

**CENTRO PAULA SOUZA
FATEC SANTO ANDRÉ
Tecnologia em Mecatrônica Industrial**

**KAUÃ RIBEIRO MAIA
LEONARDO DE MENESSES PEIXOTO
PEDRO LUCAS RODRIGUES CHIARIONI**

**MISTURADOR DE ÁGUA QUENTE E FRIA AUTOMATIZADA PARA
UMA TEMPERATURA FIXA**

**Santo André
2025**

Kauã Ribeiro Maia
Leonardo de Meneses Peixoto
Pedro Lucas Rodrigues Chiarioni

**MISTURADOR DE ÁGUA QUENTE E FRIA AUTOMATIZADA PARA
UMA TEMPERATURA FIXA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso em Tecnologia de Mecatrônica
Industrial da Fatec Santo André, orientado pelo
Prof. Me. Luiz Vasco Puglia, como requisito
parcial para obtenção do título de Tecnólogo
em Mecatrônica Industrial.

Santo André
2025

M217m

Maia, Kauã Ribeiro

Misturador de água quente e fria automatizada para uma temperatura fixa / Kauã Ribeiro Maia, Leonardo de Meneses Peixoto, Pedro Lucas Rodrigues Chiarioni. - Santo André, 2025. – 51f: il.

Trabalho de Conclusão de Curso – FATEC Santo André.
Curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, 2025.

Orientador: Prof. Me. Vasco Luiz Puglia

1. Mecatrônica.
 2. Aquecimento de água.
 3. Coletor Solar.
 4. Painéis fotovoltaicos.
 5. Tecnologia.
 6. Servo mecanismo.
 7. Microcontrolador.
 9. Bluetooth.
 10. Válvulas.
 11. Implementação.
 12. Aplicativo.
 13. Smartphone.
- I. Peixoto, Leonardo de Meneses. II. Chiarioni, Pedro Lucas Rodrigues. III. Misturador de água quente e fria automatizada para uma temperatura fixa.

629.892

LISTA DE PRESENÇA

Santo André, 30 de junho de 2025.

LISTA DE PRESENÇA REFERENTE À APRESENTAÇÃO DO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO COM O TEMA:
**“MISTURADOR DE ÁGUA QUENTE E FRIA AUTOMATIZADA PARA UMA
TEMPERATURA FIXA” DOS ALUNOS DO 6º SEMESTRE DESTA U.E.**

BANCA

PRESIDENTE:

PROF. LUIZ VASCO PUGLIA

MEMBROS:

PROFª SUELY MIDORI AOKI

PROF. WILLIAN WAGNER LAUTENSCHLAGER

ALUNOS:

KAUÃ RIBEIRO MAIA

LEONARDO DE MENESES PEIXOTO

PEDRO LUCAS RODRIGUES CHIARIONE

Dedicamos este trabalho aos nossos pais
que estiveram conosco durante todo este
período sempre nos incentivando nessa
jornada.

AGRADECIMENTO

Ao Prof. Me Luiz Vasco Puglia por ser orientador deste projeto sempre nos dando todo apoio necessário para a realização, ao Prof. Fernando Garup Dalbo pelos auxílios significativos durante o projeto, ao Prof. Me. Valter Espíndola Thomáz pelas revisões e correções e ao nosso grande amigo Auxiliar Docente Maurício José Oliveira pelo suporte técnico.

“Ser ruim em alguma coisa é o primeiro passo para se tornar bom em alguma coisa”.

- Hora de aventura

RESUMO

A vida do homem, tem início com morada em cavernas, posteriormente barracas, casas de madeira, barro e finalmente em casas de alvenaria e cimento. Atrelada a esse desenvolvimento diversas facilidades foram sendo anexadas. Energia elétrica, água encanada, coleta de esgoto entre outras, resultam no aumento da qualidade de vida e maior longevidade por condições melhores de higiene e saúde. Nesse quadro, em cidades de temperatura média menos elevada, o chuveiro elétrico é uma facilidade indispensável, principalmente nos dias de temperaturas mais baixas. Estima-se que um terço da energia elétrica consumida em uma residência seja utilizada no aquecimento de água para banhos. Nos tempos atuais, onde a consciência ecológica é importante, economizar essa energia é uma fonte de recurso que não necessita de investimento para ser produzida. Tecnologias modernas permitem aquecer a água através de coletores solares de passagem, painéis fotovoltaicos ou outro sistema qualquer que eleve a temperatura da água com essa finalidade. Resolvida essa pendência, uma segunda dificuldade ocorre nas residências atuais. O sistema de necessita de tubulação independente para água fria e água quente, ocorrendo a mistura pelo usuário durante o banho. Uma grande parcela das residências no Brasil, não dispõe dessa dupla tubulação que permita utilizar água aquecida por fontes naturais de maneira fácil e rápida. A adaptação desse sistema passa pela necessidade de obras civis, incomodo dentro de casa, sujeira de resíduo de construção e obviamente custo. Evitar esses transtornos é de grande valia para agilizar a execução dos trabalhos e reduzir tempo e custo de instalação, viabilizando o processo. Nesse estudo de caso, propõe-se efetuar a mistura próximo a linha de descida de água já existente através de duas válvulas reguladoras servo controladas. A água chega ao usuário já na temperatura desejada, sem a necessidade de obras civis e altos custos. Para controle da temperatura e vazão desejada, as válvulas serão comandadas por sinais Bluetooth, através de um microcontrolador e um aplicativo no smartphone. Um usuário leigo de tecnologia poderá então obter todas as facilidades do banho e a economia de energia a baixo custo.

Palavras-chave: *Bluetooth*. Microcontrolador. Servo mecanismo. Painéis fotovoltaicos.

ABSTRACT

Human habitation has evolved significantly from living in caves to utilizing wooden shacks, earthen structures, and eventually transitioning to modern masonry and cement buildings. This evolution has brought about numerous conveniences such as electricity, piped water, and sewage systems, which have collectively enhanced living standards and increased longevity through improved hygiene and health conditions. In regions with moderate climates, electric showers have become essential, particularly during cooler weather. It is estimated that around one-third of household electricity consumption is dedicated to heating water for showers. In today's environmentally conscious era, reducing energy consumption is crucial and can be achieved without additional production costs. Modern technologies, including solar water heaters and photovoltaic panels, offer sustainable alternatives for heating water. However, many Brazilian homes lack the necessary dual plumbing systems for separating hot and cold water, complicating the use of naturally heated water. Installing such systems typically involves significant civil work, creating a mess, and incurring high costs. This case study proposes a solution to address these challenges by utilizing two servo-controlled valves to mix water near the existing cold-water line. This method allows users to receive water at their desired temperature without the need for extensive renovations, reducing both installation time and cost. The system's temperature and flow control are managed via Bluetooth signals through a microcontroller and a smartphone application, making it accessible and user-friendly even for those with minimal technological expertise. This approach facilitates efficient and economical bathing solutions while contributing to energy conservation.

Keywords: Bluetooth, Microcontroller, Servo Mechanism, Photovoltaic Panels.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação do projeto	14
Figura 2 – Ilustração Torneira.....	16
Figura 3 – Ilustração Misturador	17
Figura 4 – Ilustração Monocomando	17
Figura 5 – Exemplo Malha aberta.....	18
Figura 6 – Exemplo Malha fechada	19
Figura 7 – Bucha de madeira.....	21
Figura 8 – Montagem inicial sistema posicionador.....	22
Figura 9 – Mangueira.....	22
Figura 10 – Conector tipo Y de engate rápido para mangueira ¼.....	23
Figura 11 – Potenciômetro	23
Figura 12 – Motor Mabuchi.....	24
Figura 13 – Válvula Esfera.....	25
Figura 14 – Módulo Ponte H.....	25
Figura 15 – Arduino.....	26
Figura 16 – Módulo Bluetooth HC-05	27
Figura 17 – Sensor DS18B20.....	27
Figura 18 – Fonte chaveada 12V.....	28
Figura 19 – Cartucho aquecedor 12V.....	29
Figura 20 – Estrutura.....	30
Figura 21 – Representação montagem digital	31
Figura 22 – Montagem em banca.....	31
Figura 23 – Monitor Serial Bluetooth.....	32
Figura 24 – Montagem em banca 2.....	32
Figura 25 – Conexões motor e Ponte H	34
Figura 26 – Código Ponte H	35
Figura 27 – Página inicial aplicativo	36
Figura 28 – Página secundária do aplicativo	37
Figura 29 – Programação Aplicativo 1	38

Figura 30 – Programação Aplicativo 2	38
Figura 31 – Fluxograma do projeto.....	39

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Quadro de energia elétrica.....	20
Tabela 1 – Lista de componentes.....	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ENEL	Ente Nazionale per l'Energia Elétrica
KWh	Quilo watt-hora
MWh	Mega watt-hora
W	Watt
CC	Corrente-contínua
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
mm	milímetros
POT	Potenciômetro
USB	Universal Serial Bus
V	Volt
ON	Ligado
OFF	Desligado
°C	Celsius
DB	Decibéis
N	Newton
m	Metros
rpm	Rotações por minuto
UART	Universal Asynchronous Receiver / Transmitter
g	Gramas
mA	Mili-ámpere

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Motivação.....	14
1.2	Objetivo.....	15
1.3	Resultados Esperados.....	15
1.4	Metodologia.....	15
1.5	Misturadores, Torneiras e Monocomandos.....	16
1.6	Malhas de controle.....	18
1.6.1	Malha Aberta.....	18
1.6.2	Malha Fechada.....	18
2	DESENVOLVIMENTO.....	19
2.1	Explicação dos gastos elétricos.....	19
2.2	Tabela de componentes.....	20
2.3	Montagem do projeto.....	21
2.3.1	Sistema posicionador.....	21
2.3.2	Mangueiras.....	22
2.3.3	Potenciômetro.....	23
2.3.4	Motor Mabuchi.....	24
2.3.5	Válvula Esfera.....	25
2.3.6	Módulo Driver Ponte H BTS7960.....	25
2.3.7	Arduino.....	26
2.3.8	Módulo Bluetooth.....	26
2.3.9	Sensor de Temperatura.....	27
2.3.10	Fonte Chaveada.....	28
2.3.11	Resistência Elétrica.....	29
2.4	Construção do projeto.....	29
2.5	Montagem e programação do Módulo Bluetooth.....	30
2.6	Testes Sensores de temperatura.....	33
2.7	Testes de motores.....	34
2.8	Aplicativo.....	35
2.9	Lógica de funcionamento.....	38

3	CONCLUSÃO.....	40
3.1	Resultados.....	40
3.2	Propostas futuras.....	40
	REFERÊNCIAS.....	41
	APÊNDICE A - Programação Módulo Bluetooth.....	43
	APÊNDICE B - Programação Principal.....	44
	ANEXO A - Datasheet MOTOR 12V.....	48

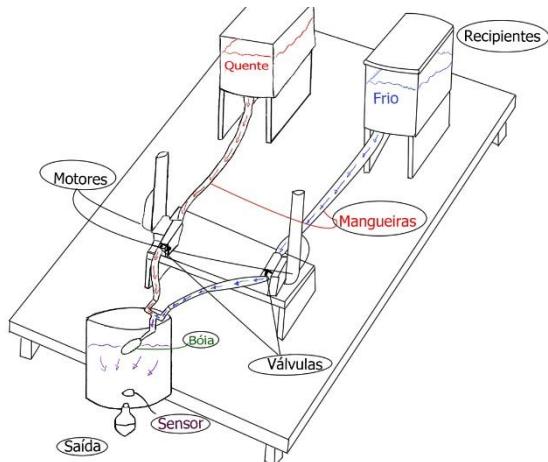
1 INTRODUÇÃO

Com a humanidade criando formas de se sentir mais confortável dentro de suas residências, começou-se a utilizar água aquecida para dias mais frios. Porém para aquecer, precisamos utilizar energia elétrica ou a gás. O que resulta em um aumento significativo no valor das contas de energia ou o gasto com gás. (PEREIRA, 2016). Atualmente, cerca de um terço da conta de energia representa o aquecimento de água para banhos. Com base nesse dado, torna-se evidente a dependência do uso do sistema atual para aquecimento de água. Atualmente, existem diversas tecnologias que nos permite aquecer a água evitando gastos excessivos. (FURLANETTO e POSSAMI, 2001). Pensando nisso, o nosso projeto se caracteriza em desenvolver uma tecnologia capaz de criar um sistema automatizado. O usuário utiliza um aplicativo que transmite um sinal via *Bluetooth*, se comunicando com o Arduino. Este por sua vez, comanda as válvulas reguladoras servo controladas. Como método de aquecimento. Com isso teremos tanques de água aquecida e água fria, resultando em um misturador contido um sensor de temperatura. Para realizar a conexão entre o Arduino e o aplicativo utilizaremos um módulo *Bluetooth* HC-06. Para o controle das válvulas será utilizado um circuito eletrônico que controla os motores. Com isso, será possível economizar significativamente a energia que antes era usada de uma maneira não tão eficiente nesse processo e por consequência reduzir os gastos nas contas residenciais. Nosso projeto dispensa gastos desnecessários de mão de obra por ter uma fácil instalação, evitando possíveis transtornos de construção de reforma e instalação no cotidiano. Nos capítulos iniciais está presente a motivação onde apresentamos como chegamos a um consenso. Há uma forma efetiva e ecológica de reduzir os gastos com aquecimento d'água. Este aquecimento evitará o impacto direto de até um terço nas contas do fim do mês. Sendo assim, conseguimos identificar o problema e a solução. Este cenário nos instigou a desenvolver um sistema de controle de servomecanismo. Este sistema é capaz de entregar uma tecnologia eficiente e eficaz ao usuário. No objetivo está presente como conseguimos desenvolver tal tecnologia automatizada.

O sistema conta com duas válvulas de agulha que permite ter um controle mais efetivo de vazão, um motor CC (de corrente-contínua) com redução de velocidade semelhante ao funcionamento do motor dos para-brisas de automóveis diversos, *Arduino* para a comunicação e controle dos processos e com um diferencial existente:

módulo *Bluetooth* para mudança de temperatura desejada. Por último um sensor de temperatura para leitura em tempo real como demonstrado na Figura 1.

Figura 1- Representação do projeto



Fonte: Produzido pelos autores, 2025.

Nosso projeto possui o *Bluetooth* que facilita a comunicação entre os aparelhos remotamente, tanto a comunicação com ambos os motores funcionando e permitindo que as misturas ocorram de forma correlata com o esperado e estimado pelo consumidor.

1.1 Motivação

Foi discutido e logo entrando em um consenso o fato de que as contas estão com os valores elevados. É evidente a crescente demanda por tecnologias solucionadoras de problemas e modernas. Analisando e contemplando este cenário que estamos inseridos, nosso projeto se destaca pelo seu embasamento consolidado de identificação do problema encontrado nas tarifas de energia, evidente também que no momento da instalação do sistema terá muito mais praticidade e sem a necessidade de ter nenhuma reforma ou obra no ambiente domiciliar poupando tempo e eventuais danos. Logo encontramos uma forma de reduzir todos esses gastos de maneira efetiva e ecológica, visando não gerar desperdício ou contratemplos maiores que podem ser encontrados.

De tal forma focamos em procurar entender como poderíamos reduzir e onde aplicar uma mudança, teria de ser algo que todos utilizem diariamente independente da classe social ou região no Brasil.

Assim chegando na conclusão que os banhos diários de uma família brasileira chegam e causam um aumento exorbitante no pagamento ao fim do mês enquanto afetava 2 contas simultaneamente, eletricidade e água.

1.2 Objetivo

O projeto tem como o principal objetivo a facilidade da instalação de um misturador de água quente e fria evitando os gastos em reformas e dores de cabeça referentes à mão de obra especializada, planejamentos e danos estruturais em um domicílio. O sistema proposto busca oferecer um funcionamento eficiente, capaz de atender plenamente às necessidades do usuário com praticidade e confiabilidade.

1.3 Resultados Esperados

Espera-se a redução direta no valor da conta de energia elétrica e diminuição do desperdício de água, realizar toda a regulagem na temperatura sem a necessidade de alterar fisicamente em um registro, possuir uma boa comunicação, tanto entre os componentes dentro do protótipo quanto com o aparelho móvel.

Possuir uma facilidade na instalação com isenção de qualquer necessidade de realizar um planejamento envolvendo reformas e alterações residenciais, obter uma leitura precisa e coerente em relação à temperatura real dos recipientes e que também possa se ajustar conforme o requerimento do usuário de modo que a lógica da programação realize a abertura e fechamento das válvulas de forma independente.

1.4 Metodologia

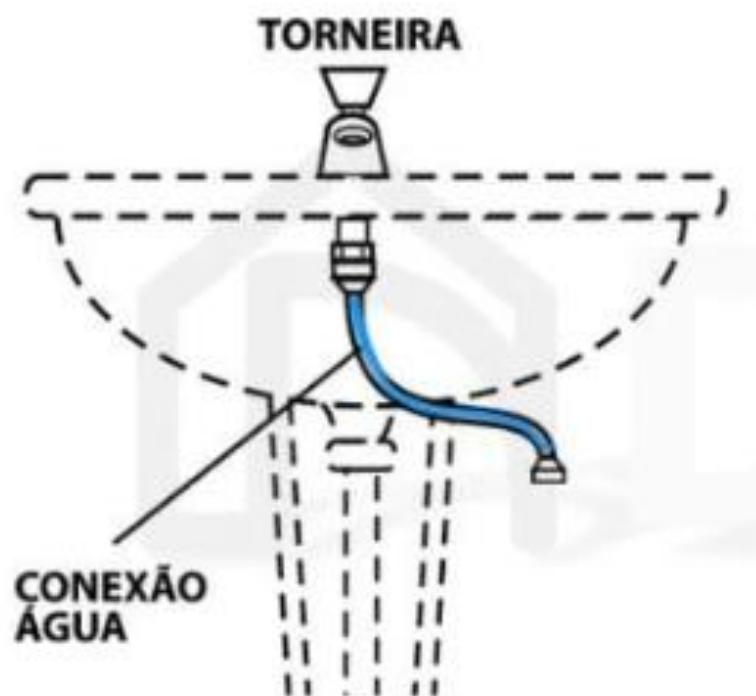
As próximas seções da monografia têm como respectivos objetivos explicar as diferenças presentes entre misturadores e monocomandos assim como suas respectivas utilidades, gastos de energia elétrica e à montagem do projeto onde apresentamos os componentes utilizados e todo o desenvolver no decorrer do projeto, contendo além das peças programação e as propostas futuras para um segmento adiante.

1.5 Misturadores, Torneiras e Monocommandos

Ao longo do tempo de evolução foram desenvolvidos diferentes dispositivos responsáveis para a distribuição e controle do fluxo de água, que pode regular a saída do fluido, e com isso novas formas desse controle foi criado, novos dispositivos e novos métodos para tal.

Sendo o primeiro dispositivo a ser criado a torneira, um dispositivo mecânico simples de liberação do fluxo através de um único registro que libera ou barra a passagem da água através de uma válvula presente no registro, possui uma única função de abrir ou fechar o fluxo, com apenas o controle de vazão como apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Ilustração Torneira

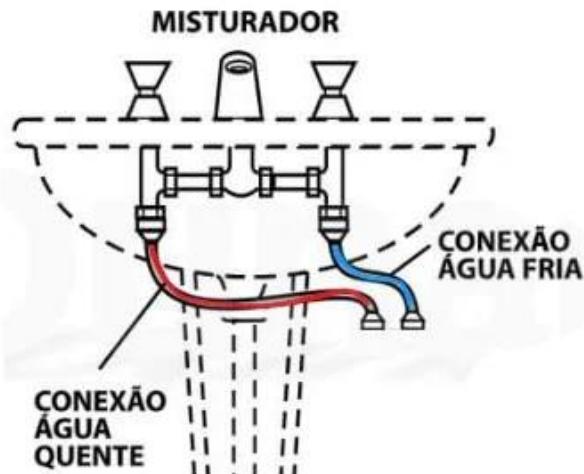


Fonte: Dunard (2023).

Um misturador de água é um dispositivo que combina e mistura águas de temperaturas diferentes combinando num único fluxo a partir de dois registros que são manuseados fisicamente para o controle de vazão e temperatura agradáveis de determinado uso, quanto mais abrir um dos registros mais água quente ou fria vai ser liberada para o uso, assim permitindo a regulagem de temperatura e quantidade de água ideais.

Assim como demonstrado na Figura 3.

Figura 3 - Ilustração Misturador



Fonte: Dunard (2023).

O monocomando é uma evolução mais moderna do Misturador, como uma junção da praticidade da torneira em possuir um único registro ou volante que pode abrir e fechar o fluxo de água, e o controle do misturador que pode regular a temperatura vindo de duas fontes de água diferentes, permitindo um controle da temperatura para um único fluxo de água, a seguir com uma ilustração na figura 4.

Figura 4 - Ilustração Monocomando



Fonte: Dunard (2023).

Tendo essas informações em vista, optamos por utilizar o exemplo de um misturador pois a mistura da água ocorre antes de chegar no chuveiro, a mistura é feita externamente de modo que não afete de modo algum na estrutura da residência, sendo uma extensão externa de uma tubulação já existente em sua residência, tal como pode ser utilizado com um misturador.

1.6 Malhas de controle

Uma malha de controle é a forma pela qual um sistema regula suas variáveis de operação como temperatura, vazão ou pressão.

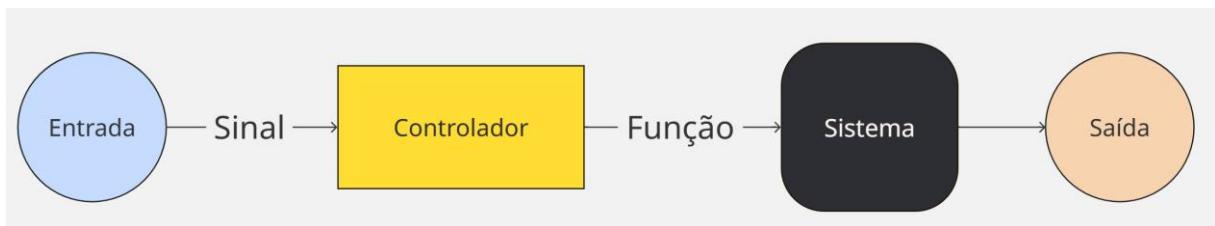
Podendo atuar de forma que não tenha a necessidade de um retorno vindo de algum sensor ou limitador, que possa realizar uma devolutiva para o processo ocorrer novamente, ou se reajustar conforme a necessidade do utilizador por meio de uma realimentação pelo feedback gerado.

1.6.1 Malha Aberta

Na malha aberta, o sistema apenas executa uma função sem verificação do resultado, apenas contendo a função de ligar ou desligar sem nenhum retorno, geralmente é realizado com sistemas manuais simples que dependem da intervenção humana para funcionar corretamente.

Como exemplo os misturadores de água comuns ou torneiras, assim exemplificado na figura 5.

Figura 5 - Exemplo malha aberta



Fonte: Produzido pelos autores, 2025.

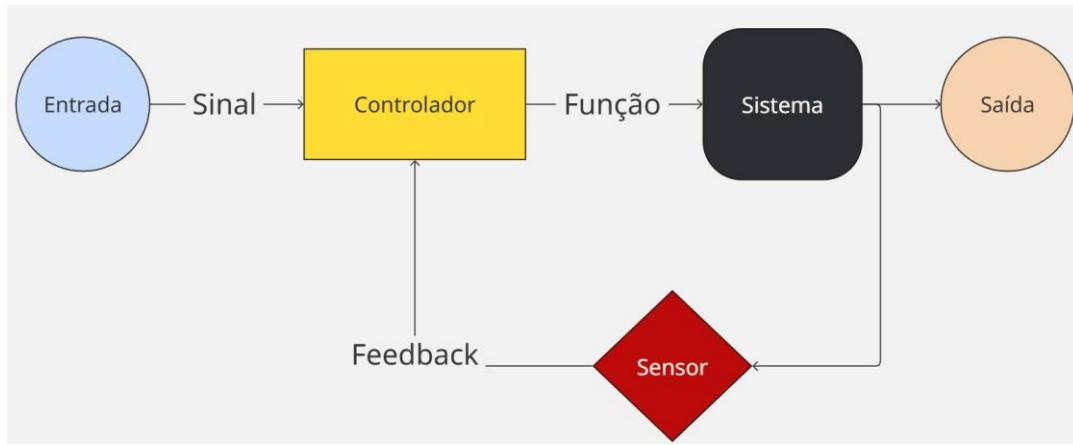
1.6.2 Malha fechada

A malha fechada utiliza de uma realimentação, um feedback, um sensor que mede uma variável controlada, como temperatura, e o controlador ajusta automaticamente os atuadores como válvulas ou resistências.

No caso do atual projeto que utiliza de sensores de temperaturas que entregam esse feedback para o microcontrolador poder regular as válvulas para que no fim do processo a água esteja na temperatura ideal a qual ela foi requisitada, sem a

necessidade de ter uma intervenção humana no processo para chegar ao resultado esperado, como exemplificado na figura 6.

Figura 6 - Exemplo Malha fechada



Fonte: Produzido pelos autores, 2025.

2 DESENVOLVIMENTO

Este capítulo será dedicado a apresentar todo desenvolvimento por trás da confecção do projeto, desde as justificativas até montagem e escolhas de componentes, explicação técnica e objetiva do funcionamento e tudo que o compõe, indo da confecção mecânica até a programação utilizada até o resultado final.

2.1 Explicação dos gastos elétricos

Para entender o motivo dos custos na hora de tomar banho, precisamos dar uma revisada de como é cobrado a energia elétrica. As contas são cobradas por quilowatt-hora (kWh), é uma variável que mede o seu consumo de energia elétrica, ou seja, quanto mais você usa um aparelho, dependente da potência que ele consome, irá continuar acumulando gastos até o final do mês, tornando maior o valor que será cobrado. (FLORA, 2024)

Então se levarmos em consideração que um chuveiro comum consome 5000 Watts (W), e diariamente, uma pessoa toma banho 2 vezes ao dia por 15 minutos então a cada 2 dias terá o consumo total de 1 hora do chuveiro, contabilizando 15 horas ao mês, multiplicando o valor de 5000 Watts (W) x 15 horas, daria num total de 75000 quilowatt-hora (KWh) por mês.

Atualmente o valor cobrado depende da região onde a casa estiver localizada, juntamente com o consumo da potência e a classe social do indivíduo.

Considerando o Quadro 1 de acordo com nosso exemplo de um chuveiro que gasta 75 kWh, vamos considerar o grupo Residencial B1, o valor cobrado será de 75kWh/1000 que dará 0,075 Megawatt-hora (MWh) multiplicando com o valor padrão de R\$ 649,10. Totalizando R\$ 48,68 por mês por pessoa. Nosso objetivo será manter esses parâmetros e com a nossa tecnologia reduzir esse valor gasto por mês.

Quadro 1- Quadro de energia elétrica.

GRUPO "B" BAIXA TENSÃO	RESIDENCIAL BAIXA RENDA					RESIDENCIAL B1	SUBGRUPO B2 RURAL	SUBGRUPO B3 DEMAIS CLASSES	B4a	B4b
	Até 30 KWh	De 31 à 80	De 81 à 100	De 101 à 220	De 221 em diante					
	R\$ / MWh	R\$ / MWh	R\$ / MWh	R\$ / MWh	R\$ / MWh	R\$ / MWh	R\$ / MWh	R\$ / MWh	R\$ / MWh	R\$ / MWh
	192,80	330,52	330,52	495,78	550,87	649,10	649,10	649,10	357,01	389,46
VALORES MÍNIMOS MENSAL	BAIXA RENDA - R\$					B1 - R\$	B2 - R\$	B3 - R\$	B4a - R\$	B4b - R\$
MONOFÁSICO 30 KWh	5,78					19,47	19,47	19,47	10,71	11,68
BIFÁSICO 50 KWh	12,39					32,45	32,45	32,45	17,85	19,47
TRIFÁSICO 100 KWh	28,91					64,91	64,91	64,91	35,70	38,94
Desconto BT: Água, Esgoto e Saneamento (15% s/ Tarifa do Subgrupo B3) - R\$ / MWh	R\$ 551,74			B2 Coop. Elet. Rural - (R\$ / MWh)		649,10				
						B2 Serv.Púb.Irrig. (R\$ / MWh)	649,10			

Fonte: Enel, 2023.

2.2 Tabela de componentes

Para a confecção do projeto utilizamos os seguintes componentes.

Tabela 1 - Lista de componentes

Componente	Quantidade
Arduino UNO	2
Modulo Bluetooth HC05	2
Sensor Ds18b20	3
Válvula de 90° ¾	2
Motor CC com redução	2
Potenciômetro	2
Roda dentada	4
Correia	2
Ponte H BTS7960	2
Resistência elétrica 220v	1
Fonte Chaveada 12V	1

Fonte: Criado pelo autor, 2025.

2.3 Montagem do projeto

Este capítulo é dedicado à apresentar as etapas de montagem mecânica do projeto e os componentes utilizados, tanto quanto a justificativa para qual eles foram escolhidos mediante à necessidade apresentada no momento.

2.3.1 Sistema posicionador

Um acoplamento é um componente mecânico responsável por transmitir movimento de rotação e torque entre dois eixos, foi utilizado para se obter a posição exata demarcada do potenciômetro e dá posição da válvula, onde obtemos a posição exata de abertura e fechamento, adquirindo assim um sistema posicionador. Foram feitos dois conjuntos de sistema posicionador utilizando uma bucha de madeira como apresentado na figura 7.

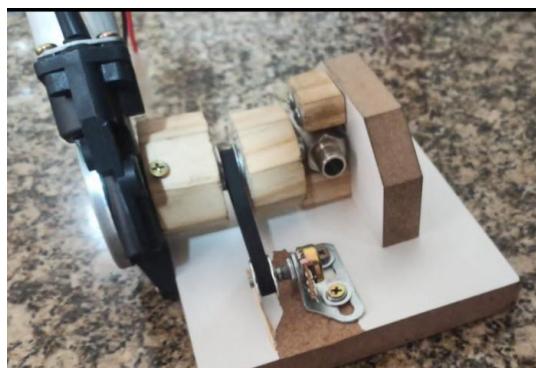
Figura 7 – Bucha de madeira



Fonte: Criado pelos autores, 2024.

A peça foi dividida ao meio e distribuída em tamanhos iguais para posicionar perfeitamente nos dois lados onde iriam ficar os motores, do lado esquerdo e direito. As peças foram chanfradas onde são conectadas com o motor redutor de 12 volts (V) e a válvula borboleta, um parafuso M3 interligando internamente, potenciômetro de 10K junto com um regulador (composto por dois parafusos de ajuste), duas roldanas com dentes de 6 milímetros (mm) e rolamento de 5mm e uma corrente com esticador para não forçar o sistema como demonstrado na figura 8.

Figura 8 – Montagem inicial sistema posicionador



Fonte: criado pelos autores, 2024.

2.3.2 Mangueiras

Para permitir que os fluídos pudessem seguir seus caminhos até o reservatório final foi utilizado mangueiras de filtro do tamanho de $\frac{1}{4}$ como apresentado na figura 9, possuem o tamanho suficiente para realizar os testes presentes com base nos demais componentes.

Figura 9 - Mangueira



Fonte: Criado pelos autores, 2025.

foi utilizado cerca de um metro de comprimento para todo o sistema, contando com um conector Y, exemplificado na figura 10, possui engate rápido para a união entre o caminho de água gelada e quente para o misturador no final.

Figura 10 - Conector tipo Y de engate rápido para mangueira 1/4



Fonte: BR Fish Aquarismo (2025).

2.3.3 Potenciômetro:

Utilizado para saber sobre a posição em tempo real da válvula, possibilitando ter o conhecimento de que a válvula esteja aberta ou fechada. O potenciômetro linear rotativo possui uma resistência de 10.000Ω (10k Ohms). O componente está representado na figura 11.

Figura 11 - Potenciômetro



Cinestec
COMPONENTES ELETRÔNICOS

Fonte: Cinestec, s.d.

2.3.4 Motor Mabuchi:

É o responsável por gerar movimentação mecânica ao sistema posicionador especificamente à abertura e fechamento da válvula borboleta.

O modelo pode ser visto através da figura 12:

Figura 12- Motor Mabuchi



Fonte: Mercado Livre, 2025.

O motor Mabuchi que utilizamos possui 8 dentes, suporta uma tensão de 12 Volts (V) e uma corrente nominal de 7,5A, uma corrente sem carga de 2,54A e corrente motor travado 25A. Torque Nominal de 3 Newton por metro (N.m) e torque motor travado de 8N.m. Ruído de 58 decibéis(dB) e velocidade 15 rotação por minuto (rpm) com velocidade sem carga de 80 rpm.

Quando a leitura do potenciômetro estiver em 0 significa que a válvula estará totalmente fechada e quando a leitura estiver em 1023 a válvula estará totalmente aberta. Possui uma potência máxima de 0,2W e tensão máxima de 220VAC.

As especificações técnicas completas do motor podem ser consultadas no Anexo A (datasheet disponível no anúncio do produto no Mercado Livre).

2.3.5 Válvula Esfera:

Utilizada para controlar o fluxo de água, garantindo que não ultrapasse a quantidade necessária e nem que falte. O modelo utilizado está representado na figura 13.

Figura 13 - Válvula Esfera



Fonte: Mercado Livre, s.d.

Permitindo a alteração no recipiente final o que se mostra essencial para o bom funcionamento na distribuição correta entre os recipientes.

Utilizamos 2 válvulas, uma localizada no recipiente de água quente, outra ao recipiente de água fria. Esta funciona de maneira simples, onde pode abrir e fechar com o mover de 90º.

2.3.6 Módulo Driver Ponte H BTS7960

O módulo apresentado na figura 14 foi utilizado como controlador do motor, sendo responsável por ajustar sua posição de acordo com os comandos enviados pelo microcontrolador.

Figura 14- Módulo Ponte H



Fonte: Loja Fermac, s.d.

Este módulo permite o controle bidirecional do motor, além de oferecer uma corrente elevada, ideal para aplicações que exigem força e precisão no posicionamento.

2.3.7 Arduino:

O Arduino é o microcontrolador que é responsável por processar os sinais recebidos do módulo Bluetooth, acionar os servos motores que regulam as válvulas de água, realiza a leitura dos dados vindos dos sensores de temperatura e verifica se as temperaturas estão condizentes. Podemos acompanhar as informações e as áreas dos componentes para suas devidas ligações na figura 15.

Figura 15- Arduíno



Fonte: SILVATRO-NICS, 2018.

Tem uma certa facilidade de encontrar os módulos, *bluetooth* e drivers ponte H, e programá-los. O consumo de energia reduzido do Arduino o torna adequado para sistemas que visam economia de energia, tendo em vista que há a integração de sensores e módulos adicionais.

2.3.8 Módulo Bluetooth:

O módulo HC-05 é um dispositivo de comunicação sem fio baseado na tecnologia Bluetooth Clássica, amplamente utilizado em projetos embarcados para permitir a comunicação serial entre microcontroladores e dispositivos externos, como smartphones, computadores ou outros microcontroladores.

O HC-05 opera utilizando o protocolo UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), possibilitando a troca de dados com microcontroladores, como o Arduino, por meio de comunicação serial assíncrona. O módulo possui dois modos

de operação: modo de comando (AT mode) e modo de dados. No modo de comando, é possível configurar parâmetros como nome do dispositivo, senha de pareamento e taxa de transmissão por meio de comandos AT. No modo de dados, o módulo atua como uma ponte serial sem fio, transmitindo bytes recebidos via UART para o dispositivo pareado via Bluetooth.

A função deste módulo neste projeto será estabelecer a comunicação entre o Arduino e dispositivos móveis e entre os dois microcontroladores para evitar utilização de conexões físicas entre eles. Acompanhamos o formato do módulo na figura 16.

Figura 16 - Módulo Bluetooth HC-05



Fonte: Usinainfo, s.d.

2.3.9 Sensor de Temperatura:

O sensor se trata de um fio metálico que consegue medir e colher as informações da temperatura e enviar o sinal através do cabo a qual ele estará plugado como podemos observar na figura 17. Tal sensor foi o responsável por medir a temperatura da água, o que garante que a temperatura seja da preferência do usuário, essa informação é importante para que o Arduino tome decisões precisas no controle dos servos motores que atuam nas válvulas de água quente e fria.

Figura 17 – Sensor DS18B20



Fonte: Robocore, 2024.

Obtendo essas informações conseguimos medir e decidir qual a diferença necessária para se chegar na temperatura desejada, foi necessário instalar os sensores em cada recipiente para se obter a temperatura atual e constante naquele momento, garantindo o controle e automação do processo inteiro.

2.3.10 Fonte chaveada

A fonte chaveada é um dispositivo eletrônico responsável por converter a energia elétrica, apresentada na figura 18, geralmente 127 V ou 220 V em corrente alternada, em uma tensão contínua estável de saída, no caso 12 V. Diferente das fontes lineares, as fontes chaveadas utilizam componentes eletrônicos de alta frequência, como transistores e circuitos de controle, tornando-se mais eficientes, compactas e com menor dissipação de calor.

A escolha por uma fonte chaveada de 12 V foi feita pela necessidade de fornecer alimentação adequada e estável para os principais componentes do sistema, como motores, sensores e módulos de controle.

Figura 18 - Fonte chaveada 12V



Fonte: Criado pelos autores, 2025.

2.3.11 Resistência elétrica

O aquecimento da água no sistema desenvolvido é realizado por meio de um cartucho aquecedor de 12 V como apresentado na figura 19, componente amplamente utilizado em impressoras 3D para fusão de filamentos. Trata-se de uma resistência elétrica encapsulada em formato cilíndrico metálico, projetada para suportar altas temperaturas e distribuir o calor de maneira uniforme.

O cartucho é alimentado com tensão contínua de 12 V, convertendo a energia elétrica em energia térmica pelo efeito Joule.

Figura 19 - Cartucho aquecedor 12V



Fonte: Eletrogate (2025).

2.4 Construção do projeto

A construção do projeto foi feita de modo a se pensarmeticulosamente nos detalhes referentes à escoamento, fluidez e o bom funcionamento de todas as partes que compuseram todo o sistema sem que tivesse nenhum defeito ou mal funcionamento de nenhuma das partes, tanto eletrônica quanto mecânica, para isso foi tomado algumas cautelas e medidas para que essa construção não prejudicasse o projeto.

Uma das adequações foi a inclinação adotada para que a água tenha pressão suficiente para ir à saída, garantindo um fluxo contínuo e evitando problemas que poderiam prejudicar a mistura, com isso, uma caixa branca foi desenvolvida para abrigar o sensor, sendo possível a leitura da temperatura atual onde também ocorre a mistura.

Um ponto importante foi a definição de inclinação da tubulação, que se mostrou relevante para garantir a pressão necessária para que a água chegue à saída sem interrupções ou quedas de fluxo.

A escolha do ângulo de inclinação foi cuidadosamente planejada e precisa para permitir um escoamento contínuo e eficiente, evitando acúmulos de água ou formação de bolsões de ar assim exemplificado na figura 20.

Figura 20 – Estrutura



Fonte: Criado pelos autores, 2025.

Foi feito a instalação de uma caixa branca, com a função de abrigar o sensor de temperatura no ponto exato onde ocorre a mistura da água quente e fria.

A escolha da cor branca foi motivada pela necessidade de minimizar a absorção de calor externo e garantir que a medição realizada reflita exclusivamente na temperatura interna da água, evitando interferências do ambiente.

A caixa foi projetada de forma compacta e resistente, utilizando materiais impermeáveis para evitar infiltrações e proteger o sensor contra umidade excessiva

Foi dada atenção especial à vedação das conexões e ao posicionamento do sensor, garantindo que ele permanecesse em contato direto com a água, proporcionando leituras precisas e em tempo real.

O objetivo perante a fixação do conjunto de válvulas e servomotores, era de garantir um alinhamento adequado e seguro para o acionamento automático, onde foram utilizados suportes robustos e fixações reforçadas para evitar movimentações indesejadas durante a operação do sistema.

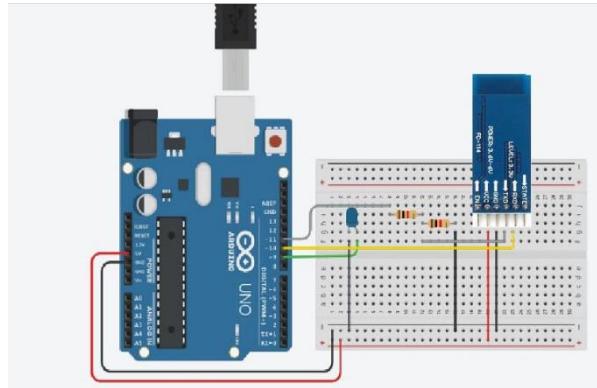
2.5 Montagem e programação do Módulo *Bluetooth*

Durante a montagem do circuito eletrônico que conecta o módulo *Bluetooth* HC05 ao *arduino*, foi definido o objetivo de realizar alguns testes prévios para garantir que a comunicação via *bluetooth* estivesse estável e funcionando de forma correta

durante toda operação a longo prazo, para os testes foi instalado um *Light Emitting Diode* (LED), para acender e apagar através de comandos remotos.

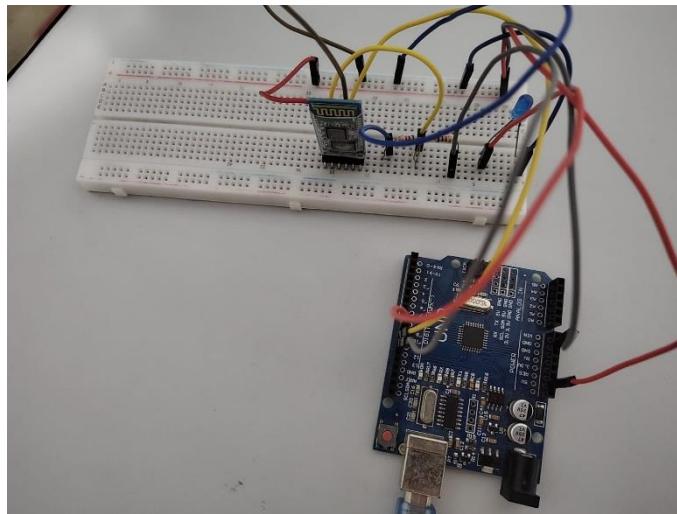
Primeiro foi criado um teste digital a respeito das ligações como demonstrado na figura 21 e posteriormente fizemos essa montagem em bancada como representa a figura 22.

Figura 21 - Representação digital Montagem



Fonte: Criado pelos autores, 2025.

Figura 22- Montagem em banca



Fonte: Criado pelos autores, 2025.

Nos primeiros testes, utilizamos o aplicativo Serial Bluetooth Terminal nos dispositivos celulares como intermédio para a comunicação

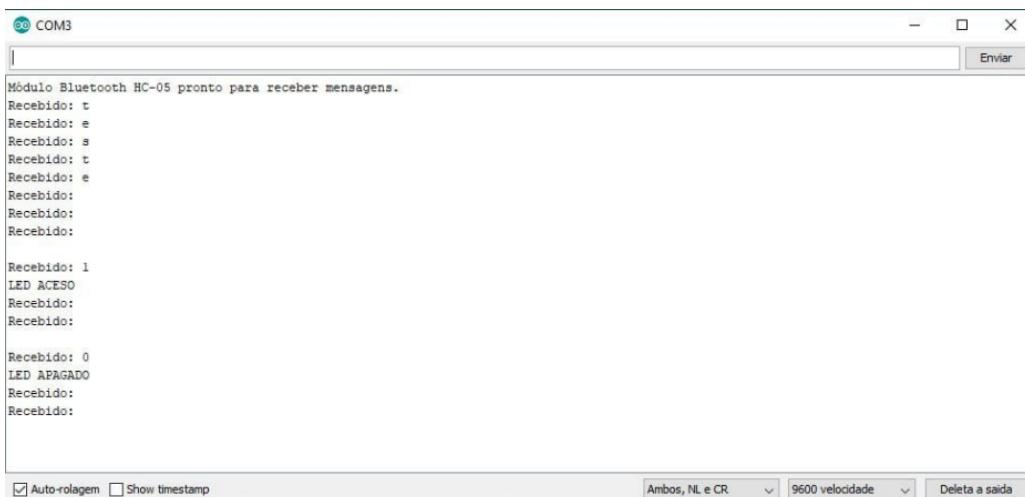
Quando o arduíno for ligado e já programado, o módulo irá acender uma luz vermelha piscando rapidamente, após parear o celular com o módulo irá piscar a mesma luz, porém lentamente, indicando que estão conectados e prontos para enviar e receber informações.

Através do aplicativo Serial Bluetooth Terminal, foi enviado a palavra “teste” que foi recebida no monitor serial do computador conectado ao arduíno. Depois foi

repetido o processo pelo monitor serial respondendo com a mensagem “OK” que foi recebida pelo aplicativo.

Como demonstrado o processo na figura 23.

Figura 23- Monitor Serial Bluetooth



```

COM3
Módulo Bluetooth HC-05 pronto para receber mensagens.
Recebido: t
Recebido: e
Recebido: s
Recebido: t
Recebido: e
Recebido:
Recebido:
Recebido:
Recebido:
Recebido:
Recebido:
Recebido: l
LED ACESO
Recebido:
Recebido:
Recebido: 0
LED APAGADO
Recebido:
Recebido:

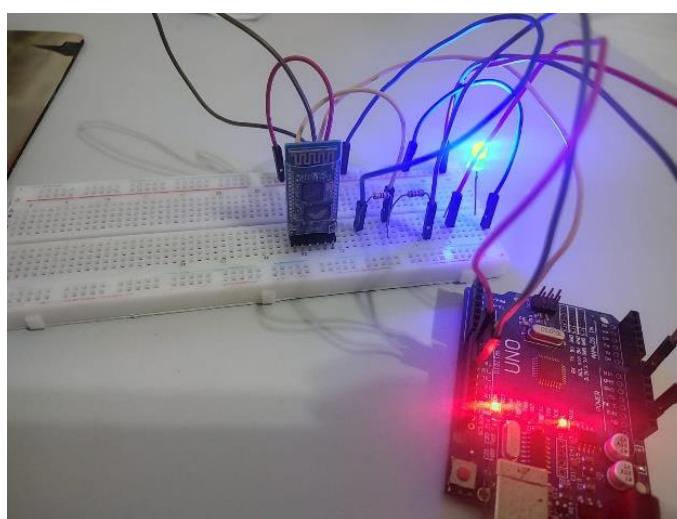
```

Auto-rolagem Show timestamp Ambos, NL e CR 9600 velocidade Deleta a saída

Fonte: Criado pelos autores, 2025.

Logo após foi enviado “1” esse comando conforme descrito na #nome programação, fez com que o LED na porta 9 do arduíno acendesse. Replicando com o comando “0” o LED se apagou. Assim, conseguindo verificar que o módulo *bluetooth* HC05 está funcionando corretamente e podendo seguir adiante com os próximos testes como a figura 24 demonstra.

Figura 24 – Montagem em banca 2



Fonte: Criado pelos autores, 2025.

O código-fonte utilizado para comunicação via Bluetooth está disponível no Apêndice B

2.6 Testes Sensores de temperatura

Após concluir os testes iniciais do sensor ds18b20, agora podemos colocar os 3 sensores para funcionar ao mesmo tempo de forma independente. Para isso vamos simular que um sensor seja do reservatório de água fria, o outro de água quente e o último do reservatório do misturador. De acordo com a seguinte programação na figura

Com esta programação, podemos verificar em tempo real os dados obtidos por cada sensor em seus devidos reservatórios, para isso colocamos 3 recipientes, um contendo água fria, outro contendo água quente e por fim um recipiente vazio que irá receber a mistura dos outros dois recipientes.

Para testar se a temperatura da mistura da água quente e fria está correta, foi colocado no recipiente vazio 100 ml de água fria, a temperatura de 22,44 °C e posteriormente mais 100 ml de água quente, a temperatura de 39,50°C.

Para saber qual o valor da temperatura final após a mistura atingir o equilíbrio térmico, utiliza-se o princípio fundamental das trocas de calor (Referência Holiday, volume 2), onde as quantidades de calor envolvidas são sensíveis, dadas pela fórmula: $Q = mc\Delta T$, onde:

Q é igual a quantidade de calor (em cal ou J), M significa a quantidade de massa (em g ou kg), C é quantidade de calor específico (em cal/g°C ou J/kg.K), ΔT – variação de temperatura (em °C ou K).

Como a densidade da água é aproximadamente 1 g/mL, pode-se considerar que 100 mL correspondem a 100 g para ambos os volumes. E como as massas e os calores específicos, da água também são iguais, pode-se escrever:

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$m_1c_1(T_e - T_1) + m_2c_2(T_e - T_2) = 0$$

$$m_2c_2 = (T_e - T_1) + (T_e - T_2) = 0$$

$$2T_e = T_1 + T_2$$

$$T_e = (T_1 + T_2) \div 2$$

T_e significa a temperatura final (misturador)

$m_1 = 100$ g (água fria)

$T_1 = 22,44$ °C (água fria)

$m_2 = 100$ g (água quente)

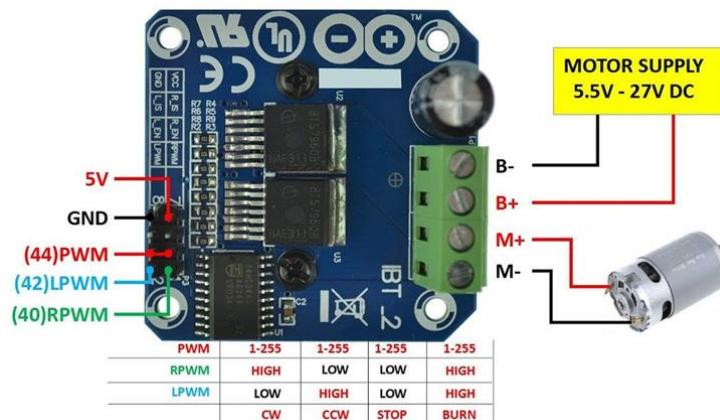
$$T_2 = 39,50 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (água quente)}$$

Aplicando os dados obtidos nessa fórmula, temos que: $T_e = (22,44+39,50)\div 2$
 $T_e = 30,97\text{ }^{\circ}\text{C}$ Sabe-se que a temperatura final no equilíbrio térmico do misturador deve ser de aproximadamente $30,97\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após realizar o experimento, verificou-se que a temperatura do reservatório do misturador, estabilizou em aproximadamente $30,75\text{ }^{\circ}\text{C}$, isso é relativamente próximo a temperatura prevista, de $30,97\text{ }^{\circ}\text{C}$. Uma diferença inferior de $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, pode ser atribuída a esses erros, o que está previsto na precisão do sensor Ds18b20, que é de $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ entre $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Então o resultado obtido está de acordo com o resultado esperado.

2.7 Teste de motores

Foi realizado um teste para verificar o funcionamento dos motores na prática. Para isso foi utilizado uma fonte de alimentação modelo Minipa MPL-3303M, a tensão foi regulada em 10 volts e a corrente em aproximadamente 3 amperes. Foram conectados fios no positivo e negativo da fonte, respectivamente no VIN e aterramento (gnd) do Arduíno, e nas entradas B+ e B- do driver ponte H. Nos pinos da ponte H foram colocados 3 jumpers ligados em série por uma placa de circuito aos 5 volts do Arduino e um jumper em comum do gnd do driver ao gnd do Arduíno. Além disso, as portas 5 e 6 do arduíno foram conectados aos pinos lógicos da ponte H. As saídas M+ e M- do módulo ponte H foram conectados aos fios de alimentação do motor. De acordo com a figura 25.

Figura 25 Conexões Motor e ponte H.



Fonte: Casa da robótica, s.d.

O código utilizado teve como proposta verificar a rotação em sentido horário e anti-horário dos motores, de acordo com a figura 26.

Figura 26 - Código Ponte H

```
void loop () {

    int valor = analogRead(A0);

    Serial.println(valor);
    delay(200);

    digitalWrite(RPWM, 0);
    digitalWrite(LPWM, 0);
    delay(2000);
    Serial.println(valor);
    delay(200);
    digitalWrite(RPWM, 0);
    digitalWrite(LPWM, 150);
    delay(5000);
    digitalWrite(RPWM, 0);
    digitalWrite(LPWM, 0);
    Serial.println(valor);
    delay(200);
    delay(2000);
    digitalWrite(RPWM, 150);
    digitalWrite(LPWM, 0);
    delay(5000);
}
```

Fonte: Criado pelos autores, 2025.

Após se verificar que os motores corresponderam a programação anterior foi adicionado programação principal, que tem como objetivo abrir a válvula do recipiente de água quente quando a temperatura do sensor do reservatório for menor que a temperatura desejada e fechando quando a temperatura do reservatório for maior que a temperatura desejada.

2.8 APPLICATIVO

Foi utilizado um aplicativo para realizar a conexão *Bluetooth* entre o *smartphone* do usuário com o Arduino através de um módulo *Bluetooth* (HC05). Para desenvolver esse app, será utilizado o site *MIT App Inventor*.

O *MIT App Inventor* é um ambiente de programação visual que permite a criação de aplicativos de forma rápida e intuitiva. Optamos por essa plataforma de

desenvolvimento, pois ela tem compatibilidade com aparelhos com sistema *Android* ou *iOS*. Além de possibilitar a comunicação Bluetooth entre os dispositivos.

A primeira tela que os usuários poderão ver será simples e objetiva possuindo opções para conectar o celular ou tablet ao dispositivo após uma busca rápida para localizar ambos e realizar um pareamento via *bluetooth*.

Contendo opções agora de ligar e desligar o aparelho após o pareamento efetuado como demonstrado na figura 27.

Figura 27- Página inicial aplicativo

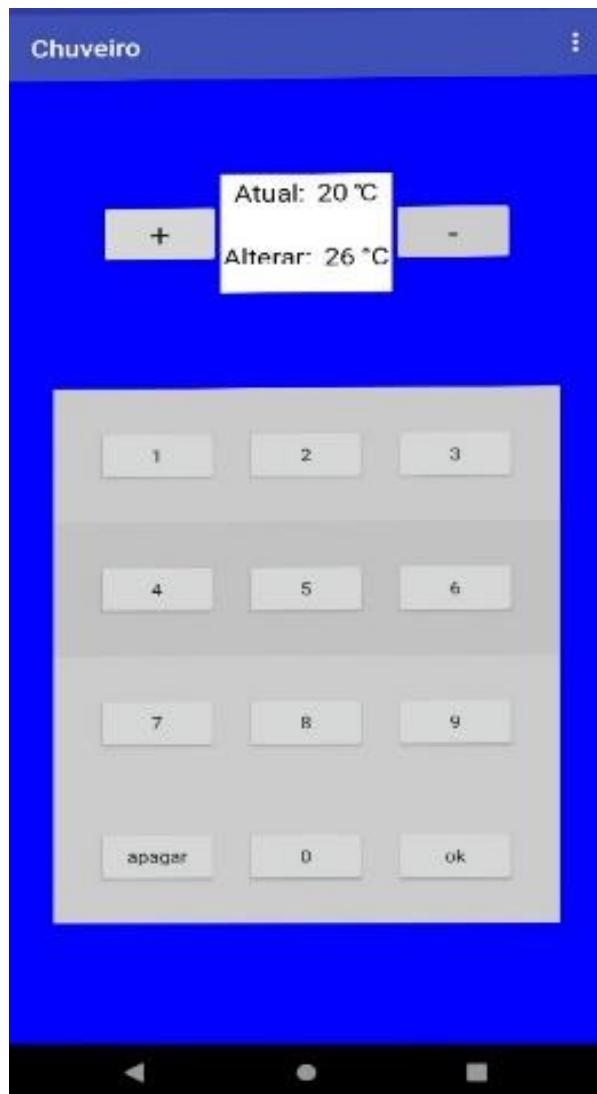


Fonte: Criado pelos autores, 2025

Após ligar o aparelho o usuário verá uma nova tela contendo o design do app que simula um *keypad* numérico para que o usuário digite a temperatura desejada.

Uma tela com texto numérico mostrará o valor digitado em tempo real para confirmação. Haverá também botões de adição e de subtração se o usuário desejar regular a temperatura aos poucos. Um botão ‘Apagar’ para resetar a temperatura e um botão de “ok” para confirmar a temperatura desejada e enviar para a programação assim como é exemplificado na figura 28.

Figura 28- Página secundária do aplicativo



Fonte: Criado pelos autores, 2025

Foi criado uma variável global chamada “temperatura”. Quando o temporizador do sistema é ativado, durante todo tempo o texto “temp_desejado” irá atualizar seu valor de texto para o valor da variável “temperatura”. Tal valor aparecerá ao lado do texto “graus”.

Por exemplo: Quando a variável “temperatura” for igual a 26, o texto “temp_desejado” e o “graus” irão mostrar na tela “26 °C” a qual representa que a temperatura está em 26 graus Celsius (C).

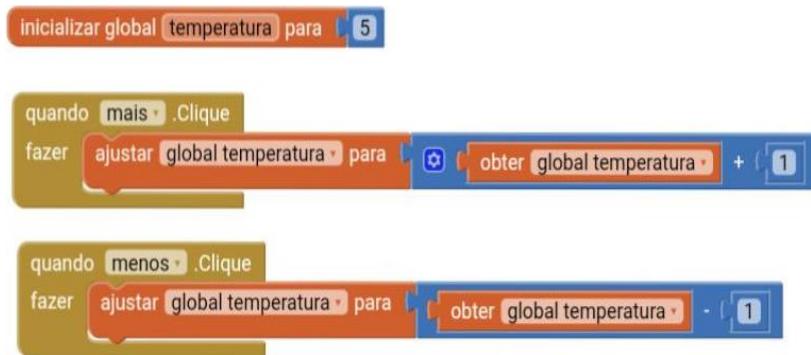
O processo da criação está representado na figura 29 e na figura 30.

Figura 29 – Programação aplicativo 1



Fonte: Criado pelos autores, 2025

Figura 30 – Programação aplicativo 2



Fonte: Criado pelos autores 2025

2.9 Lógica de funcionamento

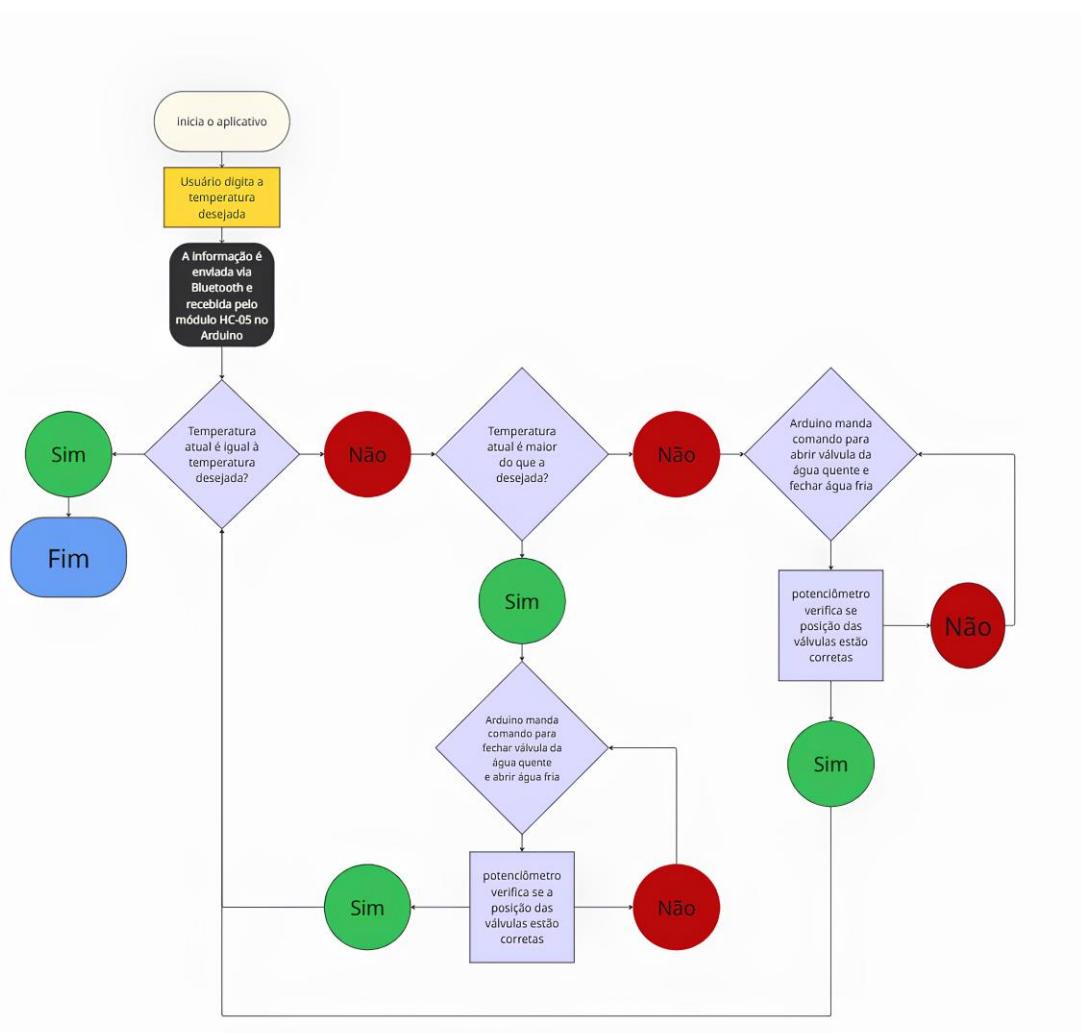
Após explicar minunciosamente como foram feitas as etapas de construção e montagem do projeto, dedicaremos este espaço para uma explicação breve de seu funcionamento na prática com as etapas e como o sistema reage ao funcionamento mediante à lógica de programação utilizada.

O código-fonte da programação utilizada no projeto está disponível no Apêndice B.

A primeira etapa é ao utilizar seu aplicativo no celular onde iniciando e colocando a temperatura desejada o sistema iniciará e começará a abrir as válvulas de água por meio de motores, em pouco tempo os sensores irão mandar o *feedback* referente à temperatura atual e vão tirar a diferença com a temperatura desejada.

Onde podem ocorrer três ocasiões, a temperatura estando mais quente fará com que a válvula de água quente se feche brevemente permitindo a maior vazão de água fria, com mesmo ocorrendo na situação oposta, se a temperatura atual for mais fria fará com que a válvula de água quente tenha mais vazão enquanto fecha a saída de água fria até ocorrer o equilíbrio entre a temperatura desejada e a temperatura atual, como apresentado no fluxograma da figura 31.

Figura 31 - Fluxograma do projeto



Fonte: Produzido pelos autores, 2025.

3 CONCLUSÃO

Esta seção tem como o objetivo apresentar as considerações finais a respeito do projeto desenvolvido, destacando os principais resultados obtidos e as possíveis melhorias e propostas futuras que podem melhorar a experiência dos usuários e servir como referência para futuros trabalhos e aperfeiçoamentos contínuos.

3.1 Resultados

Conforme foi testado, as comunicações estabelecidas entre o aparelho celular e o projeto foi um sucesso junto das comunicações e ligações montadas entre os componentes que o compuseram, as válvulas interagem perfeitamente e proporcionalmente aos comandos recebidos, os motores funcionam de maneira perfeita, as leituras dos sensores são executadas de maneira precisa e em tempo real de modo a permitir que a lógica por trás da programação faça com que a temperatura final no misturador seja idêntica à requisitada pelo usuário.

3.2 Propostas futuras

Durante o desenvolver e montagem do projeto foi pensado como proposta futura um sistema de reabastecimento de água, onde caso um processo fosse finalizado não restasse resquício ou desperdício de água no meio da tubulação assim foi pensado na implementação externa de uma bomba onde quando o misturador for desativado a bomba iria ser acionada mandando toda água dentro das tubulações de volta ao reservatório contendo a água quente para que não houvesse desperdício.

Outras propostas pensadas foram na implementação de um registro físico onde como um *touchpad* daria para manusear do dispositivo de forma física sem a necessidade de um aparelho celular em mãos, juntamente de um display onde daria para acompanhar em tempo real a situação da temperatura até chegar na desejada.

REFERÊNCIAS

ARDUINO PORTUGAL. Arduino Uno. 2017. Imagem. Disponível em: <https://i0.wp.com/www.arduinoportugal.pt/wp-content/uploads/2017/03/arduino.jpg?resize=620%2C480&ssl=1>. Acesso em: 31 maio 2025.

BR FISH AQUARISMO. Conector tipo Y engate rápido mangueira 1/4" osmose deionizador. Disponível em: <https://www.brfishaquario.com.br/osmose-reversa-e-deionizador/perifericos/conector-tipo-y-engate-rapido-mangueira-14-osmose-deioniza>. Acesso em: 25 set. 2025.

CASA DA ROBÓTICA. Módulo Driver Ponte H 43ª BTS7960. Disponível em: <https://www.casadarobotica.com/sensores-modulos/modulos/outros/modulo-driver-ponte-h-43a-bts7960>. Acesso em: 31 maio 2025.

CINESTEC. Potenciômetro rotativo 10KB 3 term. 16mm L20. Disponível em: <https://www.cinestec.com.br/potenciometro-rotativo-10kb-3-term-16mm-l20>. Acesso em: 31 maio 2025.

DUNARD. Torneira ou misturador: qual a diferença? Disponível em: <https://www.dunard.com.br/blog/torneira-ou-misturador-qual-a-diferenca?srsltid=AfmBOopBbeugP5NPv7XfP-cYeaiCefFiCNe2oqgGktn1mPnz9O4io8pJ>. Acesso em: 25 set. 2025.

ELETROGATE. Cartucho aquecedor 12 V 40 W para impressora 3D Hotend Reprap. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/cartucho-aquecedor-12v-40w-para-impressora-3d-hotend-reprap>. Acesso em: 25 set. 2025.

ENEL. Tarifa de Energia Elétrica. Disponível em: https://www.enel.com.br/pt-saopaulo/Para_Voce/tarifa-energia-eletrica.html. Acesso em: 06 jun. 2024.

FERMARC. Módulo driver ponte H 43A BTS7960 IBT-2. Disponível em: https://www.fermarc.com/modulo-driver-ponte-h-43a-bts7960-ibt_2. Acesso em: 31 maio 2025.

FLORA. O que é kWh e como funciona o cálculo em sua conta de energia? Disponível em: <https://www.floraenergia.com.br/kwh-como-funciona/>. Acesso em: 06 jun. de 2024.

FURLANETTO, C.; POSSAMAI, O. O uso da energia elétrica no ambiente residencial. 2001. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2001.

IOT ROBOTICA E DESENVOLVIMENTO LTDA. Teclado Matricial Membrana 4x4. Disponível em: <https://www.iot-robotica.com.br/produto/teclado-matricial-membrana-4x4.html>. Acesso em: 31 maio 2025.

MERCADO LIVRE. Motor vidro elétrico universal Mabuchi 12V 8D E/L ou D/R. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1212883878-motor-vidro-eletro-universal-mabuchi-12v-8d-e-l-ou-d-r_JM. Acesso em: 31 maio 2025.

PEREIRA, M. A. S.; SANTOS, C. R. B. Protótipo de um sistema de aquecimento de água para população de baixa renda usando energia solar e elétrica, com reaproveitamento de calor. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Ciência e tecnologia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Minas Gerais, 2015.

ROBOCORE. Primeiros passos com o sensor DS18B20 e Arduino. Disponível em: <https://www.robocore.net/tutoriais/primeiros-passos-ds18b20-arduino>. Acesso em: 31 maio 2025.

SILVATRO, NICS. Hardware Arduino Uno. 2018. Figura disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-b-Hardware-Arduino-Uno-Fonte-SILVATRO-NICS-2018_fig2_367621715. Acesso em: 31 maio 2025.

SOUZA, R. L. Automatização de chuveiro com misturador de água quente/fria através de controle de temperatura e vazão da água. 2012. 100 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Computação) - Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2012.

USINAINFO. Módulo Bluetooth HC-05 para Arduino Master/Slave. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/modulo-bluetooth-arduino/modulo-bluetooth-hc-05-para-arduino-masterslave-3514.html>. Acesso em: 31 maio 2025.

APÊNDICE A - PROGRAMAÇÃO MÓDULO BLUETOOTH

```
#include <SoftwareSerial.h>

#define RX 10           // Pino RX do HC-05 conectado ao pino 10 do Arduino
#define TX 11           // Pino TX do HC-05 conectado ao pino 11 do Arduino
#define LED 9            // Pino do LED

SoftwareSerial BTSerial(TX, RX);      // Criando comunicação serial para o módulo Bluetooth

void setup() {
    Serial.begin(9600);               // Inicializa a comunicação serial do Arduino
```

```
BTSerial.begin(9600);           // Inicializa a comunicação serial do módulo Bluetooth
Serial.println("Módulo Bluetooth HC-05 pronto para receber mensagens.");

pinMode(LED, OUTPUT);          // Define o pino do LED como saída
}

void loop() {

// Verifica se há dados recebidos pelo Bluetooth
if (BTSerial.available()) {
    char recebido = BTSerial.read();           // Lê o caractere recebido
    Serial.print("Recebido: ");
    Serial.println(recebido);                  // Exibe no Monitor Serial

// Comandos para acender e apagar o LED
if (recebido == '1') {
    digitalWrite(LED, HIGH);
    Serial.println("LED ACESO");
} else if (recebido == '0') {
    digitalWrite(LED, LOW);
    Serial.println("LED APAGADO");
}
}

// Verifica se há entrada de dados no Monitor Serial para enviar ao Bluetooth
if (Serial.available()) {
    char enviado = Serial.read();           // Lê o caractere do Monitor Serial
    BTSerial.write(enviado);                // Envia ao módulo Bluetooth
}
}
```

APÊNDICE B - PROGRAMAÇÃO PRINCIPAL

```

#include <SoftwareSerial.h>           // Biblioteca para comunicação serial via pinos digitais
#include <OneWire.h>                 // Biblioteca para comunicação com sensores 1-Wire
#include <DallasTemperature.h>         // Biblioteca específica para sensores de temperatura Dallas
#include <EEPROM.h>                  // Biblioteca para armazenar dados na memória EEPROM
#define RX 10                         // Pino RX do Arduino para comunicação Bluetooth
#define TX 11                         // Pino TX do Arduino para comunicação Bluetooth
#define PIN_SENSOR_FRIO 2              // Pino do sensor de água fria
#define PIN_SENSOR_QUENTE 3             // Pino do sensor de água quente
#define PIN_SENSOR_MISTURADOR 4        // Pino do sensor do misturador
#define RPWM 5                          // Pino PWM do motor (lado direito)
#define LPWM 6                          // Pino PWM do motor (lado esquerdo)

SoftwareSerial BTSerial(TX, RX);      // Configura comunicação serial com módulo Bluetooth
OneWire oneWireFrio(PIN_SENSOR_FRIO); // Inicializa o barramento 1-Wire para sensor frio
OneWire oneWireQuente(PIN_SENSOR_QUENTE); // Inicializa o barramento 1-Wire para sensor quente
OneWire oneWireMisturador(PIN_SENSOR_MISTURADOR); // Inicializa o barramento 1-Wire para sensor misturador

DallasTemperature sensorFrio(&oneWireFrio); // Configura sensor frio DallasTemperature
sensorQuente(&oneWireQuente);           // Configura sensor quente DallasTemperature
sensorMisturador(&oneWireMisturador);    // Configura sensor misturador

String comando = "";                // Variável para armazenar comandos recebidos via Bluetooth
float temperaturaDesejada = 25.0;   // Temperatura desejada padrão

// Função para enviar mensagem via Bluetooth
void enviarBT(String mensagem) {
  BTSerial.println(mensagem);
}

```

```

// Função para salvar temperatura desejada na EEPROM void salvarTemperatura(float valor) {
EEPROM.put(0, valor); }

// Função para ler temperatura salva na EEPROM float lerTemperaturaSalva() { float temp;
EEPROM.get(0, temp); // Verifica se valor é válido, caso contrário retorna 25°C if (isnan(temp) || temp < 10 || temp > 36) { return 25.0; } return temp; }

// Função para controlar motor baseado na diferença de temperatura void controlarMotor(float tempMisturador) { float diferenca = temperaturaDesejada - tempMisturador;

enviarBT("Diferença: " + String(diferenca, 2) + " °C"); // Envia diferença de temperatura via Bluetooth

if (diferenca > 0.5) // Se temperatura estiver abaixo do desejado
{
    digitalWrite(RPWM, 0); // Desliga lado direito
    digitalWrite(LPWM, 150); // Liga lado esquerdo do motor
    enviarBT("Motor QUENTE ABRINDO"); // Informa ação via Bluetooth
    delay(1000); // Espera 1 segundo (movimento do motor)
    digitalWrite(RPWM, 0);
    digitalWrite(LPWM, 0); // Para motor
    enviarBT("Motor PARADO");
} else if (diferenca < -0.5) // Se temperatura estiver acima do desejado
{
    digitalWrite(RPWM, 150); // Liga lado direito do motor
    digitalWrite(LPWM, 0); // Desliga lado esquerdo
    enviarBT("Motor QUENTE FECHANDO"); // Informa ação via Bluetooth
    delay(1000); // Espera 1 segundo
    digitalWrite(RPWM, 0);
    digitalWrite(LPWM, 0); // Para motor
    enviarBT("Motor PARADO");
} else { // Se temperatura estiver dentro da faixa
    digitalWrite(RPWM, 0);
    digitalWrite(LPWM, 0); // Motor parado
    enviarBT("Motor PARADO (temperatura dentro da margem)");
}
}

void setup() {
    pinMode(RPWM, OUTPUT); // Configura pinos do motor como saída
    pinMode(LPWM, OUTPUT);

    sensorFrio.begin(); // Inicializa sensor frio
    sensorQuente.begin(); // Inicializa sensor quente
    sensorMisturador.begin(); // Inicializa sensor misturador

    BTSerial.begin(9600); // Inicializa comunicação Bluetooth
    delay(1000); // Pequeno delay para estabilidade
    enviarBT("Sistema inicializado."); // Mensagem inicial
}

```

```

    temperaturaDesejada = lerTemperaturaSalva();           // Lê temperatura desejada da
EEPROM      enviarBT("Temperatura desejada atual: " + String(temperaturaDesejada, 2) + " °C");

}

void loop() {
// Solicita novas leituras de temperatura
    sensorFrio.requestTemperatures();
    sensorQuente.requestTemperatures();
    sensorMisturador.requestTemperatures();
    float tempMisturador = sensorMisturador.getTempCByIndex(0);           // Lê temperatura do
misturador

// Lê comandos recebidos via Bluetooth
if (BTSerial.available()) {
    char c = BTSerial.read();
    if (c == '\n' || c == '\r') {                                // Se receber quebra de linha
        comando.trim();                                         // Remove espaços extras
        if (comando == "1") { // Comando 1: mostra sensor frio

            float tf = sensorFrio.getTempCByIndex(0);
            enviarBT("Sensor Frio: " + String(tf, 2) + " °C");

            // Comando 2: mostra sensor quente
        } else if (comando == "2") {
            float tq = sensorQuente.getTempCByIndex(0);
            enviarBT("Sensor Quente: " + String(tq, 2) + " °C");

            // Comando 3: mostra sensor misturador
        } else if (comando == "3") {

            enviarBT("Sensor Misturador: " + String(tempMisturador, 2) +
" °C");

            // Comando ok: mostra temperatura desejada
        } else if (comando == "ok") {

            enviarBT("Temperatura desejada: " +
String(temperaturaDesejada, 2) + " °C");
        } else {

```

```
// Tenta converter comando para número
int valor = comando.toInt();

// Se número estiver na faixa válida

if (valor >= 10 && valor <= 36) {

    temperaturaDesejada = valor;

    // Salva novo valor na EEPROM
    salvarTemperatura(valor);
    enviarBT("Temperatura desejada atualizada: " +
        String(temperaturaDesejada, 2) + " °C");

    // Ajusta motor conforme novo valor
    controlarMotor(tempMisturador);

} else {
    enviarBT("Comando inválido ou fora da faixa (10-36).");

    // Comando inválido
}

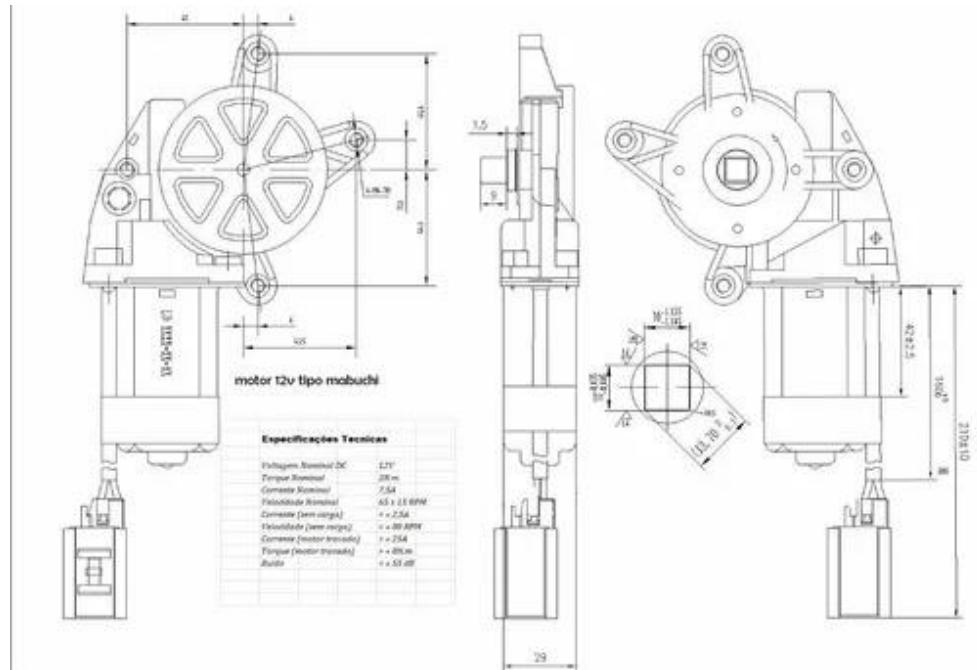
}

comando = "";                                // Limpa buffer do comando
} else {
    comando += c;                            // Adiciona caractere ao comando
}

}

}
```

ANEXO A – DATASHEET MOTOR 12V



Especificações Técnicas

<i>Voltagem Nominal DC</i>	12V
<i>Torque Nominal</i>	3N.m
<i>Corrente Nominal</i>	7,5A
<i>Velocidade Nominal</i>	65 ± 15 RPM
<i>Corrente (sem carga)</i>	< = 2,5A
<i>Velocidade (sem carga)</i>	> = 80 RPM
<i>Corrente (motor travado)</i>	> = 25A
<i>Torque (motor travado)</i>	> = 8N.m
<i>Ruido</i>	< = 55 dB

Fonte: Mercado Livre, s.d.