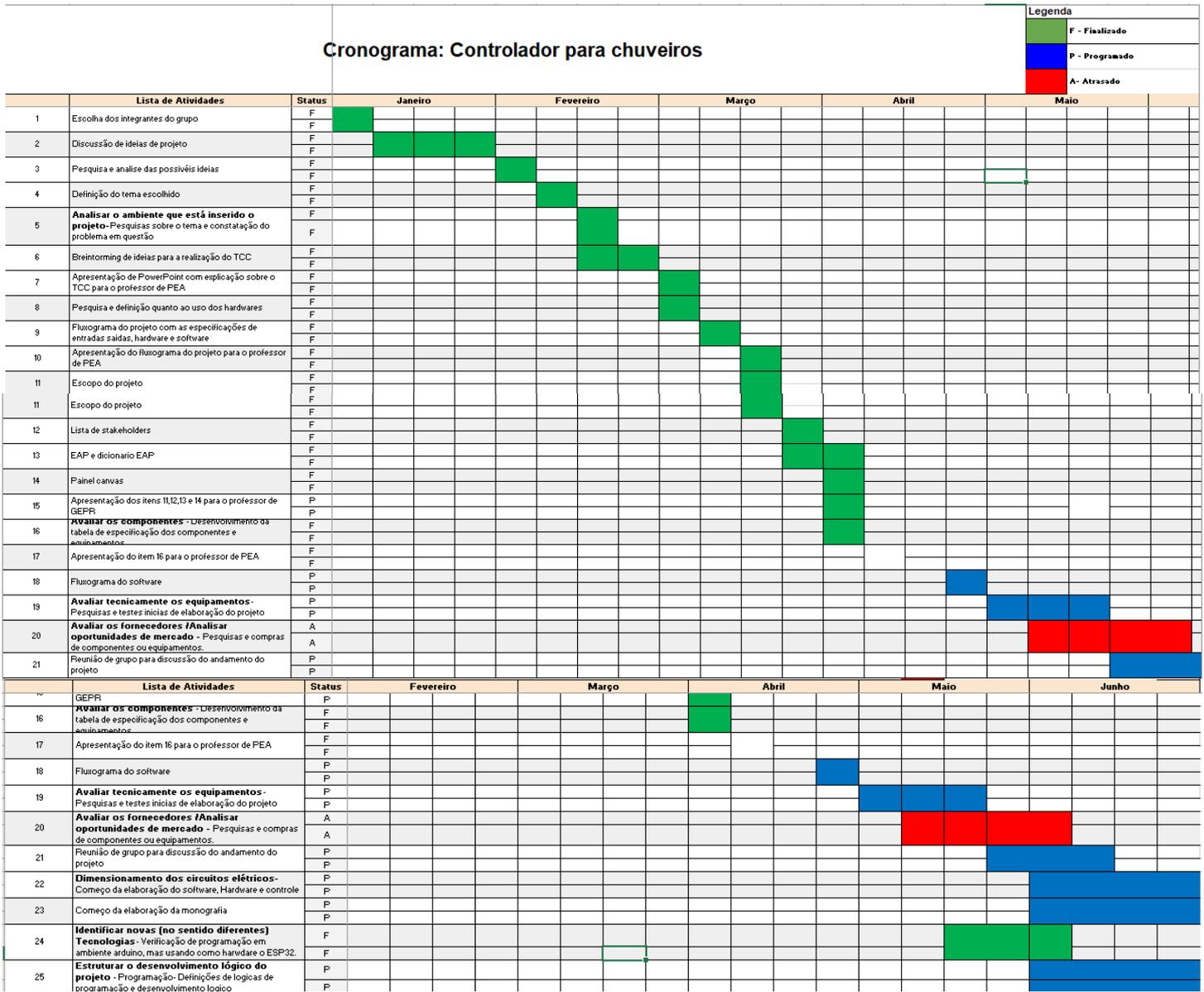
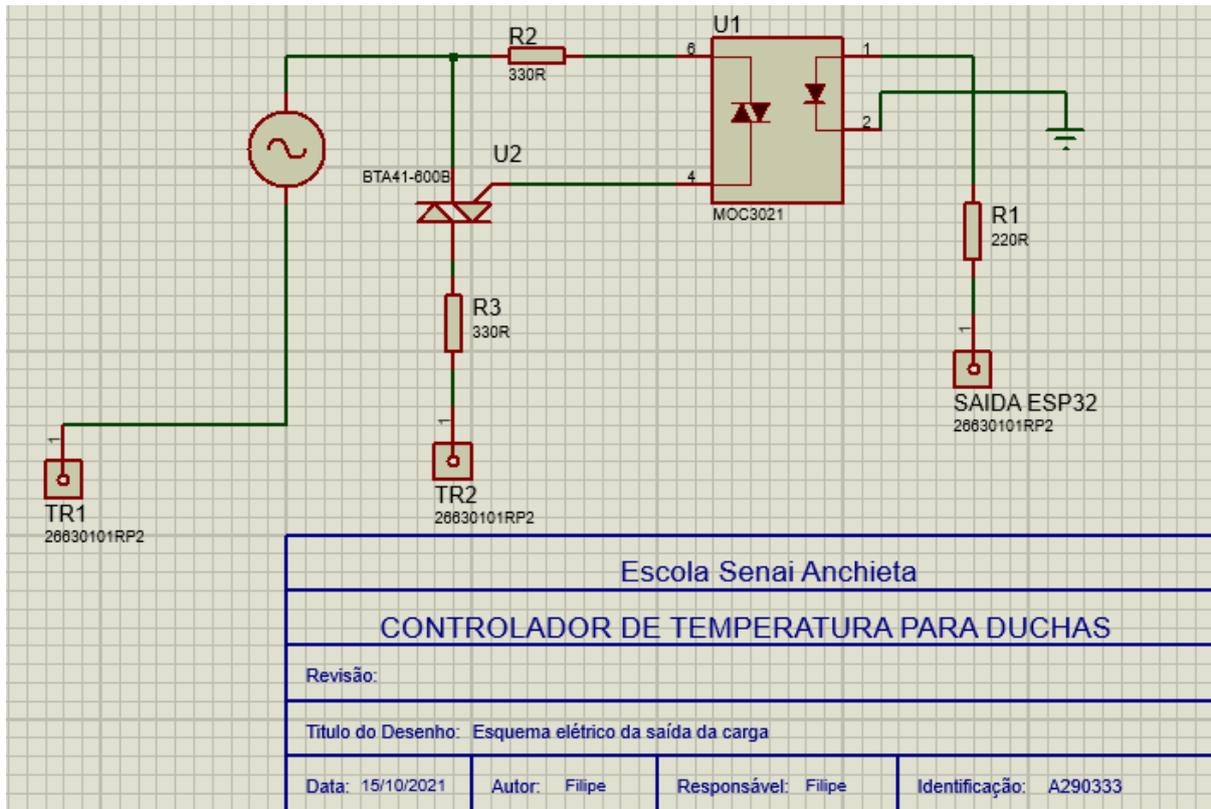
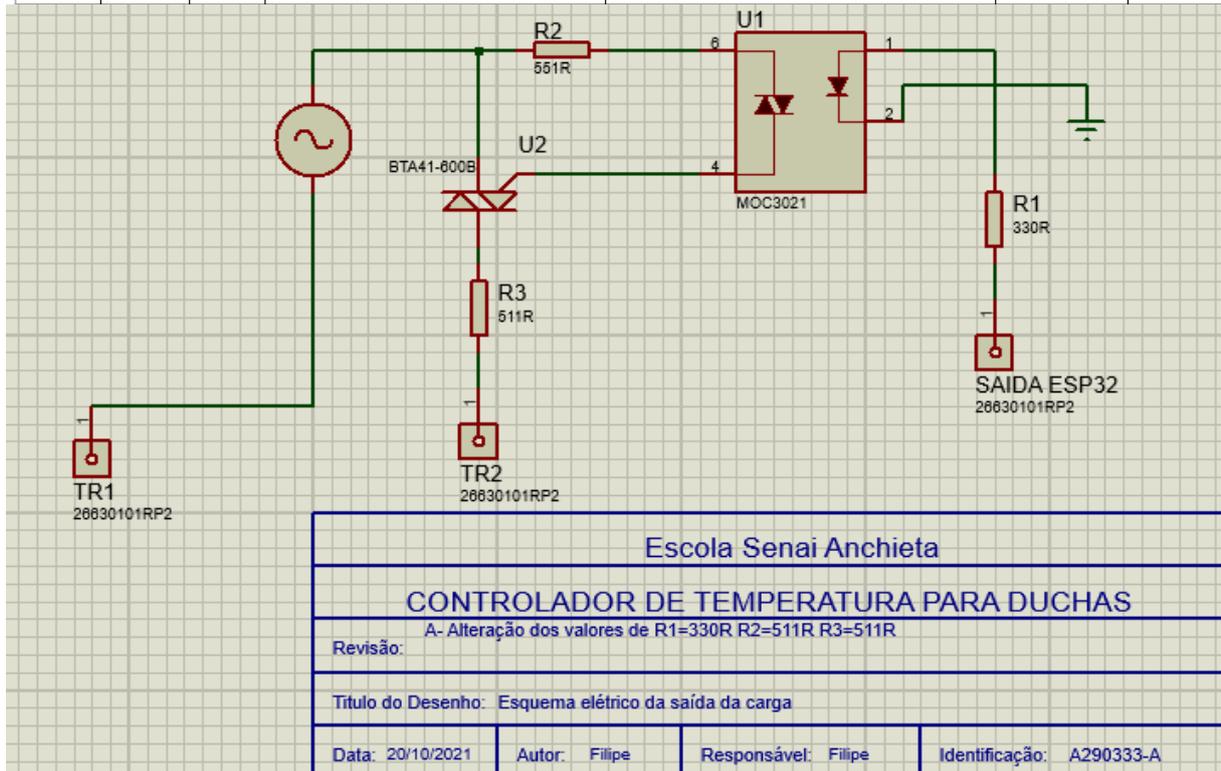


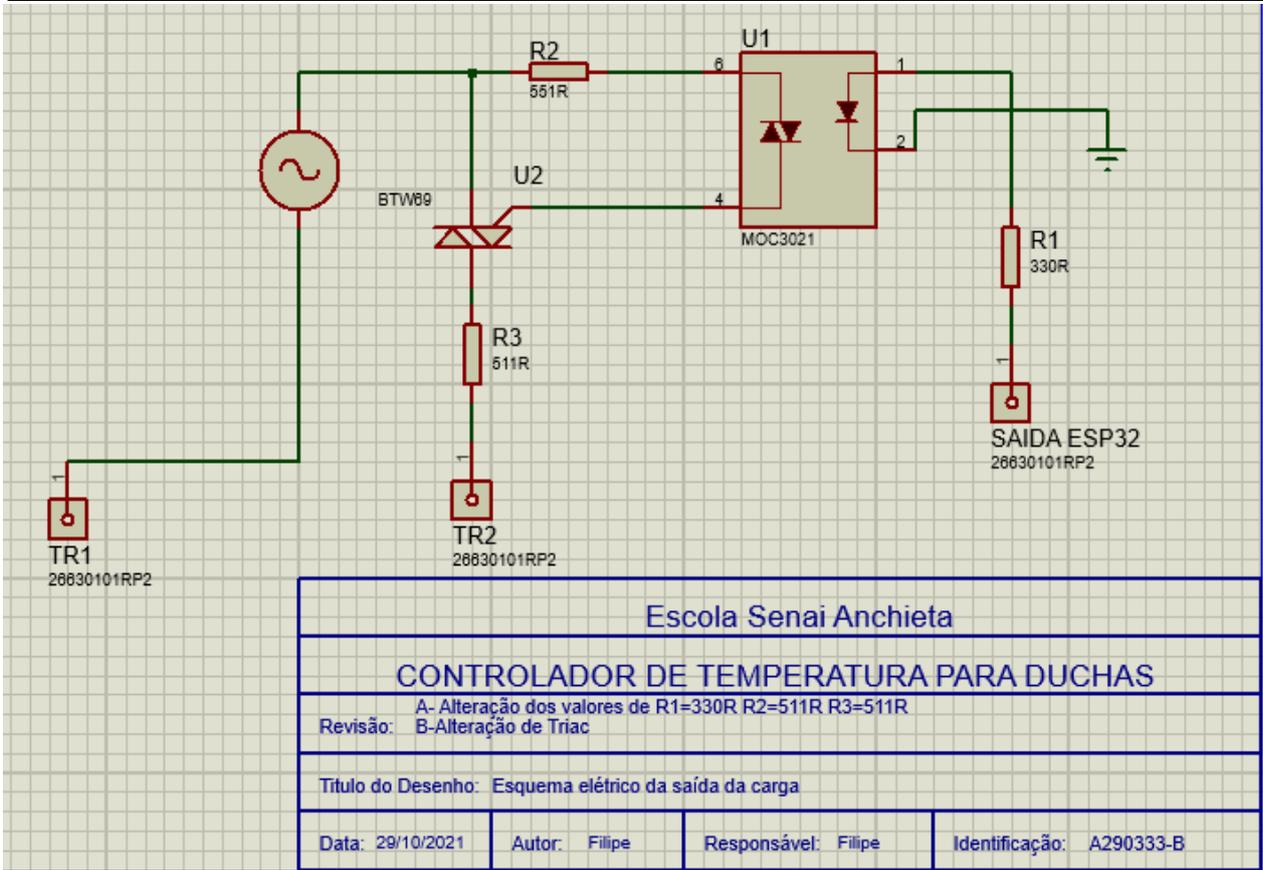
Figura 25- Controle de mudança



| Projeto Controlador de temperatura para duchas | | | | | | |
|--|------------|---------|---|---|------------------|-------------|
| ID | Data | Revisão | Descrição | Motivo da alteração | Autor da revisão | Responsável |
| A390333 | 15/10/2021 | - | Esquema elétrico da saída da carga, interface de potência | - | Filipe | Filipe |
| A290333-A | 20/10/2021 | A | Alteração feita dos valores de resistores R1=330R R2=511R R3=511R | A alteração foi feita para que a tensão no circuito diminuisse assim evitando um estresse maior dos componentes, principalmente do Transistor BTA, para evitar queimas antes do período calculado como correto. | Filipe | Filipe |



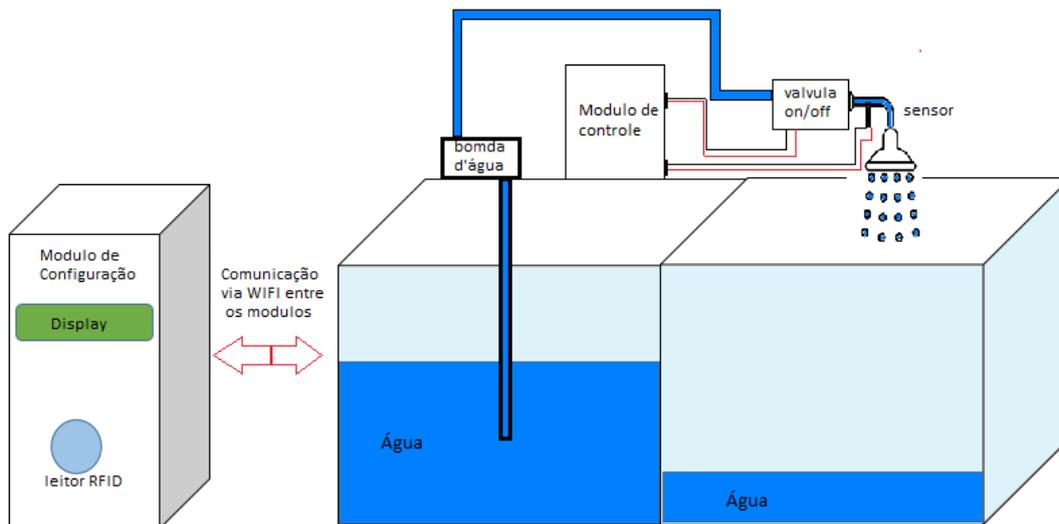
| Projeto Controlador de temperatura para duchas | | | | | | |
|--|------------|---------|------------------------------------|---|------------------|-------------|
| ID | Data | Revisão | Descrição | Motivo da alteração | Autor da revisão | Responsável |
| A290333-B | 29/10/2021 | B | Substituição do BTA41 por um BTW69 | A alteração foi feita para aumentar a potência do circuito de 8.000w para 10.000w. Tal alteração foi feita afim de se atingir uma maior potência do circuito com uma margem de segurança, melhorando assim o tempo de vida util do produto. | Filipe | Filipe |



Fonte: (Autor, 2021)

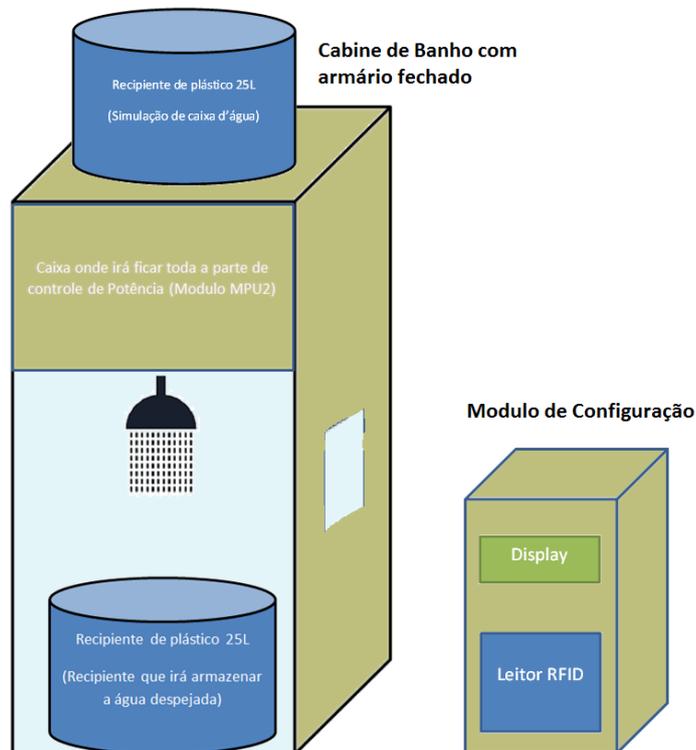
Controle de Mudanças

Construção da estrutura - Antes



Aquário Simulando uma cabine de banho

Descrição: Antes tínhamos pensado em aproveitar um aquário para utilizarmos como estrutura de protótipo, e colocar do lado a parte do modulo de configuração



Descrição: Atualmente, estamos construindo um protótipo de uma cabine de banho.

Motivo: Redução de custo, pois os aquários são feitos de acrílico e por esse motivo acabam se tornando caros, e a implementação ficaria inviável economicamente. Com a ideia atual estamos fazendo a estrutura de madeira e em cima colocaremos um recipiente com água.

Impacto positivo: Redução de custos, e de tempo de montagem, além de atender melhor a aplicação do nosso projeto.

Impacto negativo: O impacto negativo foi o tempo perdido pensando e repensando essas características da estrutura, além é claro de ter que refazer o planejamento de execução novamente.

Mudança 2



ATENÇÃO
VOLTAGEM
220V

Novo | 395 vendidos

Resistência P/ Ducha E Torneira Eletrônica Sintex 220v 6500w

★★★★★ 5 opiniões

R\$ 29²⁶
em 6x R\$ 5⁴⁴

[Ver os meios de pagamento](#)

[Ver mais formas de entrega](#)

Ver no mapa

Acabamento: Polido
Cor: Preto



Novo | 3 vendidos

Resistência Lorenzetti Duo Shower Flex 127v 5000w

R\$ 26⁹⁰
em 5x R\$ 5³⁸ sem juros

[Ver os meios de pagamento](#)

Ver mais formas de entrega

Ver no mapa

Definição: Mudança de resistência da parte de potência do projeto.

Motivo: Foi diminuído o valor de potência total do projeto trocando a resistência do chuveiro, principalmente com o intuito de ter mais segurança uma vez que estamos trabalhando com aquecimento de água. Evitando assim, possíveis problemas de queima precoce da resistência e uma possível falha de segurança. Os restantes dos componentes estão projetados de forma superdimensionadas.

Ponto positivo: Diminuição de custo, aumento da segurança do projeto.

Ponto negativo: O impacto negativo foi o tempo perdido pensando e repensando em qual faixa de potencia poderíamos trabalhar sem que afetasse a segurança do projeto, além é claro de ter que refazer o planejamento de execução novamente.

Tabela 6- Tabela de custo

| Nome do Recurso | Tipo | Quant. | Quantidade de horas de trabalho(R\$100,00/hora homem) | Custo Real | Custo estimado |
|---|------------|--------|---|------------|----------------|
| Chuveiro digital | Material | 1 | - | R\$ - | R\$ 130,00 |
| buzzer | Material | 1 | - | R\$ - | R\$ 8,57 |
| valvula ON/OFF | Material | 1 | - | R\$ 60,00 | R\$ 60,00 |
| Display | Material | 1 | - | R\$ 25,00 | R\$ 25,00 |
| Leitor RFID | Material | 1 | - | R\$ 24,90 | R\$ 24,90 |
| Dissipador de calor | Material | 1 | - | R\$ 7,00 | R\$ 7,00 |
| Parafusos | Material | 50 | - | R\$ 32,00 | R\$ 32,00 |
| Ripa de madeira 50Cm | Material | 8 | - | R\$ 30,00 | R\$ 30,00 |
| Ripa de madeira 200Cm | Material | 4 | - | R\$ 40,00 | R\$ 40,00 |
| Cola de Madeira | Material | 1 | - | R\$ 8,60 | R\$ 8,60 |
| Rolo Cabo de Energia | Material | 1 | - | R\$ - | R\$ 66,00 |
| ESP32 (microcontrolador) | Material | 2 | - | R\$ 48,95 | R\$ 48,95 |
| TRIAC | Material | 1 | - | R\$ 60,00 | R\$ 60,00 |
| Fonte de 12V | Material | 2 | - | R\$ - | R\$ 12,00 |
| Caixa Plastica (painel) | Material | 1 | - | R\$ 49,30 | R\$ 49,30 |
| Tubo de Cano 3/4 (3 Metros) | Material | 1 | - | R\$ 23,50 | R\$ 23,50 |
| cola para cano | Material | 1 | - | R\$ 18,00 | R\$ 18,00 |
| Pasta termica | Material | 1 | - | R\$ 9,00 | R\$ 9,00 |
| sensor de temperatura | Material | 1 | - | R\$ - | R\$ 20,00 |
| Caixa organizadora (caixa d'agua) | Material | 1 | - | R\$ 47,00 | R\$ 47,00 |
| Furadeira | Ferramenta | 1 | - | R\$ - | R\$ 159,90 |
| Parafusadeira | Ferramenta | 1 | - | R\$ - | R\$ 249,90 |
| Chaves de fenda | Ferramenta | 3 | - | R\$ - | R\$ 49,90 |
| Mão francesa | Material | 4 | - | R\$ 48,00 | R\$ 48,00 |
| Balde | Material | 1 | - | R\$ - | R\$ 32,00 |
| Bomba d'água | Material | 1 | - | R\$ 153,00 | R\$ 153,00 |
| Monagem da estrutura da cabine de banho | Trabalho | - | 06:40h | - | R\$ 400,00 |
| Furar as ripas de madeira da estrutura | Trabalho | - | 04:00h | - | R\$ 240,00 |
| parafusar as ripas | Trabalho | - | 02:10h | - | R\$ 130,00 |
| testes no sensor de temperatura | Trabalho | - | 01:20h | - | R\$ 80,00 |
| Testes do display | Trabalho | - | 01:00h | - | R\$ 60,00 |
| Testes do Triac | Trabalho | - | 02:25h | - | R\$ 145,00 |
| Testes da comunicação entre os ESP32 | Trabalho | - | 03:40h | - | R\$ 220,00 |
| Montagem da parte Hidraulica | Trabalho | - | 08:20h | - | R\$ 500,00 |
| Teste da valvula ON/OFF | Trabalho | - | 00:30h | - | R\$ 30,00 |
| Montagem da parte de controle | Trabalho | - | 04:20h | - | R\$ 260,00 |
| montagem do modulo de configuração | Trabalho | - | 06:00h | - | R\$ 360,00 |
| teste do software | Trabalho | - | 05:50h | - | R\$ 350,00 |

| Total de Horas | Total Custo Real | Total Custo Estimado |
|----------------|------------------|----------------------|
| 46:25:00h | R\$ 684,25 | R\$ 4.187,52 |

Fonte: (Autor,2021)

3. CONCLUSÃO

O projeto proposto, está atualmente em fase de testes, a integração entre os módulos ainda não foi concluída, os testes feitos entre os módulos de forma separada, mostraram um resultado satisfatório e funcional.

Ao longo do decorrer do projeto, encontramos muitas dificuldades, principalmente relacionado ao fato de estarmos vivendo um pandemia de COVID-19, que infelizmente impossibilitou muitas aulas presenciais e reuniões do grupo para fazer parte pratica do projeto, porém mesmo assim, o projeto caminhou. Após serem realizados testes práticos no, obtivemos êxito em integrar o programa de leitura do sensor, com o display LCD, juntamente com os softwares de acionamento do Buzzer e da válvula ON/OFF.

A parte de comunicação WI-FI, foi um grande percalço. Pois o software para desenvolvimento da mesma é extremamente trabalhoso e complexo, envolve questões do modulo WI-FI dentro do ESP32, porém a maior dificuldade é fazer um programa funcional, utilizando a plataforma do arduino, que apesar de ser de fácil compreensão, possui recursos limitados. Após realizarmos pesquisas não conseguimos encontrar nenhum artigo ou site que nós pudessem explicar a respeito, dessa forma recorreremos ao professor de programação, que prontamente atendeu nossa solicitação, e após analisarmos juntos foi possível ter um código base para utilizarmos, do qual é enviado as informações entre os ESP32.

A estrutura está finalizada, juntamente com as tubulações necessárias, estamos na etapa que requer a passagem dos fios de eletricidade, após o mesmo será realizado a instalação dos módulos e os testes finais.

Podemos concluir por tanto que os testes se mostraram satisfatórios em seus resultados, de modo a que pudéssemos verificar o funcionamento do projeto ainda faltando integrar certos conjuntos, alcançando parte do seu objetivo final.

REFERÊNCIAS

- BRAGA, Newton C. Fonte de Alimentação. 2017. p 40-55.
- FERNANDES Oliveira, Ítalo e Bezerra Araújo, Jadson. Relatório da 3ª experiência: Projeto de uma fonte linear de tensão. Natal, RN, Agosto de 2018.
- JUNIOR, Danilo e Scotti, Altieres. Fonte Linear: Projeto e Montagem. Florianópolis, Julho de 2007.
- JUNIOR, Pedro Armando da Silva. Fonte de Tensão Reguladas. São José, fevereiro de 2012.
- KOMATSU, Wilson. Fontes Lineares. 2º semestre/2015.
- LEONEL, Cristiano Ribeiro, SOUSA Italo Rodrigo de, Aperfeiçoamento em retificador carregador de lâmpada de led, Inventor: Cristiano Ribeiro Leonel, Italo Rodrigo de Sousa, BR 102015019483-8 A2 Deposito: 13/08/2015, Concessão: 21/02/2017.
- MORALES, Paulo Sérgio, Nobreak para uso em sistemas de câmeras para monitoramento, Inventor: Paulo Sérgio Morales, BR 20 2013 034000-1 U2, Deposito: 09/1 0/2013, Concessão: 08/09/2015.
- PETRY, Clovis Antônio. Fontes Lineares de Tensão. Florianópolis, julho de 2007.
- PINTO Lazaro, CORDEIRO, Luciano de Almeida, JOÃO, Moises Vasconcelos, Controlador de corrente alternada com regulação e retificação e elevação para corrente continua com acumulação inteligente de energia alternativa, Inventor: Lazaro Pinto, Luciano de Almeida Cordeiro, Moises Vasconcelos João, Deposito: 08/10/2010, Concessão:13/02/2013.
- REIS, Arthur L.E. dos, et ali. TEORIA GERAL DAS FONTES DE ALIMENTAÇÃO LINEARES. Juiz de Fora, Minas Gerais. Setembro de 2011.
- Relatório Fonte Linear Regulada. Ponta Grossa, 2014.
- ROCHA, Eduardo Figueiredo da. Fonte Linear 24V|1A. Suzano - SP 2017.
- SHIH, Hung-Ming, Dispositivo aperfeiçoado de microcarregador de bateria de telefone móvel, Inventor: Hung-Ming Shih, MU 7802300-9 U Deposito:10/12/1998, Concessão:13/06/2000.
- SILVA, Prado da Elvio. Fonte Linear Projeto e Confecção Manual. 1ª Edição. Bahia. 25 de março de 2015.
- SU, Jie, Fonte de alimentação de dupla tensão, Inventor: Jie Su, BR 202017009996-8 U2 Deposito: 12/05/2017, Concessão: 04/12/2018.
- YANG, Tai-her, Dispositivo de circuito de controle de saída de corrente contínua do tipo reforço controlado por energia parcial. Inventor: Tai-her yang, BR 102014015848-0 A2, Deposito: 26/06/2014, Concessão: 17/11/2015.