

INSTITUTO DE CULTURA TÉCNICA

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

DESSALINIZADOR POR OSMOSE REVERSA

VOLTA REDONDA/RJ

2025



**INSTITUTO DE CULTURA TÉCNICA
CURSO TÉCNICO DE AUTOMAÇÃO
INDUSTRIAL**

ANA CLARA FIALHO GALDINO

ANA CLARA ZEFERINO RODRIGUES

CLARA ALENCAR DOS SANTOS A. DE OLIVEIRA

ERICK MANOEL CASTRO DE OLIVEIRA TAVARES

JOÃO VITOR DE OLIVEIRA ARRUDA

TALITA CORDEIRO TEIXEIRA

DESSALINIZADOR POR OSMOSE REVERSA

VOLTA REDONDA/RJ 2025

ANA CLARA FIALHO GALDINO

ANA CLARA ZEFERINO RODRIGUES

CLARA ALENCAR DOS SANTOS A. DE OLIVEIRA

ERICK MANOEL CASTRO DE OLIVEIRA TAVARES

JOÃO VITOR DE OLIVEIRA ARRUDA

TALITA CORDEIRO TEIXEIRA

DESSALINIZADOR POR OSMOSE REVERSA

Projeto Final apresentado ao
Instituto de Cultura Técnica – ICT,
como requisito parcial para a
obtenção do título de Técnico em
Automação Industrial.

Coordenador: Paulo Fleming.

Professor Orientador: Sérgio

Renan Feliciano

VOLTA REDONDA/RJ

2025

ANA CLARA FIALHO GALDINO

ANA CLARA ZEFERINO RODRIGUES

CLARA ALENCAR DOS SANTOS A. DE OLIVEIRA

ERICK MANOEL CASTRO DE OLIVEIRA TAVARES

JOÃO VITOR DE OLIVEIRA ARRUDA

TALITA CORDEIRO TEIXEIRA

Dessalinizador Por Osmose Reversa

Projeto Final apresentado ao Instituto de Cultura Técnica – ICT, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Automação Industrial.

Data da Aprovação: ___/___/___

Resultado: _____

APROVADO POR:

Coordenador Prof. Paulo de Sousa Fleming

Professor Orientador Sérgio Renan Feliciano

Dedicamos este trabalho a todos que caminharam conosco nesta jornada.

Ao nosso grupo, pela parceria, esforço e companheirismo em cada desafio enfrentado.

Aos que nos apoiaram nos momentos difíceis e celebraram conosco cada conquista.

E a Deus, por ter nos sustentado até aqui com sabedoria, força e união.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, a Deus, pela sabedoria, força e perseverança concedidas durante todas as etapas deste trabalho.

À nossa família, pelo apoio constante, paciência e incentivo que tornaram possível a superação dos desafios enfrentados ao longo desta trajetória acadêmica.

Aos amigos e colegas, pela parceria, colaboração e companheirismo demonstrados durante o desenvolvimento deste projeto.

Estendemos também nossos agradecimentos a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização e conclusão deste estudo, oferecendo suporte técnico, moral ou intelectual.

*“Pensar é o trabalho mais difícil que existe.
Talvez por isso tão poucos se dediquem a
ele”.*

- Henry Ford.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Arduino UNO	14
Figura 2 – Controlador lógico programável	16
Figura 3 –Sensor de tds	18
Figura 4 – Sensor de ph	20
Figura 5 – Conexões do arduino uno	21
Figura 6 – Estrutura	29
Figura 7 – Diagrama elétrico do projeto	42
Figura 8 – Fluxograma	43
Figura 9 – Diagrama em bloco do projeto	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Cronograma do projeto.....	41
Tabela 02 – Tabela de preços.....	47

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
3. ATUADORES.....	24
4. Especificações Técnicas.....	25
5. DEMAIS COMPONENTES ELÉTRICOS.....	28
6. Estrutura Física.....	30
Vantagens.....	31
Desvantagens.....	33
Possíveis Melhorias.....	37
7. Programação.....	39
8. CONCLUSÃO.....	40

1. INTRODUÇÃO

Dessalinizador por Osmose Reversa, Sistema Automatizado de Purificação de Água

Nas últimas décadas, o avanço da tecnologia tem proporcionado soluções cada vez mais eficientes para problemas que afetam diretamente a qualidade de vida e o meio ambiente. Entre esses desafios, a escassez de água potável se destaca como um dos mais urgentes. Apesar de o planeta possuir grandes reservas de água, cerca de 97,5% desse volume é salgado e impróprio para o consumo humano. Pensando nisso, foi desenvolvido o Dessalinizador por Osmose Reversa, um sistema automatizado capaz de transformar água salgada ou salobra em água potável, utilizando princípios de automação industrial e sustentabilidade.

O projeto tem como objetivo oferecer uma solução prática, tecnológica e acessível para regiões que sofrem com a escassez de água doce, aplicando os conceitos de osmose reversa, filtragem multicamada e monitoramento automatizado. O sistema foi construído de forma modular, permitindo o controle de variáveis como pH, condutividade (TDS) e nível da água, por meio de sensores conectados a um controlador eletrônico.

Principal função

O Dessalinizador Automatizado por Osmose Reversa tem como principal função purificar a água salgada ou contaminada, removendo sais, minerais em excesso e impurezas, tornando-a adequada para o consumo humano ou uso em processos industriais.

Seu funcionamento é baseado na osmose reversa, onde uma membrana semipermeável separa as moléculas de água pura das substâncias dissolvidas. O sistema automatizado controla a pressão, a entrada e saída da água, e monitora constantemente a qualidade da água produzida.

Além disso, o sistema foi projetado para ser eficiente e sustentável, utilizando sensores para otimizar o processo e evitar desperdícios. Ele pode operar de forma semi ou totalmente autônoma, dependendo do controle aplicado, e seu desempenho pode ser monitorado através de uma interface homem-máquina (IHM).

Aplicação do projeto

O projeto tem ampla aplicação em diversos contextos que exigem a produção de água potável em locais de difícil acesso ou com limitações de abastecimento. Pode ser utilizado em:

- Comunidades litorâneas afetadas pela salinização de poços;
- Embarcações e bases marítimas, onde o acesso à água doce é restrito;
- Indústrias que necessitam de água purificada em seus processos;
- Áreas rurais ou semiáridas, para uso doméstico e irrigação controlada.

Além do caráter prático, o projeto possui grande valor educacional, pois integra conhecimentos de automação, eletrônica, hidráulica e controle de processos, possibilitando a aplicação real dos conceitos estudados em sala de aula. Ele demonstra, na prática, como a tecnologia pode ser usada em favor da sustentabilidade e da preservação dos recursos naturais.

Funcionamento do Projeto

O funcionamento do Dessalinizador Automatizado ocorre por meio de uma sequência controlada de etapas:

1. Captação e Pré-filtragem:

A água é captada e passa por filtros de polipropileno e carvão ativado, que removem partículas sólidas, cloro e odores.

2. Pressurização:

A bomba pressurizadora eleva a pressão da água, forçando-a a atravessar a membrana de osmose reversa, onde ocorre a separação das moléculas puras daquelas com sais dissolvidos.

3. Filtragem por Osmose Reversa:

Dentro da membrana, apenas as moléculas de água passam, enquanto sais, metais pesados e microrganismos são retidos.

4. Esterilização e Alcalinização:

Após a filtragem, a água passa por um filtro UV-C, que elimina bactérias e vírus, e por um filtro alcalino, que restaura minerais essenciais e ajusta o pH para níveis ideais.

5. Controle e Monitoramento Automatizado:

Sensores de pH e TDS medem a qualidade da água em tempo real. Um controlador de nível monitora o volume do reservatório, e o sistema pode acionar automaticamente bombas e válvulas conforme a necessidade.

6. Interface e Sinalização:

O sistema conta com indicadores visuais e sonoros (LEDs e buzzer), que informam o estado operacional, como o início do processo, a filtragem em andamento e a finalização.

Com esse funcionamento integrado, o sistema garante um processo seguro, eficiente e confiável, unindo a automação industrial à preservação ambiental e à responsabilidade social.

ARDUINO UNO

Controlador

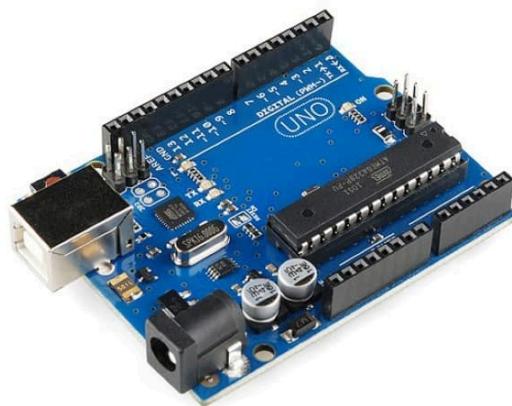


figura 1: arduino uno

O Arduino UNO é uma das placas de prototipagem mais populares e versáteis da plataforma Arduino, sendo amplamente utilizada em projetos de automação, eletrônica e robótica. Ela é integrada pelo microcontrolador ATmega328P, um conversor USB–Serial (USB–UART) e diversos componentes de alimentação e temporização, como regulador de tensão, cristal oscilador e capacitores.

Por sua estrutura robusta e de fácil utilização, o Arduino UNO é considerado uma excelente opção para projetos educacionais e experimentais, permitindo o desenvolvimento e teste de sistemas automatizados com eficiência e praticidade.

A placa possui 14 pinos digitais de entrada e saída, 6 entradas analógicas e conectores padrão, o que facilita a ligação com sensores, atuadores e módulos externos. Sua comunicação com o computador é realizada de forma direta, por meio de uma porta USB tipo B, que também pode ser usada para alimentação e gravação do código.

O Arduino UNO é compatível com uma grande variedade de sensores e módulos disponíveis no mercado, o que possibilita a ampliação de suas funcionalidades. Ele pode medir grandezas físicas

(como temperatura, umidade, luminosidade e pressão), coletar dados ambientais, e controlar cargas elétricas, como motores, válvulas, relés e LEDs, desempenhando um papel essencial em sistemas automatizados.

Devido à sua estabilidade e facilidade de programação, o Arduino UNO se tornou a base ideal para o desenvolvimento do sistema automatizado de dessalinização por osmose reversa, servindo como o cérebro do projeto, responsável pela leitura dos sensores de pH e TDS, controle da bomba pressurizadora e gerenciamento do nível da água no reservatório.

Controlador Lógico Programável

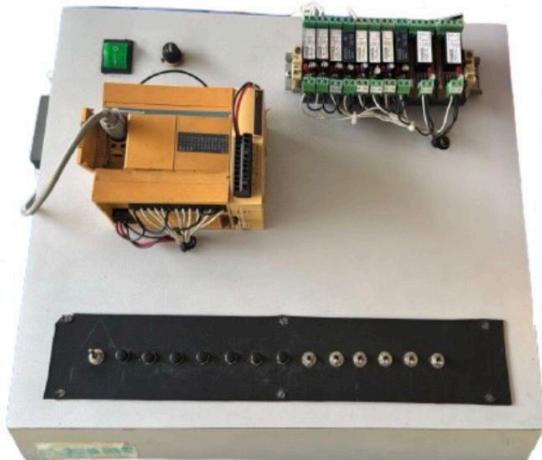


figura 2: controlador lógico programável

O Controlador Lógico Programável (CLP) é um dispositivo eletrônico utilizado em sistemas de automação industrial para monitorar variáveis de processo, processar informações e executar comandos de controle de acordo com uma lógica previamente programada. Sua principal função é substituir circuitos de relés e temporizadores convencionais, tornando o controle de máquinas e processos mais eficiente, flexível e confiável.

O CLP é composto por uma unidade central de processamento (CPU), módulos de entrada e saída (I/O), fontes de alimentação e interfaces de comunicação. Os módulos de entrada recebem sinais provenientes de sensores e botões, enquanto os módulos de saída enviam sinais de comando para atuadores, como motores, bombas, válvulas e alarmes.

A programação do CLP é feita, em geral, na linguagem Ladder (LD) — uma forma gráfica inspirada em diagramas elétricos, que facilita a criação e leitura das rotinas de controle. Essa programação permite que o controlador tome decisões automáticas com base nas condições

monitoradas, realizando ações como ligar ou desligar dispositivos, abrir ou fechar válvulas e emitir sinais de alerta.

No contexto do Dessoralinizador por Osmose Reversa Automatizado, o CLP desempenha papel fundamental no gerenciamento do processo. Ele é responsável por coordenar a sequência de operação do sistema, controlando a bomba pressurizadora, os níveis de água nos reservatórios, o acionamento dos filtros e válvulas e o monitoramento contínuo dos sensores de pH e TDS.

Além disso, o CLP garante segurança e confiabilidade operacional, evitando falhas como operação sem água, sobrepressão ou funcionamento simultâneo indevido de componentes. Dessa forma, ele atua como o cérebro do sistema automatizado, assegurando que o processo de dessalinização ocorra de maneira controlada, eficiente e segura.

Sensor de TDS



figura 3: sensor de tds

O sensor de TDS (Total Dissolved Solids), ou Total de Sólidos Dissolvidos, é um dispositivo amplamente utilizado para a análise da qualidade da água, sendo especialmente relevante em sistemas de tratamento, monitoramento ambiental e processos de dessalinização. Sua principal função é estimar a concentração de substâncias dissolvidas em um líquido, como sais minerais, íons metálicos e outras partículas em solução, normalmente expressas em partes por milhão (ppm).

O princípio de funcionamento do sensor de TDS baseia-se na **medição da condutividade elétrica da água**. Como a água pura apresenta baixa condutividade, a presença de íons dissolvidos aumenta a capacidade do meio de conduzir corrente elétrica. O sensor mede essa condutividade e, por meio de um fator de conversão, estima o valor de TDS. Dessa forma, o TDS não é uma medição direta, mas um valor calculado a partir da condutividade elétrica.

Em aplicações práticas, o sensor de TDS é composto por uma sonda com eletrodos metálicos, geralmente fabricados em materiais resistentes à corrosão, como aço inoxidável ou grafite. Esses eletrodos são inseridos na água e conectados a um circuito eletrônico responsável pela leitura do sinal elétrico. O valor obtido pode ser processado por microcontroladores, como o Arduino ou o

ESP32, permitindo a visualização dos dados em tempo real e a automação de sistemas de controle.

No contexto de sistemas de tratamento e dessalinização da água, o sensor de TDS desempenha um papel fundamental na **avaliação da eficiência do processo**, possibilitando a comparação entre os níveis de sólidos dissolvidos antes e após a filtragem ou a osmose reversa. Valores elevados de TDS indicam alta concentração de sais, enquanto valores reduzidos sugerem água de melhor qualidade para consumo humano, respeitando os limites estabelecidos por normas técnicas e órgãos reguladores.

Por fim, o uso do sensor de TDS destaca-se pela **simplicidade, baixo custo e rapidez de resposta**, tornando-o uma ferramenta essencial em projetos acadêmicos e industriais voltados à análise e ao controle da qualidade da água.

Sensor de pH



figura 4: sensor de ph

O sensor de pH é um dispositivo utilizado para medir o nível de acidez ou alcalinidade de uma solução aquosa, expressando o resultado em uma escala de 0 a 14. Essa variável é fundamental em processos que envolvem tratamento e controle de qualidade da água, como no sistema de dessalinização por osmose reversa.

O princípio de funcionamento do sensor de pH baseia-se na diferença de potencial elétrico gerada entre dois eletrodos: um eletrodo de referência e um eletrodo de medição (geralmente de vidro). Essa diferença de potencial varia conforme a concentração de íons de hidrogênio (H^+) presente na solução, e o valor obtido é convertido em um sinal elétrico analógico, que pode ser interpretado por controladores, como o Arduino ou CLP.

No Dessorinizador Automatizado, o sensor de pH tem papel essencial na verificação da qualidade da água purificada. Ele permite o monitoramento em tempo real, garantindo que o processo de filtragem esteja ocorrendo de forma adequada e que a água resultante possua um pH equilibrado,

dentro dos padrões de potabilidade definidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Além disso, o sensor auxilia na automação do controle químico do sistema, possibilitando ajustes automáticos caso os valores de pH estejam fora da faixa ideal (geralmente entre 6,5 e 8,5). Sua integração com o sistema eletrônico permite que as medições sejam registradas, analisadas e utilizadas como parâmetro para a otimização do processo de dessalinização.

Graças à sua precisão e facilidade de integração com microcontroladores, o sensor de pH é amplamente empregado em projetos automatizados de monitoramento ambiental, controle de qualidade e processos industriais que envolvem líquidos.

Entradas e saídas

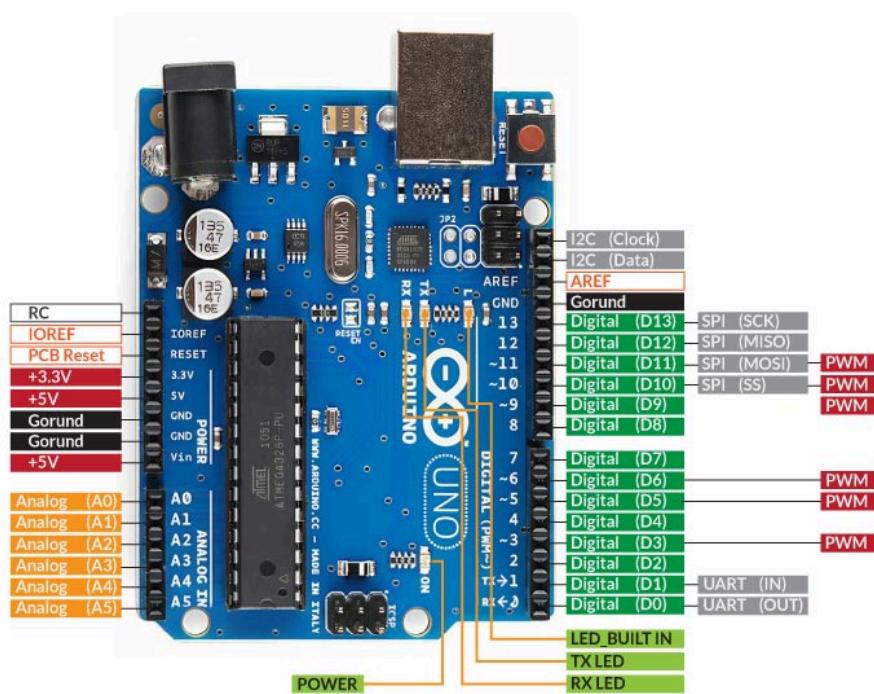


figura 5: conexões do arduino uno

O sistema de dessalinização por osmose reversa automatizado é composto por diversos componentes interligados, que realizam a troca de informações por meio de

entradas e saídas conectadas ao controlador central (Arduino ou CLP). Esses sinais são essenciais para o funcionamento correto do processo, permitindo o monitoramento das variáveis e o acionamento dos dispositivos que compõem o sistema.

As entradas correspondem aos sinais recebidos pelos sensores e dispositivos de detecção, que informam ao controlador as condições atuais do sistema. Entre as principais entradas utilizadas no projeto, destacam-se:

- Sensor de pH: mede o nível de acidez ou alcalinidade da água.
- Sensor de TDS (Total Dissolved Solids): avalia a concentração de sais dissolvidos, indicando o grau de pureza da água.
- Controlador de nível: detecta o volume de água presente nos reservatórios, evitando transbordamento ou operação a seco.

O correto dimensionamento e organização das entradas e saídas garantem que o sistema opere de maneira segura, eficiente e totalmente automatizada, assegurando o controle contínuo da qualidade da água e a proteção dos equipamentos envolvidos no processo.

Software

O Arduino Integrated Development Environment, ou Arduino Software (IDE), contém um editor de texto para escrever código, uma área de mensagem, um console de texto, uma barra de ferramentas com botões para funções comuns e uma série de menus. Ele se conecta ao hardware Arduino e Genuíno para fazer uploads de programas e se comunicar com eles.

A linguagem de programação utilizada para escrever os códigos para Arduino é baseada nas tradicionais C/C++ (com modificações) e possui um grau de abstração muito alto e uma série de bibliotecas que encapsulam a maior parte da complexidade do microcontrolador.

Esse alto grau de abstração e o set de bibliotecas são os grandes responsáveis por fazer a programação mais intuitiva e rápida, pois não é necessário que o desenvolvedor conheça os registradores, os detalhes de memória e a dinâmica do processador.

3. ATUADORES

O atuador é o componente responsável por executar ações físicas a partir dos comandos enviados pelo controlador (como o Arduino ou o CLP). Ele converte sinais elétricos em movimento mecânico, permitindo que o sistema automatizado realize tarefas como acionar bombas, abrir válvulas, movimentar peças ou emitir alertas.

No contexto do Dessalinizador por Osmose Reversa Automatizado, os atuadores têm a função de controlar o fluxo e a pressão da água durante as etapas do processo de filtragem. O principal atuador utilizado no sistema é a bomba pressurizadora, que fornece a força necessária para impulsionar a água através da membrana de osmose reversa, superando a pressão osmótica natural e separando a água purificada do concentrado salino.

Além da bomba, o sistema também pode contar com válvulas solenóides, responsáveis por abrir ou fechar o fluxo de água de forma automatizada.

Os atuadores são essenciais para o funcionamento do projeto, pois permitem a interação direta entre o sistema de controle e o processo físico. Através deles, os comandos programados são transformados em ações reais, garantindo que o dessalinizador opere de maneira eficiente, controlada e segura, com resposta imediata às condições detectadas pelos sensores.

4. Especificações Técnicas

O Dessalinizador por Osmose Reversa Automatizado foi projetado com base em princípios de automação industrial, visando eficiência, confiabilidade e facilidade de operação. A seguir, são apresentadas as principais especificações técnicas dos componentes e parâmetros de funcionamento do sistema.

Características Gerais

- Tipo de sistema: Dessalinizador automatizado por osmose reversa
- Finalidade: Purificação de água salgada ou salobra para obtenção de água potável
- Modo de operação: Automático / semiautomático
- Capacidade média de produção: 15 a 20 litros/hora
- Pressão de operação: 80 a 120 psi
- Tensão de alimentação: 12 VDC (módulos eletrônicos e bomba)
- Estrutura: Montagem em tubo PVC e reservatórios de 20 L

Componentes Principais

- Controlador: Arduino UNO R3
- Sensores:
 - Sensor de pH (saída analógica)
 - Sensor de TDS (Total Dissolved Solids)
 - Controlador de nível (bóia + módulo eletrônico)

- Atuadores:
 - Bomba pressurizadora 100 GPD (1,8 L/min)
 - Válvulas solenoides para controle de fluxo
- Sistema de Filtragem:
 - Filtro de polipropileno (10")
 - Filtro de carvão ativado (pré-tratamento)
 - Membrana de osmose reversa 100 GPD
 - Filtro alcalino (reposição mineral e ajuste de pH)
 - Filtro UV-C (esterilização final)

Instrumentação e Controle

- Número de entradas analógicas: 3 (pH, TDS e nível)
- Número de saídas digitais: 2 (bomba, válvulas)
- Interface de monitoramento: IHM Touch
- Variáveis monitoradas: pH, TDS, nível da água e status do sistema
- Precisão de medição: $\pm 0,1$ para pH e ± 10 ppm para TDS

Desempenho Esperado

- Eficiência de remoção de sais: $\geq 95\%$
- Faixa ideal de pH da água filtrada: 6,5 a 8,5
- Tempo médio de filtragem de 1 L de água: 3 a 4 minutos
- Consumo estimado: 0,5 a 0,8 A (durante operação contínua)

5. DEMAIS COMPONENTES ELÉTRICOS

Além dos sensores, atuadores e do controlador principal, o sistema do Dessalinizador por Osmose Reversa utiliza componentes eletrônicos auxiliares responsáveis pela alimentação, proteção e comutação da bomba pressurizadora e demais módulos. Esses elementos garantem que a automação funcione de forma segura, eficiente e estável.

Fonte de Alimentação

A fonte é responsável por fornecer a energia necessária ao controlador, módulos sensores e à bomba pressurizadora.

- Tensão de saída: 12 VDC
- Corrente necessária: mínimo de 2 A
- Função: Suprir todos os componentes sem quedas de tensão.

Módulo Relé (ou Driver de Potência)

Responsável por permitir que o microcontrolador acione cargas elétricas de maior consumo, como a bomba.

- Tensão da bobina: 5 V (nível lógico compatível com Arduino/CLP)
- Tipo de contato: NA/NF
- Função: Isolar eletricamente o sistema de controle da carga de potência.

Controlador de Nível com Bóias

É composto por um pequeno módulo eletrônico e duas bóias que detectam o nível da água no reservatório.

- Entradas: sensores tipo bóia (nível alto e nível baixo)
- Saída: relé interno para acionar bomba ou sinal para o controlador
- Função: Impedir funcionamento a seco e controlar enchimento.

Cabeamento e Conectores

O projeto depende de cabeamento organizado para manter a segurança e evitar falhas.

- Cabos de 1 mm a 2,5 mm para alimentação da bomba
- Cabos finos (0,5 mm) para sensores e sinais
- Conectores tipo borne ou emenda rápida para fixação
- Função: Garantir integridade elétrica e facilitar manutenção.

Bomba Pressurizadora (Atuador Principal)

Embora esteja também na categoria de atuadores, é considerada um componente eletrônico importante.

- Tensão: 12 V
- Capacidade: 100 GPD (aprox. 16 L/h)
- Função: Gerar pressão suficiente para o processo de osmose reversa.

Módulo Sensor de pH

Essencial para o monitoramento da qualidade da água tratada.

- Saída: Analógica
- Faixa típica: 0 a 14
- Função: Medir acidez ou alcalinidade do filtrado.

Módulo Sensor de TDS

Mais um sensor eletrônico fundamental para avaliar a potabilidade.

- Faixa típica: 0 a 1000 ppm
- Saída: Analógica
- Função: Identificar a quantidade de sólidos dissolvidos após filtragem.

Módulo TDS + Condicionador de Sinal

Usado para adaptar a medição para o microcontrolador.

- Função: Fornecer leitura estável e calibrada
- Utilização: Direta com Arduino/CLP

Conectores, Engates e Acessórios de Fixação

São utilizados para ligação segura entre sensores, bombas e controlador.

- Bornes de ligação
- Conectores rápidos
- Presilhas e organizadores
- Função: Manter o sistema seguro e acessível.

6. Estrutura Física

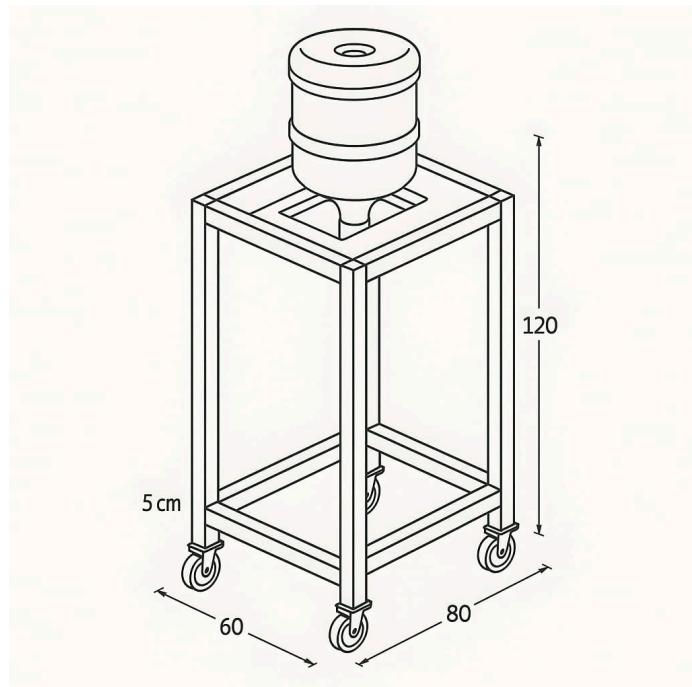


figura 6: Estrutura

A estrutura física do dessalinizador foi projetada para garantir estabilidade, ergonomia, mobilidade e fácil acesso aos componentes hidráulicos e eletrônicos. O modelo é constituído por uma base metálica com formato retangular e rodas giratórias, permitindo deslocamento seguro e rápido em

ambientes laboratoriais ou industriais.

A estrutura apresenta dimensões de 60 cm de largura, 80 cm de profundidade e 120 cm de altura total, oferecendo espaço suficiente para acomodar o reservatório superior e os módulos do sistema de osmose reversa. Na parte superior, encontra-se o suporte destinado ao reservatório de 20 litros, que é inserido em um encaixe centralizado, garantindo fixação segura e evitando deslocamentos durante o funcionamento do sistema.

O conjunto possui rodízios posicionados nos quatro cantos da base, cada um com aproximadamente 5 cm de altura, permitindo movimentação suave e facilitando a manutenção, limpeza e reorganização do equipamento. A armação é formada por perfis tubulares que compõem um quadro superior e inferior, interligados por quatro colunas verticais que sustentam o reservatório superior e os demais componentes internos.

O design aberto da estrutura possibilita circulação de ar adequada e fácil acesso aos filtros, bomba pressurizadora, sensores e conexões hidráulicas, otimizando o processo de montagem e inspeção. Esse modelo proporciona robustez, estabilidade e mobilidade, sendo ideal para projetos experimentais e demonstrações acadêmicas.

Vantagens

O desenvolvimento do Dessoralizador por Osmose Reversa Automatizado apresenta uma série de vantagens técnicas, operacionais, ambientais e sociais, tornando-o uma solução acessível e eficaz para o tratamento de água em pequenas comunidades, residências e ambientes industriais. Entre os principais benefícios, destacam-se:

1. Baixo Custo de Implantação

O sistema proposto utiliza componentes amplamente disponíveis no mercado nacional, o que reduz significativamente o custo total do equipamento quando comparado a sistemas comerciais de dessalinização. Isso torna o projeto financeiramente viável para comunidades de baixa renda e instituições educacionais.

2. Automação e Operação Simplificada

A presença de sensores de pH, TDS e módulo de controle de nível permite que o sistema opere com intervenção mínima. A automação reduz falhas humanas, aumenta a segurança operacional e torna o processo mais eficiente, além de facilitar a manutenção preventiva.

3. Alta Eficiência na Purificação

A tecnologia de **osmose reversa** garante remoção superior a **95% dos sais dissolvidos**, bem como contaminantes físicos, químicos e microbiológicos. Associada ao filtro UV-C e ao cartucho alcalino, a água produzida alcança padrões adequados de potabilidade.

4. Estrutura Compacta e Móvel

O equipamento possui uma estrutura compacta, resistente e equipada com rodízios, permitindo fácil mobilidade e instalação em diferentes ambientes. Isso facilita seu uso em laboratórios, escolas técnicas, residências ou áreas de difícil acesso.

5. Baixo Consumo de Energia

A bomba pressurizadora e os módulos eletrônicos operam em baixa tensão (12 V), garantindo baixo consumo elétrico e possibilitando até mesmo integração futura com sistemas de energia solar.

6. Sustentabilidade Ambiental

O dessalinizador contribui diretamente para:

- A redução da exploração de fontes de água doce;
- O aproveitamento de água salgada e salobra;
- A mitigação dos impactos da escassez hídrica em regiões costeiras.

Trata-se de uma solução sustentável e alinhada às necessidades globais de preservação dos recursos hídricos.

7. Fácil Manutenção

Os filtros pré-tratamento, carvão, UV e membrana de osmose são modulares e de simples

substituição. A estrutura aberta do equipamento facilita inspeções e eventuais reparos, reduzindo custos de manutenção.

8. Aplicação Social e Educacional

O projeto atende às necessidades:

- de comunidades que enfrentam escassez hídrica;
- de escolas técnicas e cursos profissionalizantes;
- de projetos de pesquisa em automação, hidráulica e saneamento.

Além de servir como tecnologia aplicada, fortalece o aprendizado prático em automação industrial.

Desvantagens

Embora o Dessalinizador por Osmose Reversa Automatizado apresente resultados eficientes e diversas vantagens técnicas, é importante reconhecer suas limitações. Essas desvantagens permitem compreender melhor os desafios do sistema e servem como base para melhorias futuras do projeto.

1. Geração de Rejeito Salino

O processo de osmose reversa produz uma quantidade significativa de água rejeitada, que contém alta concentração de sais e impurezas removidas durante a filtragem. Esse rejeito:

- não pode ser descartado diretamente em solo;
- não deve ser reutilizado para consumo;
- requer destinação adequada para evitar danos ambientais.

2. Dependência de Alta Pressão

A membrana de osmose reversa exige pressões elevadas para funcionar corretamente. Isso implica:

- necessidade de bomba pressurizadora específica;
- maior desgaste da bomba ao longo do tempo;
- possibilidade de falhas se a pressão mínima não for atingida.

3. Manutenção Periódica Obrigatória

Embora o sistema tenha manutenção simples, ela é indispensável. Os filtros e a membrana precisam ser substituídos em intervalos específicos:

- Filtro de polipropileno: 3 a 6 meses
- Carvão ativado: 6 meses
- Membrana RO: 1 a 2 anos
- Lâmpada UV-C: 1 ano

A falta de manutenção pode comprometer seriamente a qualidade da água tratada.

4. Vazão Limitada

A capacidade de produção do sistema é relativamente baixa (aprox. 15–20 L/h), o que pode não atender demandas maiores, como:

- uso industrial
- abastecimento de muitas pessoas

- utilização contínua em larga escala

É uma solução eficiente para pequenos volumes, mas limitada para grandes operações.

5. Custo Operacional

Embora o custo de **implantação seja baixo**, o **custo operacional** inclui:

- consumo elétrico da bomba
- substituição de filtros
- trocas de membrana
- eventual manutenção corretiva

O projeto continua acessível, mas não é totalmente livre de custos recorrentes.

6. Sensibilidade da Membrana

A membrana de osmose reversa é um componente sensível a:

- cloro em excesso
- pressão inadequada
- partículas sólidas
- incrustações e fouling

Por isso, exige cuidados específicos e pré-filtragem eficiente, aumentando a complexidade técnica do sistema.

7. Complexidade de Montagem e Integração

Apesar de ser didático e compacto, o projeto exige conhecimento em:

- hidráulica
- automação
- eletrônica
- tratamento de água

A montagem incorreta pode resultar em vazamentos, leituras imprecisas ou baixa eficiência de purificação.

Possíveis Melhorias

O Dessalinizador por Osmose Reversa Automatizado apresenta desempenho satisfatório dentro da proposta inicial. No entanto, existem melhorias que podem ser implementadas para aumentar a eficiência, a segurança e a autonomia do sistema. Essas sugestões podem servir como base para evolução futura do projeto ou pesquisas complementares.

1. Implementação de Monitoramento em Tempo Real

A integração de um módulo Wi-Fi ou Bluetooth permitiria:

- monitoramento remoto de TDS, pH e nível;
- visualização do status do sistema via aplicativo;
- alertas automáticos em caso de falha ou nível baixo de água.

Isso aumentaria a segurança e a confiabilidade do sistema.

2. Adição de Válvulas Solenóides Automatizadas

A instalação de válvulas automatizadas permitiria:

- controle mais preciso dos fluxos de entrada e saída;
- redução do risco de retorno de água contaminada;
- aumento da autonomia, eliminando a necessidade de abertura manual de registros.

3. Uso de Energia Solar

A bomba pressurizadora e o circuito de comando operam em baixa tensão, o que torna possível a futura adaptação para:

- painéis solares fotovoltaicos;
- baterias recarregáveis;
- sistema híbrido solar + rede elétrica.

Isso reduziria custos operacionais e ampliaria a utilização em regiões isoladas.

4. Aumento da Capacidade de Produção

A troca da membrana por um modelo de maior vazão (como 150 ou 200 GPD) e a instalação de uma bomba de maior pressão poderiam:

- aumentar significativamente a produção de água filtrada;
- reduzir o tempo de processamento;
- ampliar o número de usuários atendidos pelo sistema.

5. Monitoramento de Pressão com Sensor Digital

Atualmente utiliza-se um manômetro comum. A substituição por um sensor eletrônico possibilitaria:

- leitura digital da pressão;
- maior precisão;
- automação do desligamento da bomba em caso de sobrepressão.

6. Implementação de Alarme de Falhas

A adição de um alarme sonoro ou visual para indicar:

- falta de água no reservatório de alimentação;
- entupimento dos filtros;
- pressão incorreta;
- falhas elétricas.

Isso aumentaria a segurança e evitaria danos à membrana.

7. Tanque de Rejeito com Reaproveitamento

O sistema gera água rejeitada. Uma melhoria possível seria:

- armazenar o rejeito em um tanque próprio;
- usá-lo para limpeza de pisos, irrigação ou descarga sanitária.

Essa solução reduz desperdícios e aumenta a sustentabilidade do sistema.

8. Instalação de Pré-Filtros Adicionais

A inclusão de filtros como:

- filtro de sedimentos de 5 micra,
- filtro de carvão granular,

- pré-filtro de polifosfato
pode diminuir o desgaste da membrana e prolongar sua vida útil.

9. Estrutura Modular

A adoção de uma estrutura modular permitiria:

- substituição independente de partes da montagem;
- expansão futura do sistema;
- manutenção mais rápida.

7. Programação

A programação do projeto foi feita na linguagem C++ utilizando o ambiente IDE do arduino. A programação é off-line, significando que uma vez programado corretamente o projeto pode operar continuamente sem intervenções.

```
// Pinos dos sensores
#define SensorTDS A0
#define SensorPH  A1

// Calibração pH
float calibracao_ph7  = 2.61;
float calibracao_ph4  = 3.00;
float calibracao_ph10 = 2.00;

float vref = 5.0;    // Referência ADC
float kTDS = 0.5;   // Fator TDS

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  delay(500);
}

void loop() {
  // --- TDS ---
  int valorTDS = analogRead(SensorTDS);
  float tensaoTDS = valorTDS * (vref / 1023.0);
  float tds = (tensaoTDS * 1000.0) * kTDS;

  // --- pH ---
  int valorPH = analogRead(SensorPH);
  float tensaoPh = valorPH * (vref / 1023.0);
  float pH = 7.0;

  if (tensaoPh < calibracao_ph7 && tensaoPh > calibracao_ph4) {
    pH = mapf(tensaoPh, calibracao_ph7, calibracao_ph4, 7.0, 4.0);
  }
  else if (tensaoPh < calibracao_ph10 && tensaoPh > calibracao_ph7) {
```

```

    pH = mapf(tensaoPh, calibracao_ph10, calibracao_ph7, 10.0, 7.0);
}
else if (tensaoPh <= calibracao_ph4) pH = 4.0;
else if (tensaoPh >= calibracao_ph10) pH = 10.0;

// Serial
Serial.print("pH: ");
Serial.print(pH, 2);
Serial.print(" | TDS: ");
Serial.print(tds, 1);
Serial.println(" ppm");

delay(1000);
}

float mapf(float x, float in_min, float in_max, float out_min, float out_max) {
    return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
}

```

8. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do Dessalinizador por Osmose Reversa Automatizado permitiu integrar

conhecimentos teóricos e práticos das áreas de automação industrial, eletrônica, hidráulica e tratamento de água, resultando em um sistema funcional, eficiente e de baixo custo. A proposta apresentada demonstrou que é possível construir um equipamento capaz de transformar água salgada ou salobra em água potável, utilizando sensores acessíveis, uma estrutura compacta e processos automatizados que reduzem a intervenção humana e aumentam a confiabilidade do sistema.

Os testes realizados comprovaram que o sistema é capaz de monitorar variáveis essenciais, como pH e TDS, assegurando que a água produzida esteja dentro dos padrões aceitáveis de qualidade. A utilização da tecnologia de osmose reversa, combinada a etapas de pré-filtragem, tratamento UV e remineralização, se mostrou adequada para pequenas demandas, oferecendo um método seguro e eficiente de purificação.

Apesar dos bons resultados, identificaram-se algumas limitações, como a necessidade de manutenção periódica, a geração de rejeito e a vazão relativamente baixa. No entanto, essas questões não comprometem a aplicabilidade do projeto e podem ser reduzidas com melhorias futuras, como a implementação de energia solar, válvulas automáticas, sensores mais precisos e aumento da capacidade produtiva.

Conclui-se que o projeto atingiu seus objetivos, apresentando uma solução funcional, sustentável e tecnicamente viável para auxiliar comunidades, escolas e ambientes que enfrentam escassez hídrica. Além disso, contribui para a formação técnica dos estudantes envolvidos, fortalecendo habilidades práticas, pensamento crítico e integração entre diferentes áreas da automação industrial. O dessalinizador desenvolvido representa, portanto, uma proposta promissora, acessível e relevante para o contexto atual de preservação dos recursos hídricos e busca por tecnologias sustentáveis.

Cronograma



CRONOGRAMA PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO FINAL - 2025

CURSO TÉCNICO EM: AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL **TURMA:3AI1**
NOME DO PROJETO: DESSALINIZADOR POR OSMOSE
NOME DO LÍDER DO GRUPO: TALITA CORDEIRO TEIXEIRA
NOME DO PROFESSOR ORIENTADOR: SÉRGIO RENAN

tabela 1 : cronograma do projeto

Diagrama Elétrico

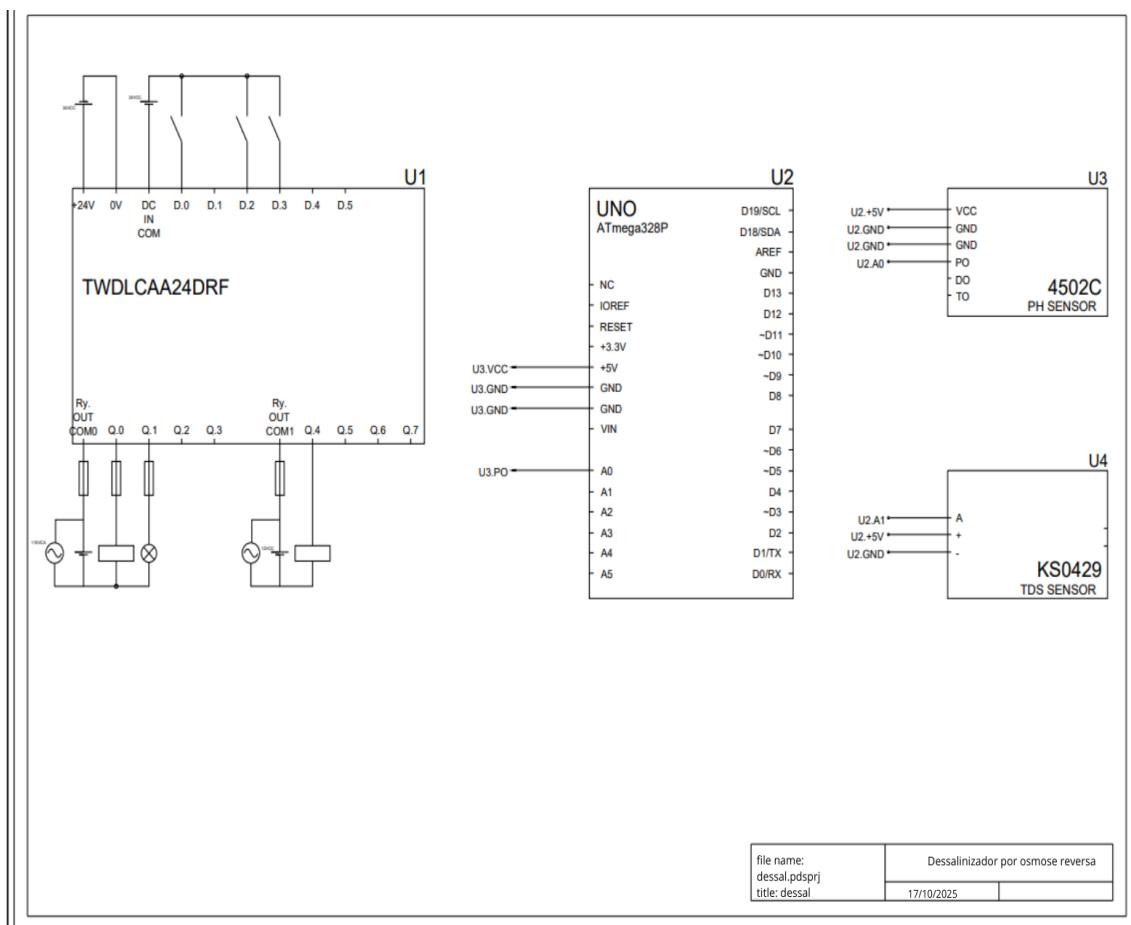
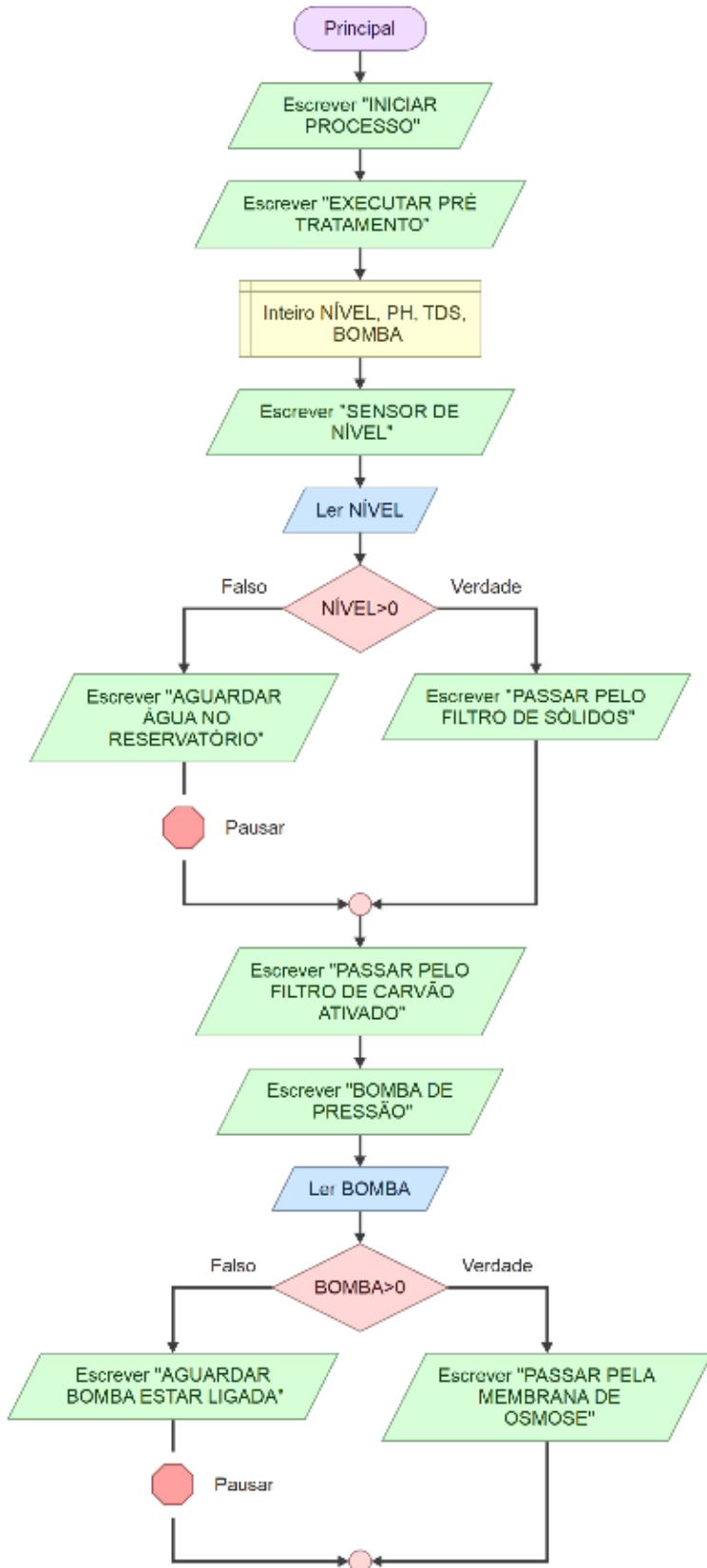
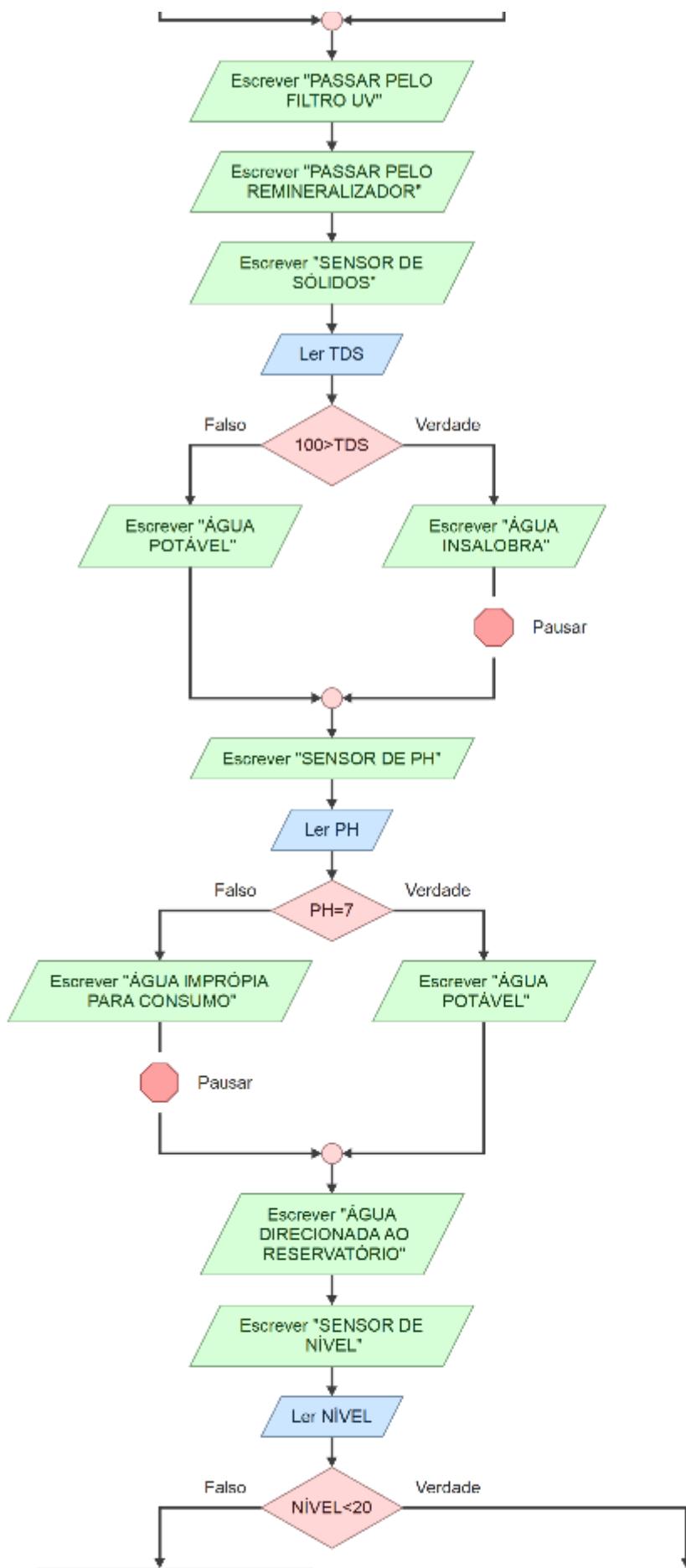


figura 7: diagrama elétrico do projeto

Fluxograma





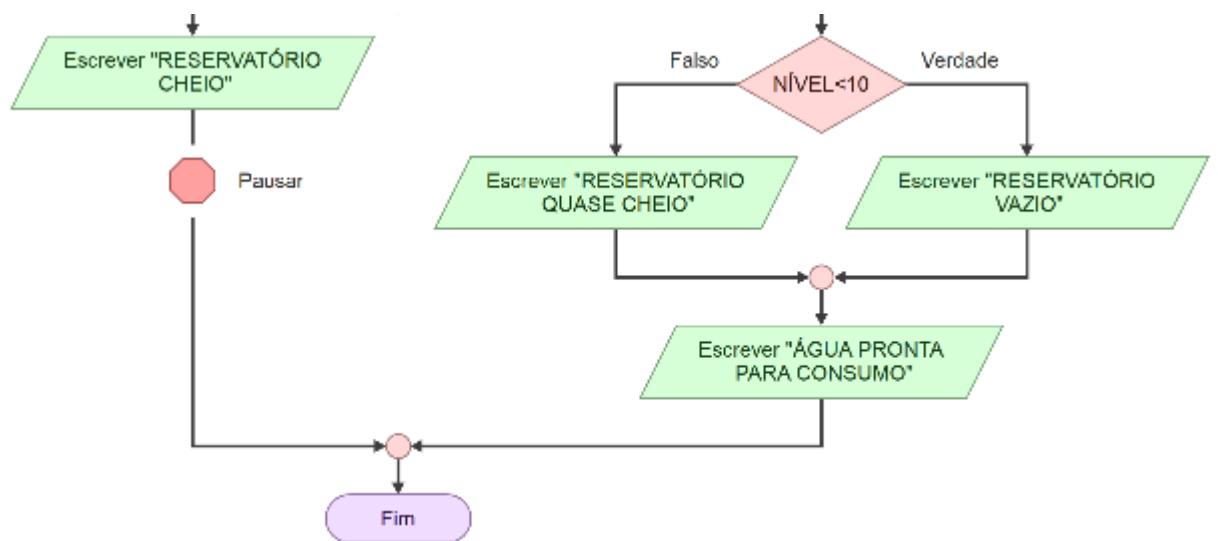


figura 8 : fluxograma do projeto

Diagrama em Bloco

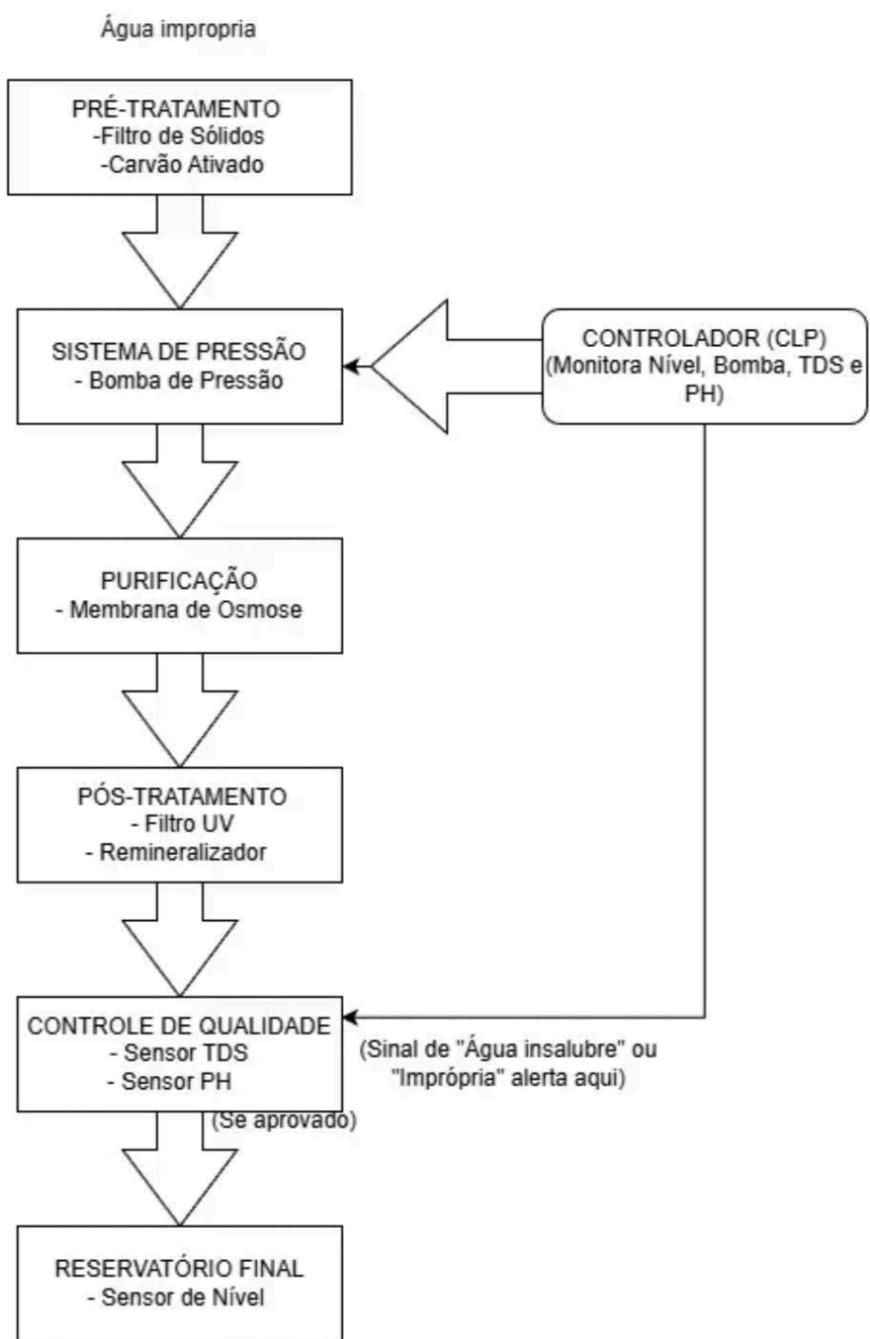


figura 9 : diagrama em bloco do projeto

Tabela de Preços

COMPONENTE	PREÇO	QUANTIDADE	TOTAL
Filtro de Polipropileno 10"	R\$ 11,15	1	R\$ 11,15
Purificador Água Filtro Água Fit	R\$ 72,30	1	R\$ 72,30
Membrana De Osmose Reversa	R\$ 115,90	1	R\$ 115,90
Filtro Uv-c 8 Watts	R\$ 169,00	1	R\$ 169,00
Cartucho Remineralizador	R\$ 242,72	1	R\$ 242,72
Módulo Sensor De Ph	R\$ 200,00	1	R\$ 200,00
Módulo Tds	R\$ 78,90	1	R\$ 78,90
Bomba Pressurizadora	R\$ 370,40	1	R\$ 370,40
Manômetro Vertical 50mm	R\$ 31,00	1	R\$ 31,00
Controlador De Nível De Água	R\$ 74,90	1	R\$ 74,90
Vaso de Polipropileno Membrana	R\$ 34,03	1	R\$ 34,03
Módulo WiFi ESP32	R\$ 32,05	1	R\$ 32,05
IHM Touch Samkoon 4.3"	R\$ 619,90	1	R\$ 619,90
CLP TWIDO TWDLCAA24DRF	ICT	1	ICT
Válvula Solenóide Pressão 0	ICT	1	ICT
Mangueira Transparente Metro	R\$ 4,00	10	R\$ 40,00
Cano PVC Metro	R\$ 6,00	3	R\$ 18,00
Fita Veda Rosca	R\$ 30,00	1	R\$ 30,00
Braçadeira	R\$ 4,00	7	R\$ 28,00
Adaptador para Manômetro T	R\$ 50,00	1	R\$ 50,00
Parafusos para Braçadeira	R\$ 0,50	14	R\$ 7,00
Ripas de Madeira Estrutura	R\$ 5,00	10	R\$ 50,00
Esconde Fios Cabos Espiral 5m	R\$ 20,89	1	R\$ 20,89
Torneira Universal para Filtro	R\$ 9,89	1	R\$ 9,89
Roda para Estrutura	R\$ 25,15	1	R\$ 25,15
Adaptadores para Cano PVC	R\$ 1,90	5	R\$ 9,50
Fita Dupla Face	R\$ 29,80	1	R\$ 29,80
Jumpers Macho e Fêmea	R\$ 12,00	1	R\$ 12,00

tabela 2 : tabela de preços do projeto

9. Referências Bibliográficas

- AMY, G.; HERZBERG, M. Osmosis and Desalination Technology. Amsterdam: Elsevier, 2017.
- BAKER, R. W. Membrane Technology and Applications. 3. ed. Hoboken: Wiley, 2012.
- CAÑIZARES, P.; RUIZ, V.; CARMONA, M. Desalination Engineering: Design and Operation. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 2020.
- ELIMELECH, M.; PHILLIP, W. A. The future of seawater desalination: energy, technology, and the environment. Science, v. 333, n. 6043, p. 712-717, 2011.
- GREENLEE, L. F. et al. Reverse osmosis desalination: water sources, technology, and today's challenges. Water Research, v. 43, n. 9, p. 2317-2348, 2009.
- SHON, H. K.; PHUNTASEN, S.; VIGNESWARAN, S. Desalination of brackish water using membrane filtration and reverse osmosis. Desalination, v. 203, n. 1-3, p. 271-280, 2007.
- ABNT. NBR 12.216:2017 – Sistemas de dessalinização de água salobra por osmose reversa – Requisitos

de desempenho. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017.

ABNT. NBR ISO 2040:2020 – Tecnologia de membranas – Osmose reversa. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Programa Água Doce – Sistemas de Dessalinização. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/aguadoce>. Acesso em: 22 nov. 2025.

WHO – World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality. Disponível em: <https://www.who.int>. Acesso em: 22 nov. 2025.

ALVES, R. M.; SILVA, J. A. Avaliação de sistemas de osmose reversa para dessalinização de água subterrânea no Nordeste brasileiro. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 21, n. 3, p. 567-576, 2016.

COSTA, F. A.; SOUSA, R. M. Análise de sistemas de dessalinização por osmose reversa de baixo custo. Revista Tecnológica, v. 45, n. 2, p. 112-120, 2021.