

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA

PROJETO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO TÉCNICO



**GUARDIÃO AQUÁTICO -
SISTEMA ELETRÔNICO DE SEGURANÇA PARA FILTROS DE PISCINA COM
SUPERVISÃO ULTRASSÔNICA E MONITORAMENTO DA MOTOBOMBA POR
VARIAÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL**

**DANIELLE SILVA JACINTO
LEANDRO HENRIQUE SANTOS GUARINIRI
MÁRCIA CAROLINA LOUZADO**

**SÃO LEOPOLDO
2025**

DANIELLE SILVA JACINTO
LEANDRO HENRIQUE SANTOS GUARINIRI
MÁRCIA CAROLINA LOUZADO

**GUARDIÃO AQUÁTICO-
SISTEMA ELETRÔNICO DE SEGURANÇA PARA FILTROS DE PISCINA COM
SUPERVISÃO ULTRASSÔNICA E MONITORAMENTO DA MOTOBOMBA POR
VARIAÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso Técnico
apresentado ao Curso de Eletrotécnica da Escola
Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt
como requisito para aprovação nas disciplinas do
curso sob orientação professor Adriano dos Santos
e coorientação da professora Fernanda Diedrich
Miron

SÃO LEOPOLDO
2025

RESUMO

Crescentes casos de afogamentos causados por sucção de cabelo em filtro de piscinas têm aumentado significativamente em relação a dados obtidos nos últimos anos, esses tipos de acidentes tem causado preocupações principalmente em pais com crianças pequenas que buscam meios de protegê-las, porém, os dispositivos são, muitas vezes, pouco confiáveis ou inacessíveis devido ao alto custo. Nesse contexto, a construção de um sistema de segurança contra a aspiração de cabelos compridos, no qual considerando as limitações financeiras da maioria da população brasileira sem comprometer a qualidade, mostra-se uma ótima alternativa para o bem-estar coletivo. Analisando fatores como segurança, econômicos, e eficiência, essa pesquisa buscou desenvolver um dispositivo viável, eficiente e acessível. Essa busca por uma solução prática, através de um mecanismo eletrônico de supervisão ultrassônica e monitoramento de vazão, representa o compromisso em resguardar a vida de crianças, jovens e adultos, promovendo maior segurança em ambientes de lazer. Para conseguir alcançar esse objetivo, foi realizada uma pesquisa exploratória adotando uma abordagem qualitativa e quantitativa. Na fase qualitativa, foram coletados dados bibliográficos sobre incidentes de afogamento, analisando os principais fatores que contribuem para esses acidentes e as limitações dos dispositivos de segurança existentes. Já na fase quantitativa, foi feita uma análise de mercado, comparando preços, características técnicas e eficácia teórica dos equipamentos disponíveis. O protótipo do dispositivo proposto foi devidamente construído e submetido a testes práticos em ambiente controlado. Os resultados demonstraram que o sistema é capaz de monitorar o fluxo de água de forma contínua, por um curto prazo que será corrigido, detectando variações anormais no padrão de vazão, e em casos necessários realiza o interrompimento da motobomba e acionando um alerta sonoro imediato. Dessa forma, o projeto demonstra ser uma solução eficiente e econômica, se comparada às concorrentes no mercado contribuindo significativamente para a segurança dos usuários de piscinas.

Palavras-chave: afogamento; filtro de piscinas; segurança em piscinas; sucção de cabelo; custo-benefício.

ABSTRACT

The increasing number of drownings caused by hair entrapment in swimming pool filters has significantly increased compared to data from previous years. These accidents have raised concerns, especially among parents of toddlers seeking protective measures. However, existing safety devices often lack operational reliability or have a very high cost, rendering them unfeasible for some families. However, existing protective devices are often unreliable or inaccessible due to their high cost. In this context, developing an affordable and reliable safety system to prevent long hair suction — while considering the financial limitations of most Brazilian families and preventing this factor from affecting the final quality — represents an excellent alternative for promoting collective well-being. Considering safety, cost, and efficiency, this research aims to develop a viable and effective device. The proposed solution, which integrates ultrasonic supervision and flow monitoring, reflects a commitment to protecting the lives of children, adolescents, and adults, and to promoting safer recreational environments. To achieve this, an exploratory study was conducted using both qualitative and quantitative approaches. The qualitative phase involved collecting bibliographical data on drowning incidents, analyzing the main contributing factors and the limitations of existing safety devices. During the quantitative phase, a market analysis was conducted, considering the prices and technical characteristics of available equipment, and comparing their theoretical effectiveness in risk situations. The prototype developed in this study was built and tested under controlled conditions. The results showed that the system can continuously monitor water flow for a short period of time, which will be corrected later, detect abnormal variations in flow patterns, and, when necessary, shut down the pump while triggering an immediate audible alarm. Therefore, the project proves to be an efficient and cost-effective solution compared to existing alternatives, making a significant contribution to the safety of pool users.

Keywords: drowning; swimming pool filters; pool safety; hair entrapment; cost-benefit.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Filtro de areia e vetores de fluxo de água	18
Figura 2 – Filtro de pano	19
Figura 3 – Sistema hidráulico simples e vetores de drenagem	20
Figura 4 – Fluxo da operação de filtrar	20
Figura 5 – Fluxo da operação de retrolavar	21
Figura 6 – Fluxo da operação de pré filtrar	21
Figura 7 – Fluxo da operação de drenar	22
Figura 8 – Fluxo da operação de recircular	22
Figura 9 – Arduino uno	25
Figura 10 – Sensor de vazão	25
Figura 11 – Mini bomba d'água	26
Figura 12 – Bomba inox	26
Figura 13 – Bomba Centrífuga	27
Figura 14 – Bomba Autoaspirante	28
Figura 15 – Bomba Periférica	28
Figura 16 – Módulo relé	29
Figura 17 – Display	29
Figura 18 – 40 Jumpers coloridos machos e fêmeas	30
Figura 19 – Buzzer passivo	30
Figura 20 – Protoboard	30
Figura 21 – Sensor de distância ultrassônico HC-SR04	31
Figura 22 – Capacitor de poliéster metalizado 1 μ F 250V	32
Figura 23 – Circuito snubber com indutor	33
Figura 24 – Chave tátil push button 6x6x4,3 mm.	33
Figura 25 – LED 5mm alto brilho 3V.	34
Figura 26 – Ponte H dupla L298N.	35
Figura 27 – Fonte 12V 1A bivolt.	37
Figura 28 – Resistor.	37
Figura 29 – Esquema eletrônico.	43
Figura 30 – Fluxograma de funcionamento.	44
Figura 31 – Leitor de pulsos do sensor de vazão.	45

Figura 32 – Código de inicialização do Arduino UNO	45
Figura 33 – Determinação das variáveis dos pinos	46
Figura 34 – Código de processamento pulsante do botão.	47
Figura 35 – Parâmetros de medição de nível.	47
Figura 36 – Comando de medição da vazão.	48
Figura 37 – Definição de operação do display.	48
Figura 38 – Código de análise da distância crítica.	49
Figura 39 – Programa do monitor serial.	49
Figura 40 – Antigo sistema eletrônico de supervisão direta do dreno.	59
Figura 41 – Sistema eletrônico de segurança para filtros de piscina com supervisão ultrassônica e monitoramento da motobomba.	60
Figura 42 – Boneca com cabelo sintético.	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estado da arte	14
Tabela 2 – Cronograma 2024	53
Tabela 2 – Cronograma 2025	54
Tabela 3 – Custo dos materiais	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANAPP – Associação Nacional das Empresas e Profissionais de Piscinas

SOBRASA – Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático

LED – Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)

PWM – Largura de Pulso

AC – Corrente Alternada

DC- Corrente Contínua

EMI – Interferência Eletromagnética

SNR – Relação Sinal-Ruído

EMC – Compatibilidade Eletromagnética

LISTA DE SÍMBOLOS

V – Volts

l – litros

% – por cento

Cm - centímetros

Min - minutos

R\$ – reais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO	13
1.2 PROBLEMA	13
1.3 OBJETIVOS	13
1.3.1 Objetivo Geral	13
1.3.2 Objetivos Específicos	13
1.4 JUSTIFICATIVA	14
2 ESTADO DA ARTE	15
2.1 ACIDENTE COM BOMBA DE SUCÇÃO É PRINCIPAL CAUSA DE MORTES DE CRIANÇAS QUE SABEM NADAR	16
2.2 SISTEMA ANTI SUCÇÃO E SEGURANÇA	16
2.3 A PREVALÊNCIA DE ACIDENTES DOMÉSTICOS DE AFOGAMENTO NA INFÂNCIA ENTRE 05 E 10 ANOS	16
2.4 GUARDIÃO AQUÁTICO - SISTEMA ELETRÔNICO DE MONITORAMENTO DA ALTERAÇÃO NA VAZÃO NO FILTRO DE PISCINA COM DESACIONAMENTO DE SEGURANÇA AUTOMÁTICO DO MOTOBOMBA	17
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1 TIPOS DE FILTROS	18
3.1.1 Filtro de Areia	18
3.1.2 Filtro de Cartucho	19
3.2 PRINCÍPIO DO SISTEMA HIDRÁULICO DE PISCINAS	19
3.3 PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM PISCINAS POR FILTRO DE AREIA	20
3.3.1 Filtragem	20
3.3.2 Retrolavagem	21
3.3.3 Pré Filtragem	21
3.3.4 Drenagem	22
3.3.5 Recirculação	22

3.3.6 Fechamento	23
3.4 COMPORTAMENTO INFANTIL	23
3.5 ACIDENTES	23
3.6 AFOGAMENTOS	24
3.7 ARDUINO UNO	25
3.8 SENSOR DE VAZÃO	25
3.9 MINI BOMBA DE ÁGUA	26
3.9.1 Tipos	26
3.10 MÓDULO RELÉ	28
3.11 DISPLAY	29
3.12 JUMPERS	29
3.13 BUZZER PASSIVO 5V	30
3.14 PROTOBOARD	30
3.15 SENSOR ULTRASÔNICO HC-SR04	31
3.16 CAPACITOR DE POLIÉSTER	32
3.17 CIRCUITO SNUBBER	32
3.18 CHAVE TÁCTIL PUSH BUTTON	33
3.19 DIODOS EMISSORES DE LUZ DIFUSOR	34
3.20 MÓDULO PONTE H	34
3.21 RUÍDOS ELÉTRICOS	35
3.22 FONTE DE ALIMENTAÇÃO	37
3.23 RESISTOR	37
4 METODOLOGIA	38
4.1 TIPO DE PESQUISA	38
4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES	38
4.2.1 Arduino Uno	38
4.2.2 Sensor de Vazão	39
4.2.3 Mini Bomba de Água	39
4.2.4 Módulo Relé	39
4.2.5 Jumpers para Arduino Uno	39
4.2.6 Display	39

4.2.7 Buzzer Passivo 5V	40
4.2.8 Protoboard	40
4.2.9 Sensor ultrassônico	40
4.2.10 LED difusor	40
4.2.11 Chave táctil push-botton NA	40
4.2.12 Capacitor de poliéster	41
4.2.13 Módulo ponte H	41
4.2.14 Resistores	41
4.2.15 Fonte de alimentação	42
4.3 ESQUEMA ELÉTRICO	42
4.4 FUNCIONAMENTO DO GUARDIÃO AQUÁTICO	43
4.5 PRINCIPAIS FUNÇÕES DO CÓDIGO DA PROGRAMAÇÃO	44
4.5.1 FlowSensorInterrupt (Interrupção do Sensor de Fluxo)	44
4.5.2 Void Setup	45
4.5.3 Void loop	46
4.5.3.1 Leitura do botão com debounce	46
4.5.3.2 Medição da distância com sensor ultrassônico	47
4.5.3.3 Cálculo da taxa de fluxo	47
4.5.3.4 Atualização do display LCD	48
4.5.4.5 Verificação de condição crítica	48
4.5.3.6 Envio de informações ao monitor serial	49
5 PROGRAMAÇÃO	50
6 CRONOGRAMA	54
7 RECURSOS	56
8 RESULTADOS E DESAFIOS ENCONTRADOS	58
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

A segurança em piscinas tem se tornado uma preocupação cada vez mais relevante, especialmente diante do crescimento do número de instalações residenciais e comerciais. Com o aumento das temperaturas e da busca por lazer em casa, o uso de piscinas se popularizou em diversas regiões do país. No entanto, esse crescimento vem acompanhado de uma elevação do número de acidentes, o que reforça a necessidade de atenção e de medidas preventivas voltadas à proteção dos usuários.

No Brasil, a Associação Nacional das Empresas e Profissionais de Piscinas (ANAPP,2022) estima que existam mais de 3,2 milhões de piscinas instaladas, número que coloca o país na segunda posição mundial, atrás dos Estados Unidos. Esse dado demonstra não apenas a dimensão do mercado, mas também a responsabilidade em garantir que essas estruturas sejam seguras e que os riscos de acidentes sejam minimizados.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático (SOBRASA, 2023), cerca de 49% dos óbitos por afogamento ocorrem em piscinas residenciais, seguidos por clubes e academias (10%) e escolas (7%). Crianças entre 4 e 12 anos estão entre as principais vítimas, mesmo aquelas que sabem nadar, pois muitas vezes são surpreendidas por situações de sucção nas entradas de filtragem. Ainda que os afogamentos em piscinas representem apenas 3,5% do total de óbitos por afogamento no Brasil, a gravidade e a frequência desses casos tornam o tema uma questão urgente de segurança.

Entre os fatores que contribuem para esses acidentes, destaca-se o sistema de filtragem, responsável por manter a qualidade da água, mas que também pode representar perigo. Em situações de falha ou ausência de dispositivos de segurança, o cabelo ou partes do corpo do usuário podem ser presos pela força de sucção do filtro, resultando em lesões graves ou até fatais. Essa realidade evidencia a importância de desenvolver soluções tecnológicas que possam monitorar o funcionamento do sistema e interromper automaticamente o motor em caso de anormalidades.

Diante desse cenário, torna-se essencial investir em projetos voltados à segurança aquática e à automação de sistemas de filtragem. A aplicação de sensores

e dispositivos eletrônicos capazes de detectar situações anormais e acionar mecanismos de proteção pode representar um avanço significativo na prevenção de acidentes. Assim, o desenvolvimento de sistemas de segurança automáticos contribui não apenas para a preservação da vida, mas também para a conscientização sobre o uso responsável e seguro das piscinas.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Desenvolver um mecanismo eletrônico capaz de interromper o fluxo de água passante no sistema, quando ocorrer acidentes decorrentes da sucção de cabelos em sistemas de filtragem de piscinas, sendo possível disponibilizá-lo para o público de forma contendo o melhor desempenho possível em um valor acessível.

1.2 PROBLEMA

É possível desenvolver um dispositivo acessível com capacidade de prevenção principalmente de acidentes possivelmente fatais causados pela aspiração de cabelos longos em filtros de piscinas, simultaneamente, monitorando agitação e vazão anormal da água?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um dispositivo que seja capaz de reduzir os danos futuros ocasionados por afogamentos por sucção de cabelos no filtro de piscinas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Compreender as causas de afogamentos de sucção por filtros de piscinas para o entendimento de como fornecer uma solução alternativa útil.
- Buscar componentes que permitam a realização da construção do protótipo futuramente conforme um orçamento admissível.

- Analisar o desempenho e a vitalidade do sistema proposto quanto à segurança, custo e aplicabilidade nas piscinas residenciais e comerciais.

1.4 JUSTIFICATIVA

De acordo com a Sobrasa (Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático) em 2021, aconteceram mais afogamentos de crianças que sabem nadar do que aquelas que não possuem tal conhecimento, o que ocorre devido a incidentes com o filtro, e em 49% dos casos, ocorrem em piscinas residenciais. Aponta-se, também, que é uma das principais causas de óbito no Brasil, tanto de crianças quanto de jovens conforme informado no boletim de afogados de 2021.

Diante dessa realidade, surge a necessidade de uma alternativa eficiente, segura e acessível, capaz de proporcionar proteção sem exigir grandes investimentos ou modificações estruturais. Nesse contexto que o Guardião Aquático se insere, apresentando-se como um sistema eletrônico inovador, que realiza o monitoramento contínuo da entrada do sistema de filtragem através de sensor ultrasônico, que ao detectar uma anomalia se aproximando além do padrão de segurança aciona um alarme sonoro e o desligamento automático.

Todavia, o protótipo providenciará mais um meio de proteção para usuários de piscina, principalmente crianças com cabelos longos, pois pertencem ao grupo mais suscetível aos acidentes mencionados, que remete ao seu comportamento ingênuo referente ao cuidados com comprimento do cabelo, logo uma atenção especial para que sejam evitados acidentes mais graves causados por conta da sucção do filtro da piscina. A instalação do sistema pretende prover um ambiente mais seguro, dando aos usuários maior tranquilidade ao uso da piscina.

2 ESTADO DA ARTE

A tabela abaixo e os itens a seguir demonstram uma relação com outros dispositivos e dissertações existentes que se encaixam ao tema de pesquisa e proposta de dispositivo, o que comprova a originalidade e consta que houve de fato um embasamento teórico no trabalho:

Tabela 1 - Estado da Arte

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
Acidente com bomba de sucção é principal causa de mortes de crianças que sabem nadar	Corpo de bombeiros militar da Bahia	2021
Sistema anti sucção e segurança	Light Tech	2024
A prevalência de acidentes domésticos de afogamento na infância entre 05 e 10 anos.	Patricia Rivelyly Silva de Oliveira Meneses, Marcus Vinicius Portilho Vieira, Denise Soares de Alcântara, Kim Aurélio Oliveira, Naiana Mota Buges, Geisa dos Santos Maciel Costa, Saulo de Franca Quixabeira	2024

Fonte: os autores (2024)

2.1 ACIDENTE COM BOMBA DE SUCÇÃO É PRINCIPAL CAUSA DE MORTES DE CRIANÇAS QUE SABEM NADAR

No artigo publicado no site dos bombeiros militares, é mencionado um relacionado incidente com sucção do cabelo no ralo, no artigo fala sobre a importância de cuidados com esse tipo de acidente. Segundo um boletim de 2021 feito pela SOBRASA relata que 49% dos acidentes envolvendo afogamentos de crianças são por sucção do ralo, ressaltando o risco e a importância de um mecanismo de segurança nas piscinas.

2.2 SISTEMA ANTI SUCÇÃO E SEGURANÇA

O Light Tech possui um mecanismo de funcionamento similar ao sistema apresentado nessa pesquisa, porém com um acréscimo de um botão de emergência e um alarme sonoro que são comprados separadamente, o funcionamento da bomba volta ao normal ao ser rearmado manualmente. Seu custo pode variar de acordo com o tipo de piscina em que o orçamento é realizado, em média de 1.000 á 5.000 reais podendo ultrapassar esse preço.

2.3 A PREVALÊNCIA DE ACIDENTES DOMÉSTICOS DE AFOGAMENTO NA INFÂNCIA ENTRE 05 E 10 ANOS

O periódico explora os fatores das causas do afogamento infantil, logo aponta que a maioria delas sobrevivem conforme os dados analíticos, cujo varia a intensidade da gravidade do acidente relativo ao grau de deficiência de cuidados dos guardiões da criança como efeito algumas sequelas dos mais diversos âmbitos tais como psicológico, físico e principalmente no quesito do padrão respiratório afetam de forma negativa as mesmas, inclusive os cuidadores em questão do atingimento da saúde mental, bem como impactar sua autoestima. O que reforça a importância de proteger as crianças devido ao impacto que provocam não somente a si mesmas, como também aqueles que se preocupam com elas.

2.4 GUARDIÃO AQUÁTICO - SISTEMA ELETRÔNICO DE SEGURANÇA PARA FILTROS DE PISCINA COM SUPERVISÃO ULTRASSÔNICA E MONITORAMENTO DA MOTOBOMBA POR VARIAÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL

Nos últimos anos, o mercado de instalações de piscinas residenciais tem crescido significativamente, impulsionado pelo aumento das temperaturas devido ao aquecimento global e pela valorização de imóveis que possuem esse tipo de estrutura. Em contrapartida, também se intensificaram os casos de acidentes provocados pela sucção do sistema de filtragem, especialmente envolvendo crianças, o que tem despertado grande preocupação quanto à segurança em ambientes aquáticos.

Diversos estudos e dispositivos já foram desenvolvidos com o intuito de minimizar esses riscos, como tampas anti-aprisionamento, válvulas de alívio de vácuo e sensores de fluxo. Contudo, a maioria dessas soluções apresenta alto custo ou demanda manutenção complexa, dificultando sua implementação em piscinas residenciais e de uso coletivo de menor porte.

Assim, o objetivo deste projeto é garantir o bem-estar e a segurança dos usuários, reduzindo significativamente o risco de acidentes por sucção em piscinas. Seu diferencial está no baixo custo e na facilidade de instalação, o que o torna uma solução viável para a maior parte dos consumidores. Dessa forma, o Guardião Aquático busca facilitar o acesso à segurança em piscinas, reforçando a importância de tecnologias preventivas voltadas à preservação da vida.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 TIPOS DE FILTROS

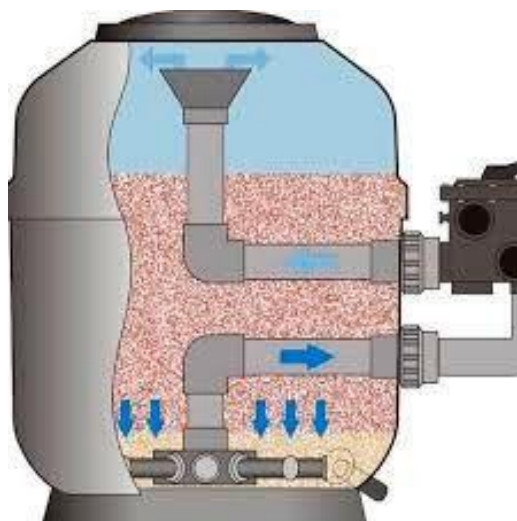
Existem, basicamente, dois modelos diferentes de filtros de piscina mais comuns no Brasil. Mas ambos possuem a mesma finalidade, que é de filtrar a água, separando os contaminantes. O que difere um tipo de filtro do outro é o material de fabricação e o meio de filtração (HTR, 2020).

O que se refere quanto aos filtros de areia ou cartucho; atribuído as vantagens, respectivamente, a praticidade e noutro ao seu valor econômico e eficiência. Entretanto, o que justifica tal usabilidade em grande escala se deve ao fator relacionado ao seu funcionamento, o filtro de areia apresenta mais funções para atingir um resultado próximo da excelência, também denotando a presença de um funcionamento mais complexo do que o filtro de cartucho que é modesto.

3.1.1 Filtro de Areia

É composto por areia de sílica, geralmente o predileto dos consumidores pela limpeza eficiente. Pode passar por várias etapas de purificação pelo motobomba.

Figura 1 - Filtro de areia e vetores de fluxo de água



Fonte: Shopnet Piscinas (2024)

3.1.2 Filtro de Cartucho

Também denominado como filtro de pano, é um conjunto de cédulas de tecido com determinado espaçamento padrão entre si, comumente acoplado com motobomba de apenas duas funções bem básicas, tais como: drenagem e filtragem.

Figura 2 - Filtro de pano

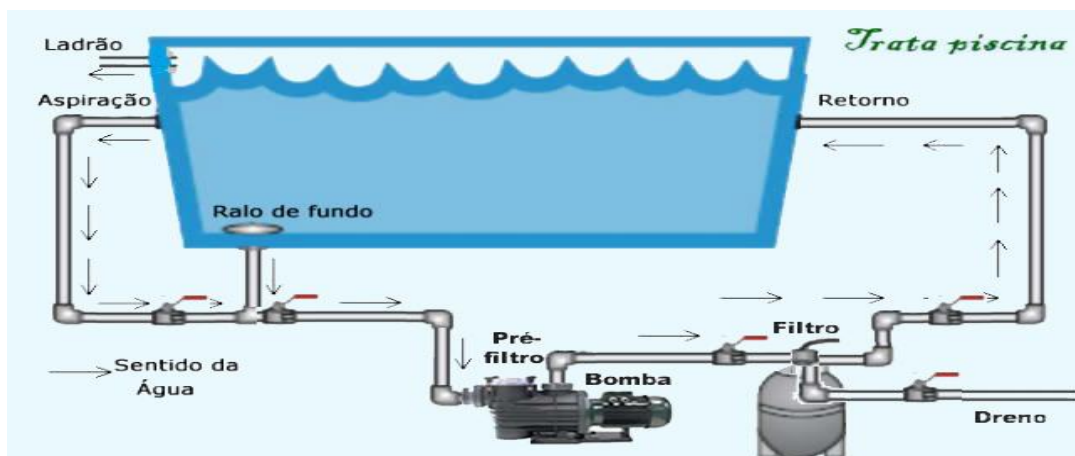


Fonte: Agropesc (2024)

3.2 PRINCÍPIO DO SISTEMA HIDRÁULICO DE PISCINAS

O processo de filtragem básico compreende a entrada da água junto de resíduos grosseiros e microscópios num componente alcunhado por skimmer; abertura que encaminha o fluido para a bomba, e no ralo se houver, geralmente somente em piscinas de grande porte. Em seguida, aquele líquido que foi sugado ultrapassa o meio filtrante encerrando o ciclo da purificação somente por volta de determinado horário relativo ao volume de água total expelida de volta.

Figura 3 - Sistema hidráulico simples e vetores de drenagem



Fonte: Trata piscinas (2013)

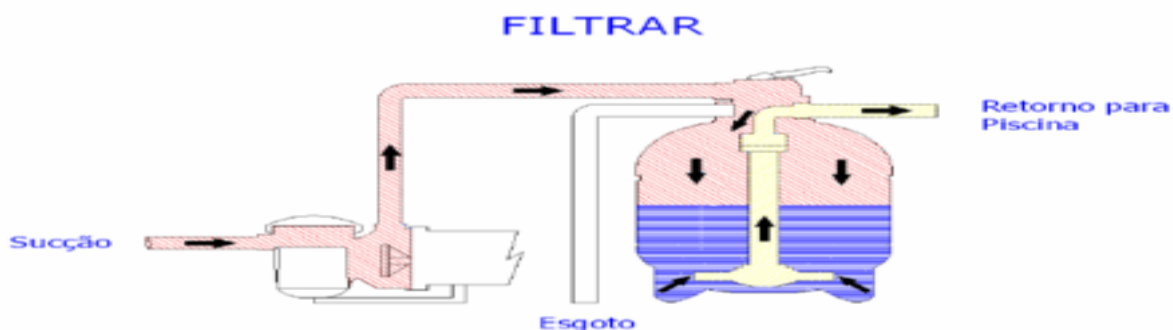
3.3 PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM PISCINAS POR FILTRO DE AREIA

O motobomba adequado para executar suas funções específicas com areia de sílica, possuem válvulas para trocar o modo de operação, cujo são:

3.3.1 Filtragem

Responsável da retenção de impurezas pela areia, em que o meio aquoso entra pelo cano do skimmer, logo, da bomba direciona para a válvula que precede a entrada do filtro, assim, preenche seu compartimento com o líquido enquanto está havendo a absorção pelo substrato que percorrerem as crepinas sob a mesma.

Figura 4 - Fluxo da operação de filtrar

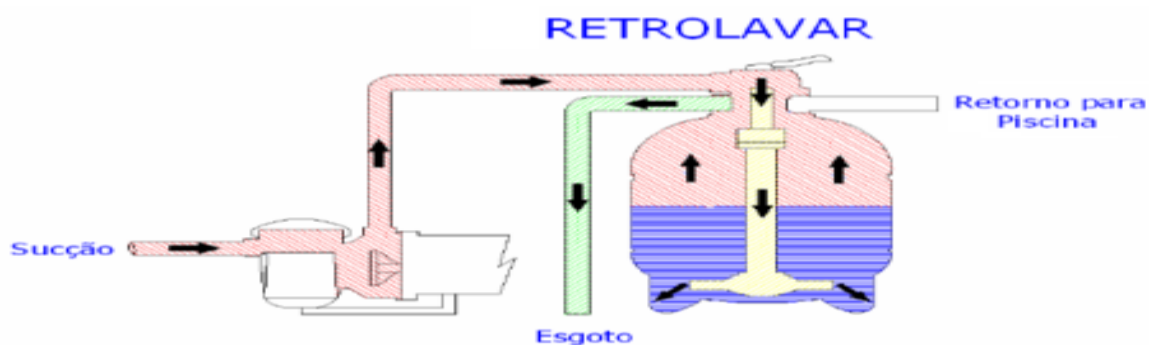


Fonte: Ouro fino (2014)

3.3.2 Retrolavagem

Opção de retirar a sujeira concentrada no sedimento por intermédio da queda da vazão na tubulação pelo filtro encaminhada para a válvula que desvia para o esgoto.

Figura 5 - Fluxo de operação de retrolavar

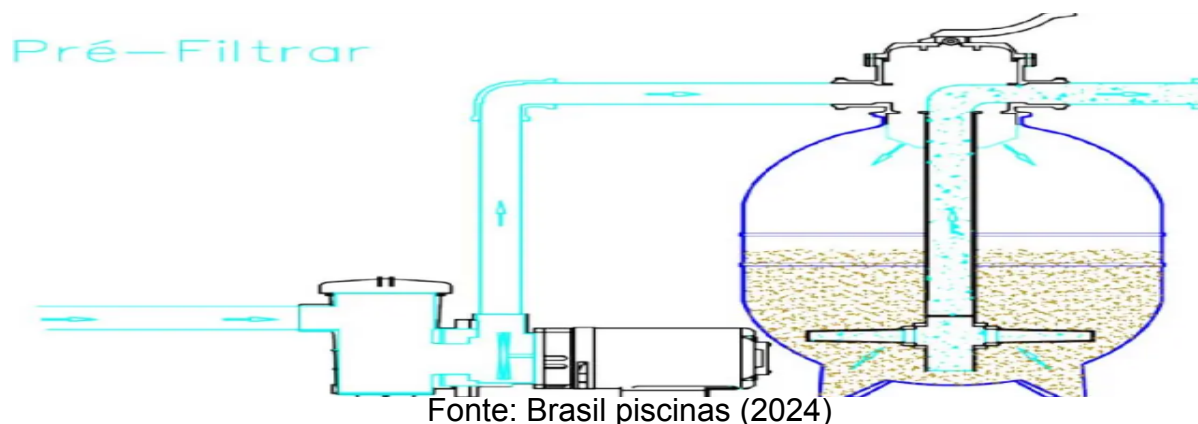


Fonte: Ouro fino (2014)

3.3.3 Pré Filtragem

Método de limpeza que inclui a eliminação de pequenas impurezas do filtro para prevenção de seu retorno ao fluido, constando a liberação do fluxo da água para atingir o meio arenoso, respectivamente, o transporte dos resíduos em direção ao dreno. Extremamente recomendável acionar este modo depois da retrolavagem para visar a qualidade da ação do filtro; cumpri sua função com eficiência.

Figura 6 - Fluxo de operação de pré filtrar

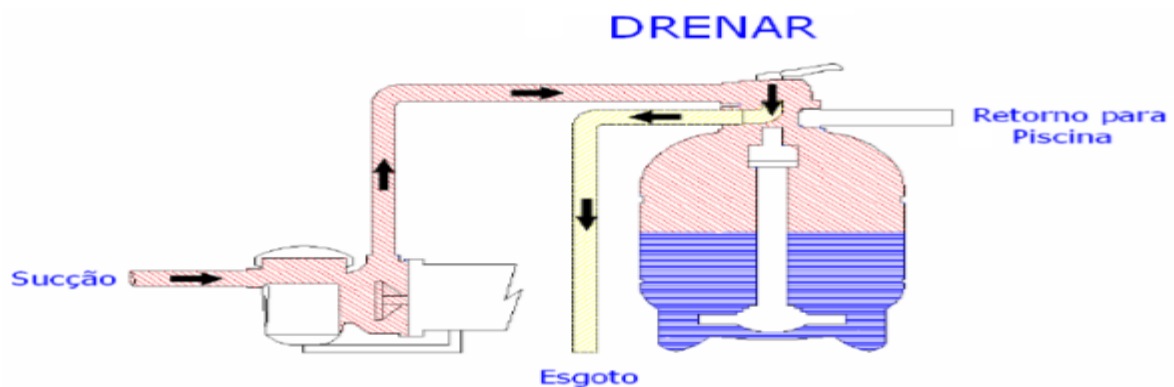


Fonte: Brasil piscinas (2024)

3.3.4 Drenagem

Ocasiona o esvaziamento da piscina quando a válvula altera o percurso padrão do sistema, o que faz passar pelo dreno ao invés das crepinas, cujo escoar é externamente por este orifício.

Figura 7 - Fluxo de operação de drenar



Fonte: Ouro fino (2014)

3.3.5 Recirculação

O fluido cruza os tubos sem ter contato com o elemento filtrante, ou seja, notável apenas aspiração e sucção nesta etapa; serve para misturar os produtos químicos por questões de limpeza.

Figura 8 - Fluxo de operação de recircular



Fonte: Ouro fino (2014)

3.3.6 Fechamento

Há o impedimento do sistema de circulação da água pela seção de bloqueio do registro.

3.4 COMPORTAMENTO INFANTIL

De acordo com Hillesheim e Guareschi (2007,p.83) estabelecem a infância no âmbito da psicologia do desenvolvimento uma fase que encontra-se o indivíduo que absorve as informações remetidas como quaisquer fonte de saber,ou seja o comportamento da criança reproduz dos seus zeladores e daqueles que estão no entorno ao percorrer do o avanço do tempo. Outra característica que voltada ao assunto trata-se da desenvoltura da capacidade psicomotora; o ambiente e a movimentação no espaço influencia no seu pensamento e se aprimora a compostura estrutural muscular e óssea no que diz na fisiologia.

Inseridos nessa temática, merecem especial atenção os locais que permitem o contato da criança com uma natureza cada vez mais distante do seu dia-a-dia, pois, em áreas urbanas, fatores como o adensamento excessivo e aumento da inquietação social com a segurança, têm representado a gradativa redução dos espaços para lazer nas habitações unifamiliares e na cidade como um todo (Fernandes; Elali, 2008, p.42)

3.5 ACIDENTES

Segundo José Sérgio Marcondes (2022), acidente é qualquer acontecimento casual, inesperado e não planejado, que cause danos às pessoas, edifícios, instalações, materiais, equipamentos ou ao meio ambiente.

Eles vão desde acidentes simples como tropeçar e acabar se lesionando levemente, ou até mesmo uma batida grave entre um carro e um caminhão, podendo ocasionar em sérios ferimentos permanentes ou até mesmo à óbito. Existem infinitas possibilidades de tipos e gravidades e estão presentes na rotina de todos, dificilmente são evitados.

3.6 AFOGAMENTOS

O Afogamento é definido como a submersão em um meio líquido, resultando em dificuldade respiratória ou asfixia. É um tipo de trauma em que ocorre aspiração de líquido não corporal, por meio de submersão ou imersão (Sanar, 2019).

Ao se afogar, a pessoa entra em um quadro de asfixia, pois o pulmão é enchido de líquido, ocorrendo uma interrupção de oxigênio do sangue e da eliminação do gás carbônico, que se acumula no organismo. Podemos chamar de quase afogamento a situação que acontece quando a pessoa se afogou, mas conseguiu ser ressuscitada pelo serviço de emergência. Outro caso é quando a pessoa não morre pela aspiração da água, mas vem a óbito devido a problemas relacionados à aspiração de líquido ou a infecções adquiridas, chamado de afogamento secundário ou tardio.

Uma das principais causas de afogamentos em piscinas são por conta da sucção de cabelos em filtros e ralos de piscinas, o que pode causar a morte ou até sequelas, infecção de doenças transmissíveis e intoxicação de produtos químicos pelo consumo da água da piscina, entre outros.

Entre as consequências da submersão aquática excessiva estão as lesões físicas e sequelas neurológicas desencadeadas por insuficiência respiratória no tecido cerebral.

A morte das células pode causar danos cerebrais, que variam de leves a graves. Os danos mais leves incluem falta de atenção, problemas de memória e coordenação motora. Os danos mais graves podem incluir coma, convulsões e morte cerebral (Businari, 2023).

No Brasil, os afogamentos são a segunda maior causa de morte e a sétima hospitalização por motivos acidentais entre crianças com idade de zero a 14 anos.

Em 2018, 866 pessoas dessa faixa etária morreram vítimas de afogamento, o que representa uma média de 2,3 óbitos por dia (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018).

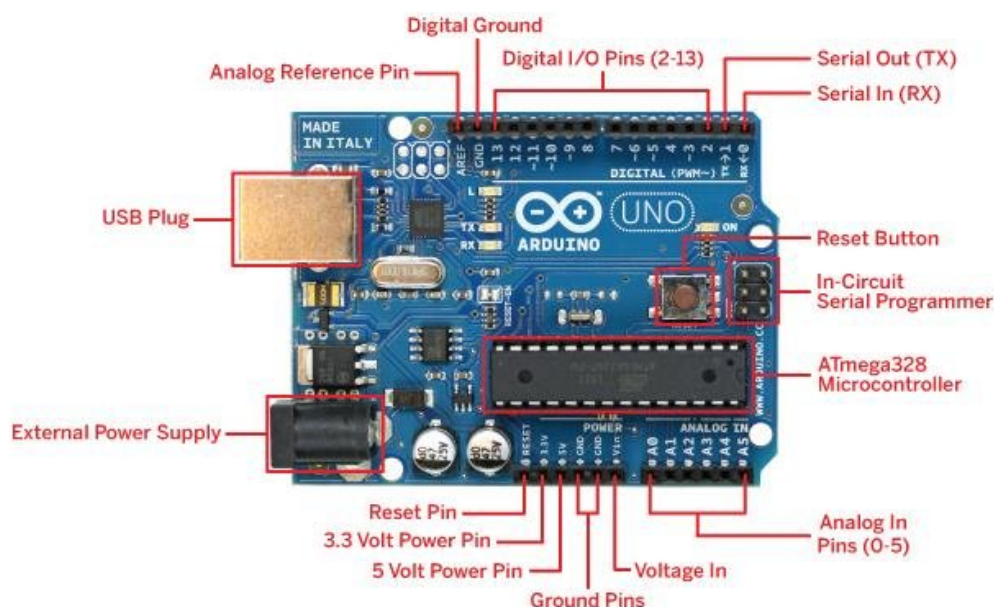
Em 2020, 5.818 brasileiros morreram afogados. Estima-se que os incidentes não fatais cheguem a mais de 100.000, A cada uma hora e meia, um brasileiro morre afogado. As piscinas e os banhos em casa são responsáveis por 3% de todos os casos de óbito por afogamento, mas atingem predominantemente 55% a faixa etária de 1 a 9 anos de idade (SOBRASA, 2020).

Afogamento não é acidente, não acontece por acaso, tem prevenção, e esta é a melhor forma de tratamento (Szpilman, 2005).

3.7 ARDUINO UNO

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto que facilita o desenvolvimento de projetos de hardware e software. Consiste em uma placa de circuito impresso com um microcontrolador, que pode ser programado para realizar diversas funções.

Figura 9 - Arduino Uno



Fonte: ResearchGate (2016)

3.8 SENSOR DE VAZÃO

É um dispositivo usado para monitorar a passagem de água que passa por uma tubulação em um determinado tempo, pode registrar data e hora das medições feitas. Ele funciona como um sensor eletromecânico em que sua função é transformar a posição em sinal elétrico digital, o que gera um pulso digital na saída enquanto a água sai pelo cano.

Figura 10 - Sensor de vazão



Fonte: Casa da Robótica (2024)

3.9 MINI BOMBA DE ÁGUA

Dispositivo compacto projetado para fornecer água em sistemas que possuem um potência baixa, sendo utilizado entre 3 a 6 volts. São usadas em sistemas de drenagem, irrigação, essas bombas transferem líquidos por meio de sucção ou pressão.

Figura 11 - Mini bomba d'água



Fonte: Mercado Livre (2024)

3.9.1 TIPOS

- Bombas Inox que são mais resistentes à corrosão, sendo comumente usadas em locais que tenham contato com a água do mar.

Figura 12 - Bomba Inox



Fonte: Montana Ferramentas (2024)

- Centrífugas costumeiramente encontradas em irrigações e abastecimentos públicos, sua característica é seu funcionamento em grandes volumes de água.

Figura 13 - Bomba centrífuga



Fonte: Brasil bombas, 2024

- Autoaspirantes seu funcionamento é eficiente mesmo abaixo do nível da água, são úteis em lugares com fontes de baixo nível.

Figura 14 - Bomba Autoaspirante



Fonte: Leomar bombas (2024)

- Periféricas ou também conhecidas como palhetas, mais utilizadas em aquecimento e pressurização de água, sendo necessário uma alta pressão.

Figura 15 - Bomba Periférica



Fonte: Bortolotto eletro (2024)

3.10 MÓDULO RELÉ

São componentes elétricos muito utilizados em automação residencial e industrial. É um interruptor mecânico que funciona por meio de uma aplicação de uma baixa tensão na bobina. Eles funcionam como interruptores que controlam outros dispositivos de alta potência, como lâmpadas. Tal componente é capaz de funcionar

com altas tensões e correntes, mesmo tendo um formato compacto. Sendo assim, para seu funcionamento é necessário apenas uma quantidade pequena de energia, para que possam ser controladas cargas com uma maior energia.

Figura 16 - Módulo relé

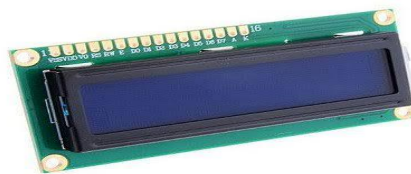


Fonte: Mercado Livre (2024)

3.11 DISPLAY

Um display (ou mostrador, em português) é um dispositivo para a apresentação de informação, de modo visual ou tátil, adquirida, armazenada ou transmitida sob várias formas (Mamute eletrônica, 2024).

Figura 17 - Display



Fonte: Eletrogate (2024)

3.12 JUMPERS

Jumpers, também conhecidos como jumpers de ligação ou cabo jumpers, são pequenos pedaços de fio condutor utilizados em eletrônica e engenharia de

prototipagem para estabelecer conexões entre pontos em uma placa de circuito impresso (PCB) ou em um protoboard (Maker hero, 2024).

Figura 18 - 40 Jumpers coloridos machos e fêmeas



Fonte: Arduino official store (2024)

3.13 BUZZER PASSIVO 5V

É um componente muito utilizado na eletrônica, é baseado no efeito piezoelétrico, em sua estrutura há uma célula piezoelétrica que vibra de acordo com o sinal aplicado em seus terminais, produzindo o som (Autocore robótica, 2024).

Figura 19 - Buzzer passivo



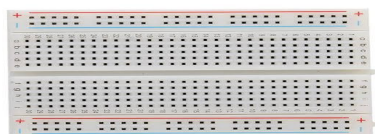
Fonte: Autocore robótica (2024)

3.14 PROTOBOARD

O protoboard, também conhecido como placa de ensaio ou breadboard, é uma ferramenta usada para construir e testar circuitos eletrônicos temporários sem a necessidade de soldar componentes. Ele possui uma estrutura com furos organizados em linhas e colunas, onde é possível encaixar componentes eletrônicos (como

resistores, LEDs, capacitores, transistores, entre outros) e conectá-los usando fios. As fileiras e colunas internas são interligadas para facilitar a montagem do circuito.

Figura 20 – Protoboard

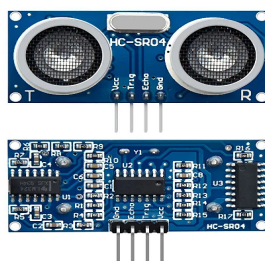


Fonte: Marino story (2024)

3.15 SENSOR ULTRASÔNICO HC-SR04

Este tipo de transdutor permite estabelecer parâmetros de distância por emissão (trigger) pelo transmissor e rebatimento (echo) no receptor de ondas ultrassônicas por obstáculos entre um espaço limitante de medição de 2 centímetros a 4 metros, com precisão de 3 milímetros. Em sua estrutura estão disponíveis 4 terminais de conexão: Vcc, Trigger, Echo e GND. A comunicação de comando consiste em um processo de conversão de pulsos analógicos provocados por feixes sonoros em digitais por um microcontrolador, como nos níveis lógicos HIGH ou LOW equivalentes respectivamente a linguagem binária 1 e 0.

Figura 21 - Sensor de distância ultrassônico HC-SR04



Fonte: Arducore (2025)

3.16 CAPACITOR DE POLIÉSTER

Um capacitor poliéster possui algumas propriedades especiais, assim como aqueles fabricados por outros tipos de materiais, porém o princípio de funcionamento permanece o mesmo para esta categoria de componentes. Capacitores são componentes eletrônicos **passivos** que **armazenam e liberam carga elétrica** de forma temporária em um circuito. Eles consistem em **dois condutores separados por um material isolante**, chamado dielétrico (Guse, Rosane, 2024)

As suas peculiaridades constituem-se em duas placas condutoras que encontram-se entre uma camada fina de poliéster que atua como dielétrico. Este elemento traz alta isolação na inibição do deslocamento das cargas enquanto a peça está sem alimentação da fonte, em outras palavras, permitindo a conservação da energia elétrica de modo eficiente. Todavia, como outras características a não polaridade, uma menor sensibilidade às mudanças de temperatura e baixa absorção de umidade, mantendo sua integridade de armazenamento de cargas e funcionamento adequado sem riscos de falhas em locais úmidos.

Figura 22 - Capacitor poliester metalizado 1 μ F 250V



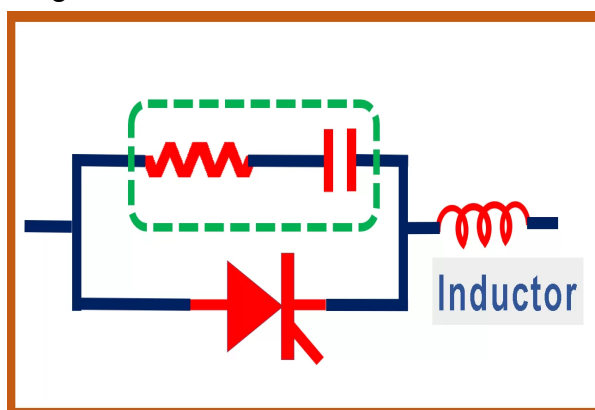
Fonte: Ryndack Componentes (2025)

3.17 CIRCUITO SNUBBER

Esse tipo de circuito geralmente constitui-se por um resistor mais um capacitor ou indutor (a escolha depende dos efeitos requeridos para o pleno funcionamento de um arranjo elétrico específico) em série. No uso de um snubber comum (classe RC), composto por um capacitor e um resistor, sua aplicabilidade

principal reside na neutralização dos surtos de tensão elétrica elevada em um pequeno intervalo que ocorre na comutação de uma carga. Estes transientes tanto podem causar interferências como forçar o dispositivo de comutação, chegando a causar sua queima. Snubbers também são utilizados para proteger contatos de relé absorvendo a energia gerada na comutação de cargas indutivas (NEWTON C. BRAGA, [s.d.]).

Figura 23 - circuito snubber com indutor



Fonte: G K agrawal (2025)

3.18 CHAVE TÁCTIL PUSH BUTTON

Esta chave é um tipo de interruptor pulsador (conduz somente quando está pressionado), dessa forma ao ser pressionado ele abre ou fecha os contatos do dispositivo. (ELETRODEX, 2025)

Figura 24 - chave táctil push button 6 x 6 x 4,3 mm



Fonte: Maker Hero (2025)

3.19 DIODO EMISSOR DE LUZ DIFUSOR

No geral, LEDs são dispositivos semicondutores transmissores de iluminação visível em condições que recebem determinada faixa de corrente elétrica. Seus terminais são denominados de anodo e catodo, representando respectivamente os potenciais positivo e negativo. Esta classe específica de diodos possibilita a visualização ampliada e uniforme da luz em unidade única por intermediário do invólucro, recorrente em painéis de sinalização em pequeno alcance.

Figura 25 - LED 5mm alto brilho 3V



Fonte: Rill Eletronics (2025)

3.20 MÓDULO PONTE H

A Ponte H é um circuito fundamental na eletrônica de potência, essencialmente utilizado para controlar o sentido da corrente e a polaridade da tensão em uma carga. Seu nome deriva da representação gráfica de seus componentes, que formam a letra "H". O circuito é tipicamente composto por quatro chaves semicondutoras, como transistores MOSFETs ou BJTs, que funcionam como interruptores controláveis.

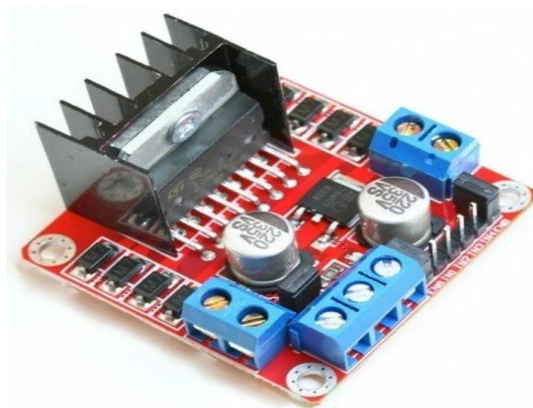
A carga, que na maioria das vezes é um motor de corrente contínua (DC), é conectada na parte central, que é a "ponte" do H. O funcionamento baseia-se no acionamento coordenado das chaves em pares diagonais: para a rotação em um sentido, as chaves diagonalmente opostas (por exemplo, a superior esquerda e a inferior direita) são fechadas, direcionando a corrente através da carga em uma direção específica. Para a inversão da rotação, o primeiro par é aberto e o segundo par diagonal (superior direita e inferior esquerda) é fechado, invertendo a polaridade da tensão e o fluxo da corrente, fazendo o motor girar no sentido oposto.

É crucial notar que os pares de chaves do mesmo lado nunca devem ser fechados simultaneamente, pois isso causaria um curto-circuito direto na fonte de alimentação, um fenômeno perigoso chamado shoot-through. Além de controlar a direção, a Ponte H é frequentemente usada em conjunto com a técnica de Modulação por Largura de Pulso (PWM).

Ao ligar e desligar as chaves rapidamente e variar o ciclo de trabalho, é possível controlar a tensão média aplicada ao motor, permitindo o controle suave e eficiente da sua velocidade. A principal utilidade da Ponte H é, portanto, permitir o controle bidirecional de dispositivos DC. Isso a torna indispensável em robótica e mecatrônica, sendo o componente padrão para movimentar rodas e braços robóticos, além de ser usada no controle de motores de passo.

Em sistemas de potência, é a topologia básica para a construção de inversores (conversão de DC para AC) e conversores DC-DC, sendo vital em fontes chaveadas e inversores para energia solar ou veículos elétricos, bem como para o controle dinâmico e preciso de atuadores na automação industrial.

Figura 26 – Ponte H dupla L298N



Fonte: Eletrogate (2025)

3.21 RUÍDOS ELÉTRICOS

O Ruído Elétrico é um fenômeno definido como qualquer sinal elétrico de natureza indesejada, amorfa e aleatória que se sobrepõe ao sinal elétrico útil (tensão e corrente) em um sistema ou circuito. Ele atua como uma interferência, uma anomalia ou discrepância que obscurece o conteúdo informativo do sinal original e, consequentemente, prejudica o desempenho dos equipamentos. As fontes geradoras

de ruído elétrico são diversas e podem ser classificadas em externas ou internas. As fontes externas, frequentemente chamadas de Interferência Eletromagnética (EMI), incluem o chaveamento de grandes cargas indutivas, como motores e transformadores, que geram transientes de alta energia.

Dispositivos eletrônicos de comutação de potência, como inversores de frequência e fontes chaveadas, também contribuem significativamente ao gerar harmônicos e ruídos de alta frequência. Adicionalmente, descargas atmosféricas, arcos elétricos e ruídos de rádio frequência (provenientes de telecomunicações) são fontes ambientais comuns. Por outro lado, as fontes internas são intrínsecas ao próprio circuito e à instalação. Entre elas, destaca-se o ruído térmico (ou ruído branco), gerado pelo movimento aleatório dos elétrons em condutores. Problemas de aterramento, como a existência de "laços de terra", criam caminhos para correntes parasitas, e o acoplamento indutivo ou capacitivo entre cabos mal dispostos também introduzem ruído.

A presença desse ruído elétrico acarreta severas consequências para a operação e longevidade dos sistemas. A principal é a degradação da Qualidade do Sinal, uma vez que o ruído reduz a Relação Sinal-Ruído (SNR), dificultando a interpretação correta da informação em sistemas de comunicação e medição. Isso pode levar a mau funcionamento e falhas em equipamentos sensíveis, como sistemas microprocessados e instrumentos de precisão, resultando em erros de processamento ou leituras incorretas. Em circuitos digitais, o ruído causa instabilidade e comutação indesejada. A longo prazo, picos de tensão e transientes associados ao ruído de alta energia podem levar ao envelhecimento precoce e danos aos componentes semicondutores. Além disso, a geração excessiva de ruído por um equipamento compromete a Compatibilidade Eletromagnética (EMC), afetando o funcionamento de outros dispositivos adjacentes.

Para mitigar esses problemas, a gestão eficaz do ruído envolve técnicas como o uso de blindagem e aterramento adequado de baixa impedância, a aplicação de filtragem (com filtros passa-baixa e bobinas de modo comum e diferencial) para suprimir o ruído, e o isolamento elétrico. A correta separação física entre cabos de potência e cabos de sinal também é fundamental para prevenir o acoplamento de interferências.

3.22 FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Este acessório age como um mini conversor de tensão alternada (por convenção em 100V - 240V) em tensão contínua (12V, normalmente) com alta eficiência; sem necessidade de consumo significativo de energia elétrica. Possui proteção contra curto-circuito, sobrecarga e sobretensão, oferecendo segurança para seus dispositivos e instalações (Atacado Combinado, 2025)

Figura 27 – Fonte 12V 1A Bivolt

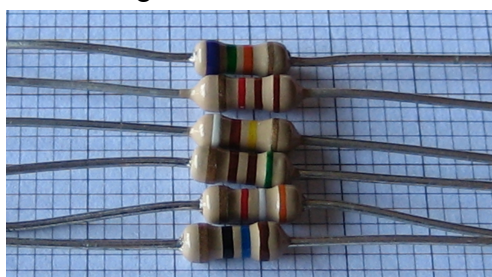


Fonte: Eletrogate (2025)

3.23 RESISTOR

Peça elétrica ou eletrônica dissipadora de calor (efeito Joule), isto é por redução da energia cinética por colisão dos elétrons transformando-se em forma de energia térmica com intuito de delimitação de corrente elétrica ou na provocação de aquecimento intencional. Existem variedades de modelos em escalas de resistência diferentes baseadas em usos nos circuitos de grande ou pequeno porte relativos às variáveis de intensidade da tensão e corrente.

Figura 28 – Resistor



Fonte: Wikipédia (2012)

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

Para a elaboração deste trabalho acadêmico, houve uma pesquisa exploratória: na expectativa de desenvolver uma solução mais eficiente por intermédio de um protótipo, foi essencial a busca por trabalhos que retratam o tema de forma leiga para fins de compreensão e entendimento geral acerca da maneira que ocorrem os afogamentos por aspiração de cabelos longos em filtros de piscinas residenciais e quem está mais propenso a tornar-se uma vítima.

Quanto a abordagem utilizou-se a quali-quantitativa, ou seja, dados quantitativos e uma complementação com referências descritivas, tanto no âmbito de números de casos deste tipo de afogamento quanto informações relacionadas ao assunto em pauta para demonstrar o ponto principal: por que é algo problemático e qual é a pretensão de solução. Os materiais utilizados em questão vão de TCCs, artigos de sites, alguns periódicos e revistas eletrônicas científicas, e, em suma, houve uma análise dos componentes necessários de acordo com a fundamentação teórica extraída na web e dos valores das mesmas. Outro realce se deve ao aplicativo da web denominado como: Tinkercard, utilizado para a projeção do esquema elétrico do protótipo.

4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES

4.2.1 Arduino Uno

O Arduino Uno é uma placa de prototipagem eletrônica amplamente usada e de fácil acesso. Sua utilidade reside no controle e na interação com componentes eletrônicos como motores, LEDs, displays e sensores. Este material será usado para mandar e receber sinais de comunicação de acordo com as instruções previamente elaboradas em seu devido sistema operacional, logo interagindo com as unidades que compõem a cadeia elétrica por completo de forma independente.

4.2.2 Sensor de Vazão

Um dispositivo responsável pelo monitoramento da passagem de fluido líquido que passa por um ponto específico em um sistema ao longo do tempo. Sua função principal reside na realização de registros da taxa de fluxo do fluido.

4.2.3 Mini Bomba de Água

Amplamente utilizado em sistemas de drenagens, sua função central é provocar a movimentação de pequenas quantidades de água em um recipiente diminuto.

4.2.4 Módulo Relé

Permite o controle de dispositivos de alta potência com sinais de baixa corrente. Logo fornece isolamento elétrico entre os circuitos de controle e os de potência, protegendo o sistema e facilitando a automação da mini bomba da água. Uma espécie de chave eletrônica responsável pelas manobras de todo circuito.

4.2.5 Jumpers para Arduino Uno

Conectores necessários nas interligações dos componentes eletrônicos ao Arduino Uno, assim possibilitando a execução dos comandos para cada peça.

4.2.6 Display

Este visor eletrônico indica numericamente e algebricamente a alteração da vazão registrada pelo detector de vazão (em litros/minutos) e variação de nível por sensor ultrassônico (em centímetros). Para fins de verificação durante testes do protótipo para constatações de possíveis aprimoramentos necessários ou acompanhamento de desempenho durante o funcionamento. Ademais, as informações disponibilizadas sobre a variação de fluxo na interface foram projetadas sob o objetivo de auxílio durante a verificação da necessidade de limpeza no filtro.

4.2.7 Buzzer Passivo 5V

Um alerta sonoro que sinaliza quando houver movimentação brusca em dada faixa de altitude diante dos drenos, ou seja suposta agitação por afogamento causado por aprisionamento capilar, agindo em resposta ao sinal eletrônico da placa programável em relação ao sensor ultrassônico.

4.2.8 Protoboard

O protoboard serve como uma plataforma de montagem temporária para os componentes do circuito, facilitando a interligação entre o Arduino, o sensor de vazão e ultrassônico, o módulo relé e o buzzer passivo. Permite que os componentes estejam conectados de maneira organizada, possibilitando ajustes rápidos e testes no sistema antes da montagem final.

4.2.9 Sensor ultrassônico

Componente eletrônico dedicado a possíveis identificações de agitações anormais em meio aquático por transmissão e retorno de feixes sonoros entre uma faixa de altura pré estabelecida na programação. Trabalha com envio de sinal analógico a placa de prototipagem para comando digital e indireto do módulo relé de controle intermediário da mini moto bomba.

4.2.10 LED difusor

Indicador visual da ativação automática do sistema de segurança para acompanhamento da amostra de funcionamento em tempo real, como um recurso de substituição de inesperado apito intermitente indesejável e imparável por meios comuns.

4.2.11 Chave tátil push-button NA

Pequeno botão pulsador de contato normalmente aberto que age como interruptor de posições fixas na alimentação do módulo relé, apesar de não conter

trava. Esta ação pode ser explicada como uma causa provocada pela programação que definiu seu trabalho como de um botão com retenção; disponibiliza as alternativas de acionamento e desativação do circuito eletrônico conforme a vontade do usuário.

4.2.12 Capacitor de poliéster

A parte integrante mais importante no circuito snubber que exerce a funcionalidade de amenização do impacto negativo dos surtos de tensão elétrica após comutação de carga indutiva (motor) por meio da impedância capacitiva durante o processo de desacionamento completo.

4.2.13 Módulo ponte H

A ponte H foi integrada ao sistema para auxiliar no controle da motobomba, funcionando como intermediária entre o Arduino e o motor. permitindo que o microcontrolador acione e interrompa o funcionamento do motor de forma controlada e segura, sem sobrecarregar os pinos de saída do Arduino. Durante a operação normal, o sensor ultrassônico envia sinais contínuos ao Arduino, que, por meio da ponte H, mantém o motor em funcionamento.

Caso o sensor detecte uma aproximação anormal — indicando possível risco de sucção — o Arduino envia o comando de desligamento, e a ponte H interrompe imediatamente o fornecimento de corrente ao motor. Esse controle eletrônico complementa a atuação do relé, garantindo maior estabilidade e proteção ao circuito, além de contribuir para o desligamento automático e seguro do sistema.

4.2.14 Resistores

O resistor em série com o capacitor efetua a queda de tensão a fim de possibilitar a reação do outro elemento em seguida. Quanto ao resistor conectado ao LED do mesmo tipo de ligação ao anterior, dedica-se na limitação da passagem de corrente elétrica a próxima peça mencionada com intenção de assegurar uma operação normal e durabilidade.

4.2.15 Fonte de alimentação 12V

Acessório elétrico utilizado para fornecimento de energia elétrica em corrente contínua, necessário para o pleno funcionamento de todos os componentes eletrônicos que estão instalados neste arranjo elétrico.

4.3 ESQUEMA ELETRÔNICO

O dispositivo visa o aprimoramento na questão da segurança em piscinas, especialmente para usuários com cabelos longos, minimizando o risco de acidentes relacionados à sucção dos filtros submersos. Este sistema foi planejado para detectar variações principalmente na distância da água ao pico da estrutura, que podem indicar movimentações prováveis de potenciais riscos, e reagir automaticamente para prevenir acidentes.

O esquema elétrico apresenta como todos os componentes estão interligados para que o sistema funcione de forma integrada. O sensor ultrassônico é o principal responsável pelo monitoramento, medindo constantemente a distância entre a superfície da água e a estrutura fixa. Essas medições permitem identificar mudanças bruscas na altura da água, que podem representar o início de um acidente.

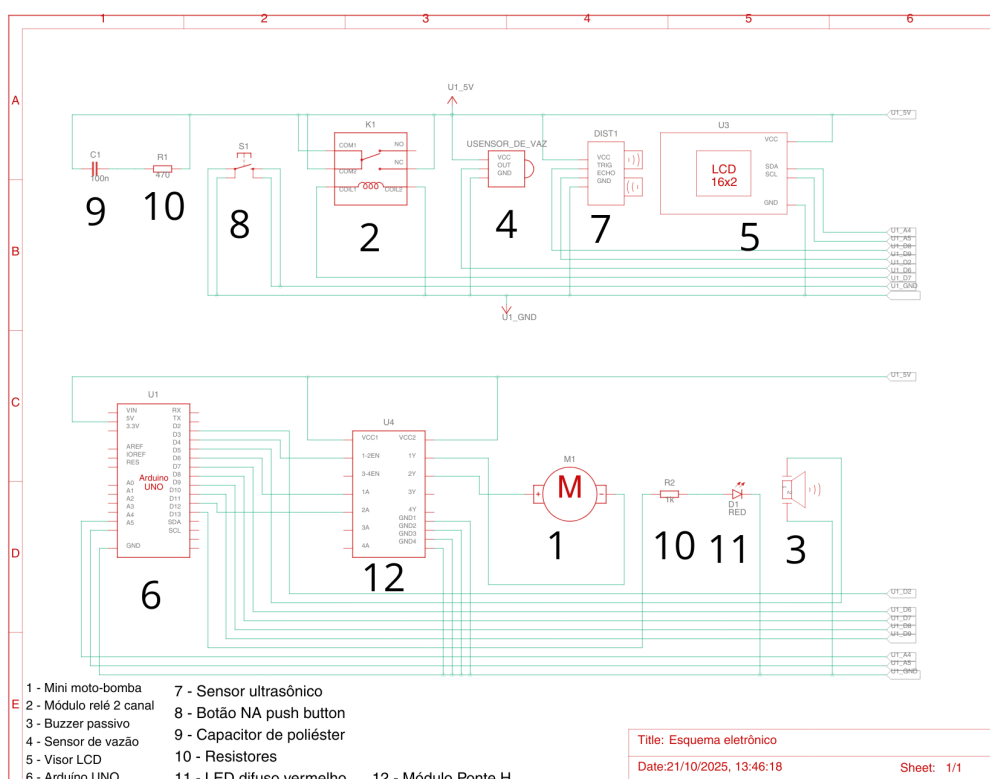
Já o sensor de vazão atua de forma complementar, servindo como um indicador do estado de limpeza do filtro. Ele monitora o fluxo de água que passa pelo sistema e, caso detecte uma redução significativa na vazão, isso pode indicar o acúmulo de sujeira ou a necessidade de manutenção do filtro. Dessa forma, além de contribuir para a segurança, o sensor também auxilia na conservação e eficiência do sistema de filtragem.

Todos os dados coletados pelos sensores são enviados ao Arduino, que é o “cérebro” do sistema. Ele processa as informações e decide o que fazer em cada situação. Quando o Arduino detecta algum comportamento fora do padrão, ele aciona o buzzer, que emite um som de alerta, e o LED vermelho, que acende para indicar o problema. Ao mesmo tempo, o relé é desativado, interrompendo o funcionamento da motobomba e parando o fluxo de água, o que ajuda a evitar o agravamento da situação.

O display LCD exibe as informações em tempo real, como as medições dos sensores e o estado do sistema, permitindo que o usuário acompanhe o

funcionamento. Além disso, há um pequeno circuito de proteção composto por um capacitor e um resistor, que ajuda a evitar picos de tensão gerados no momento em que o relé é desligado. Por fim, o botão de inicialização serve para ativar o sistema, enviando um sinal que permite ao Arduino começar o processo de monitoramento e controle de segurança da piscina.

Figura 29 - Esquema eletrônico



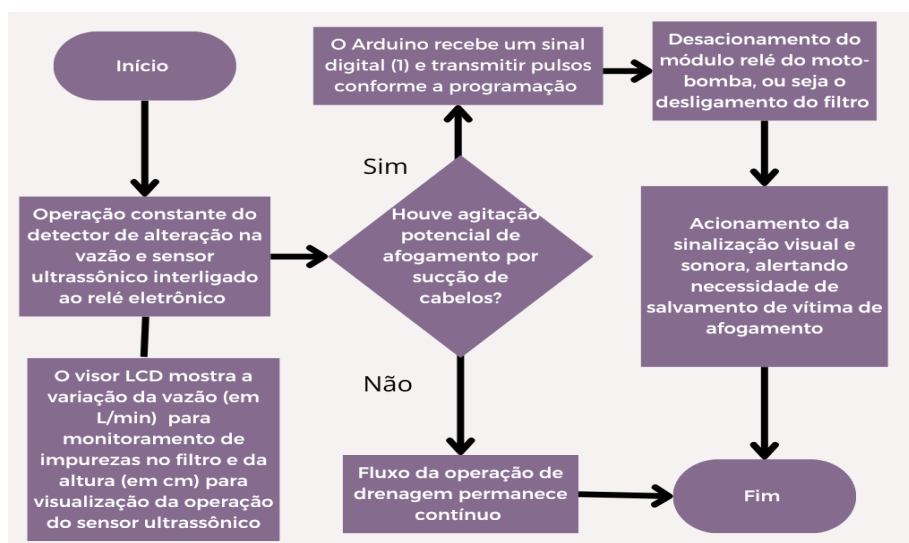
Fonte: os autores (2025)

4.4 FUNCIONAMENTO DO GUARDIÃO AQUÁTICO

O dispositivo é conectado à rede elétrica, fornecendo energia elétrica ao circuito da piscina normalmente. O filtro e o motor são ativados por botão junto com o sensor de vazão e ultrassônico, o arduino após ser energizado começa a executar sua programação. O sensor de fluxo analisa a todo instante a passagem de água enquanto o sensor ultrassônico verifica a mudança de nível. Na detecção de uma

alteração incomum de altura considerada como uma movimentação brusca de afogamento, um sinal lógico é transmitido conforme sua programação a placa inteligente que interrompe o moto-bomba respectivamente o filtro de areia com o módulo relé nestas situações, por conseguinte emitindo nível alto para os sinalizadores luminoso e sonoro, como consequência extra impõe bloqueio de segurança aguardando por desativação por push button. Simultaneamente e constantemente o display oferece monitoramento da vazão por questões de constatação do estado de carecimento de limpeza do filtro, também é possível visualizar a mudança de distância em sentido vertical.

Figura 30 - Fluxograma de Funcionamento



Fonte: os autores (2025)

4.5 PRINCIPAIS FUNÇÕES DO CÓDIGO DA PROGRAMAÇÃO

O código do projeto foi desenvolvido na linguagem C/C++, por meio da plataforma Arduino IDE, que é amplamente utilizada para programação de microcontroladores. O programa desenvolvido para o Arduino organiza o funcionamento do sistema em diferentes funções, cada uma com responsabilidades específicas.

4.5.1 Void FlowSensorInterrupt (Interrupção do Sensor de Fluxo)

Essa função é chamada automaticamente toda vez que o sensor de fluxo detecta a passagem de água. Cada pulso enviado pelo sensor representa um pequeno volume

de líquido. A função, de forma simples, apenas soma esses pulsos em uma variável chamada `flowPulseCount` (Contagem de Pulsos de Fluxo). Posteriormente, essa contagem é usada para calcular a vazão, ou seja, a quantidade de água que passa pelo sensor em determinado tempo.

Figura 31 – Leitor de pulsos do sensor de vazão

```
30 void flowSensorInterrupt() {  
31     flowPulseCount++;  
32 }  
33
```

Fonte: os autores (2025)

4.5.2 Void setup

A função `void setup()` é a responsável por preparar o sistema antes que ele entre em funcionamento contínuo. Ela é executada apenas uma vez, no momento em que o Arduino é ligado. Nesse estágio inicial, são configurados os pinos de entrada e saída que conectam os sensores e atuadores, é ativada a comunicação serial para enviar dados ao computador e o display LCD é inicializado para exibir informações ao usuário. Além disso, o estado inicial do relé, do LED e do buzzer é definido, garantindo que o sistema comece em condições seguras. Por fim, é registrada a interrupção que liga o sensor de fluxo à função `flowSensorInterrupt()`.

Figura 32 – código de inicialização do Arduino UNO

```
34 void setup() {  
35     Serial.begin(9600);  
36     pinMode(trigPin, OUTPUT);  
37     pinMode(echoPin, INPUT);  
38     pinMode(relayPin, OUTPUT);  
39     pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP);  
40     pinMode(flowSensorPin, INPUT);  
41     pinMode(ledPin, OUTPUT);  
42     pinMode(buzzerPin, OUTPUT);  
43  
44     digitalWrite(relayPin, HIGH);  
45     digitalWrite(ledPin, LOW);  
46     digitalWrite(buzzerPin, LOW);  
47  
48     attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(flowSensorPin), flowSensorInterrupt, RISING);  
49  
50     lcd.init();  
51     lcd.backlight();  
52     lcd.clear();  
53 }
```

Fonte: os autores (2025)

Figura 33 – determinação das variáveis dos pinos

```
5
6  const int trigPin = 8;
7  const int echoPin = 9;
8  const int relayPin = 6;
9  const int buttonPin = 7;
10 const int flowSensorPin = 2;
11 const int ledPin = 11;
12 const int buzzerPin = 12;
13
```

Fonte: os autores (2025)

4.5.3 Void loop

Diferente do void setup(), que roda apenas uma vez, o void loop() é executado repetidamente, atualizando os sensores, controlando os atuadores e tomando decisões em tempo real.

4.5.3.1 Leitura do botão com debounce

O botão é usado para ligar ou desligar o relé, que controla a bomba ou válvula. Para evitar leituras falsas causadas por pequenos ruídos elétricos, é utilizado o método de debounce, que garante que apenas um acionamento seja registrado por vez. Caso o sistema esteja bloqueado por segurança, o botão também serve para reativá-lo, desligando os alertas e religando o relé.

Figura 34 – código de processamento pulsante do botão

```
55 void loop() {  
56   // Botão com debounce  
57   bool buttonPressed = !digitalRead(buttonPin);  
58   if (buttonPressed && (millis() - lastButtonPress > debounceDelay)) {  
59     lastButtonPress = millis();  
60  
61     if (!lockout) {  
62       relayState = !relayState;  
63       digitalWrite(relayPin, relayState ? LOW : HIGH);  
64     } else {  
65       lockout = false;  
66       digitalWrite(ledPin, LOW);  
67       digitalWrite(buzzerPin, LOW);  
68       relayState = true;  
69       digitalWrite(relayPin, LOW);  
70     }  
71   }  
72 }
```

Fonte: os autores (2025)

4.5.3.2 Medição da distância com sensor ultrassônico

O sensor ultrassônico mede a distância até um objeto ou até a superfície de um líquido. Funciona emitindo um pulso sonoro e medindo o tempo que esse pulso leva para voltar. A partir desse tempo, o código calcula a distância em centímetros.

Figura 35 – Parâmetros de medição do nível

```
72  
73   // Medir distância  
74   digitalWrite(trigPin, LOW);  
75   delayMicroseconds(2);  
76   digitalWrite(trigPin, HIGH);  
77   delayMicroseconds(10);  
78   digitalWrite(trigPin, LOW);  
79  
80   long duration = pulseIn(echoPin, HIGH);  
81   float distance = duration * 0.034 / 2;  
82
```

Fonte: os autores (2025)

4.5.3.3 Cálculo da taxa de fluxo

A cada segundo, o código verifica quantos pulsos o sensor de fluxo registrou. Essa quantidade é então convertida para uma medida em litros por minuto, utilizando um fator de calibração do próprio sensor.

Figura 36 – comando de medição da vazão

```
83 // Medir vazão
84 if (millis() - lastFlowTime >= flowInterval) {
85     noInterrupts();
86     int pulseCount = flowPulseCount;
87     flowPulseCount = 0;
88     interrupts();
89
90     flowRate = pulseCount / 7.5;
91     lastFlowTime = millis();
92 }
```

Fonte: os autores (2025)

4.5.3.4 Atualização do display LCD

O display LCD mostra em tempo real os valores da vazão e da distância. Para que as informações apareçam de forma estável e sem “piscar”, a tela é atualizada a cada meio segundo.

Figura 37 – definição de operação do display

```
94 // Atualizar display suavemente
95 if (millis() - lastDisplayUpdate >= displayInterval) {
96     lastDisplayUpdate = millis();
97
98     lcd.setCursor(0, 0);
99     lcd.print("Vazao:      ");
100    lcd.setCursor(7, 0);
101    lcd.print(flowRate, 1);
102    lcd.print(" L/m");
103
104    lcd.setCursor(0, 1);
105    lcd.print("Dist:      ");
106    lcd.setCursor(6, 1);
107    lcd.print(distance, 1);
108    lcd.print(" cm");
109 }
```

Fonte: os autores (2025)

4.5.3.5 Verificação de condição crítica

Se a distância medida for menor que 2 cm, o sistema entende que existe uma situação de risco. Nesse caso, ele desliga imediatamente o relé fazendo sua função

relayState receber nível lógico baixo, aciona o LED e o buzzer como forma de alerta, e entra em estado de bloqueio. Esse bloqueio imposto pela função `lockout` impede que o sistema seja religado automaticamente, garantindo mais segurança, sendo necessário apertar o botão manualmente para restabelecer o funcionamento.

Figura 38 – código de análise da distância crítica

```
111 // Verificar distância crítica
112 if (distance < 2.0 && !lockout) {
113     digitalWrite(relayPin, HIGH);
114     digitalWrite(ledPin, HIGH);
115     digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
116     relayState = false;
117     lockout = true;
118 }
119
```

Fonte: os autores (2025)

4.5.3.6 Envio de informações ao monitor serial

Além de mostrar os dados no display LCD, o sistema também envia os valores de distância e vazão para o monitor serial. Isso permite acompanhar os parâmetros em tempo real diretamente pelo computador, recurso bastante útil durante testes e ajustes.

Figura 39 – programa do monitor serial

```
120 // Serial monitor
121 Serial.print("Distância: ");
122 Serial.print(distance);
123 Serial.println(" cm");
124
125 Serial.print("Vazão: ");
126 Serial.print(flowRate);
127 Serial.println(" L/min");
128 }
```

Fonte: os autores (2025)

5 PROGRAMAÇÃO

A seguir, é apresentada a programação desenvolvida para o funcionamento do sistema. O código foi elaborado de forma a integrar os componentes eletrônicos, permitindo a leitura dos sensores, o acionamento e desligamento do motor, além da emissão de alertas sonoros e visuais em situações de risco. Essa programação é fundamental para garantir o desempenho adequado e a segurança do dispositivo proposto:

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

const int trigPin = 8;
const int echoPin = 9;
const int relayPin = 6;
const int buttonPin = 7;
const int flowSensorPin = 2;
const int ledPin = 11;
const int buzzerPin = 12;

volatile int flowPulseCount = 0;
bool relayState = false;
bool lockout = false;

unsigned long lastButtonPress = 0;
const unsigned long debounceDelay = 150;

unsigned long lastFlowTime = 0;
const unsigned long flowInterval = 1000;
float flowRate = 0;

unsigned long lastDisplayUpdate = 0;
const unsigned long displayInterval = 500;
float lastDisplayedFlowRate = -1;
float lastDisplayedDistance = -1;

void flowSensorInterrupt() {
    flowPulseCount++;
}
```

```

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(relayPin, OUTPUT);
  pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP);
  pinMode(flowSensorPin, INPUT);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(buzzerPin, OUTPUT);

  digitalWrite(relayPin, HIGH);
  digitalWrite(ledPin, LOW);
  digitalWrite(buzzerPin, LOW);

  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(flowSensorPin), flowSensorInterrupt, RISING);

  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.clear();
}

void loop() {
  // Botão com debounce
  bool buttonPressed = !digitalRead(buttonPin);
  if (buttonPressed && (millis() - lastButtonPress > debounceDelay)) {
    lastButtonPress = millis();

    if (!lockout) {
      relayState = !relayState;
      digitalWrite(relayPin, relayState ? LOW : HIGH);
    } else {
      lockout = false;
      digitalWrite(ledPin, LOW);
      digitalWrite(buzzerPin, LOW);
      relayState = true;
      digitalWrite(relayPin, LOW);
    }
  }

  // Medir distância
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);

```

```

digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);

long duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
float distance = duration * 0.034 / 2;

// Medir vazão
if (millis() - lastFlowTime >= flowInterval) {
    noInterrupts();
    int pulseCount = flowPulseCount;
    flowPulseCount = 0;
    interrupts();

    flowRate = pulseCount / 7.5;
    lastFlowTime = millis();
}

// Atualizar display suavemente
if (millis() - lastDisplayUpdate >= displayInterval) {
    lastDisplayUpdate = millis();

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Vazao:   ");
    lcd.setCursor(7, 0);
    lcd.print(flowRate, 1);
    lcd.print(" L/m");

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Dist:   ");
    lcd.setCursor(6, 1);
    lcd.print(distance, 1);
    lcd.print(" cm");
}

// Verificar distância crítica
if (distance < 2.0 && !lockout) {
    digitalWrite(relayPin, HIGH);
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
    digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
    relayState = false;
    lockout = true;
}

```

```
// Serial monitor
Serial.print("Distância: ");
Serial.print(distance);
Serial.println(" cm");

Serial.print("Vazão: ");
Serial.print(flowRate);
Serial.println(" L/min");
}
```

6 CRONOGRAMA

Tabela 2 - Cronograma 2024

2024	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Escolha do tema	X								
Levantamento de literatura científica		X							
Introdução			X						
Tema		X							
Problema		X							
Objetivos		X							
Justificativa			X						
Estado da Arte					X				
Fundamentação teórica						X			
Metodologia						X			
Cronograma					X				
Recursos					X				
Resultados esperados ou parciais						X			
Referências						X			
Avaliação do CRC							X		
Produção do Banner								X	
26ª Exposchmidt									X

Fonte: os autores (2024)

Tabela 3 - cronograma 2025

2025	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Atualização do TCC	X	X							
Ajustes de montagem			X	X	X	X			
testes do protótipo							X		
Análise de dados			X						
Resultados				X					
Revisão de capítulos					X				
Avaliação do CRC						X			
Considerações finais							X		
Produção do banner								X	
27ª Exposchmidt									X

Fonte: os autores (2025)

7 RECURSOS

Tabela 4 - Custo dos materiais

Material	Valor unitário	Quantidade	Valor total	Frete	Fonte	Data
Placa Arduino Uno R3 (com 1 cabo USB) 3V-6V	40,92	1	40,92	13,63	Mercado livre	23/07/2024
Protoboard	10,90	1	10,90	15	Marino story	10/08/2024
Jumpers para Arduino Uno	0,45	40	18	Grátis	Loja centric	10/08/2024
Módulo Relé 1 canal com LEDs 5V	13,90	1	13,90	26,96	Master walker shop	23/07/2024
Sensor De Fluxo Vazão De Água Yf-s201 5V	39	1	39	13,63	Mercado livre	23/07/2024
Mini bomba de água submersível para Arduino 120l 3V-6V	17	1	17	24,50	Mercado livre	23/07/2024
Display	24	1	24	Grátis	Shopee	23/07/2024
Sensor ultrassônico hc-sr04 de distância para arduino	13,79	1	13,79	Grátis	Mercado livre	07/07/2025
Pote retangular 1,3l	Grátis	1	Grátis	Grátis	Doação	21/05/2025
Tubos transparentes 19cm	Grátis	2	Grátis	Grátis	Doação	21/05/2025
LED vermelho difuso 5mm	0,19	1	0,19	Grátis	Eletrogate	18/08/2025
Chave push button NA	1,55	1	1,55	5	Altana Tubes	18/08/2025
Capacitor de poliéster Metalizado 100nF	1,20	1	1,20	22,93	Achei Componentes eletrônicos	18/08/2025
Buzzer passivo 12V	9,42	1	9,42	Grátis	Shopee	18/08/2025

Resistor 470 Ω	9	1	9	Grátis	Mercado Livre	20/09/2025
Driver Ponte H L298n	18	1	18	Grátis	Shopee	17/10/2025
Fonte de Alimentação 12V	19,00	1	19,00	Grátis	Shopee	17/10/2025
Resistor 510 Ω	1,9	1	1,9	Grátis	Shopee	16/10/2025
Valor final: R\$ 854,42						

Fonte: os autores (2025)

8 RESULTADOS E DESAFIOS ENCONTRADOS

Houve o desenvolvimento do protótipo por volta do fim do ano de 2024, apontando muita estabilidade na leitura do display, isto é, indicando valores exorbitantes durante o monitoramento incompatível com a realidade da variação de fluxo atual que em consequência alavancou em falhas no funcionamento requerido do sistema de segurança. Outro problema consistiu na inversão de sentidos do fluxo de água dos tubos, ou seja, aconteceu uma incorreta instalação no motobomba com essas partes com a entrada e saída trocadas que ocasionaram bolhas de ar que atrapalhavam na medição durante a drenagem.

Diante disso, no ano letivo seguinte buscamos auxílio ao nosso orientador que consertou o processo de aspiração e retorno dos seus respectivos canos as entradas corretas do motor bomba, alguns meses depois novamente o procuramos cujo se propôs a corrigir o código e explicar o que estava acontecendo assim que conseguisse, porém no dia de reunião para retomar este assunto após a remontagem do circuito eletrônico para demonstrar que estava operando normalmente, repentinamente apresentou desempenho médio ao qual prosseguia repetindo os mesmos tipos de erros com a exceção que os números reduziram as imprecisões a uma escala menor, lembrando que a alteração continuava sendo irregular e independente da detecção em tempo real do escoamento.

Inicialmente a ideia principal era fundamentada em um sistema eletrônico de monitoramento da alteração na vazão no filtro de piscina com desacionamento automático de segurança automática do motobomba, sendo assim o detector de vazão que visionária uma possível aspiração de cabelos no dreno do filtro de areia, consequentemente, transmitindo sinais lógicos para acionamento dos dispositivos de alerta e sinais analógicos correspondentes aos valores identificados em seu sensor para o visor LCD que mostrava os dados somente em L/min.

Figura 40 - Antigo sistema eletrônico de supervisão direta do dreno



Fonte: os autores (2024)

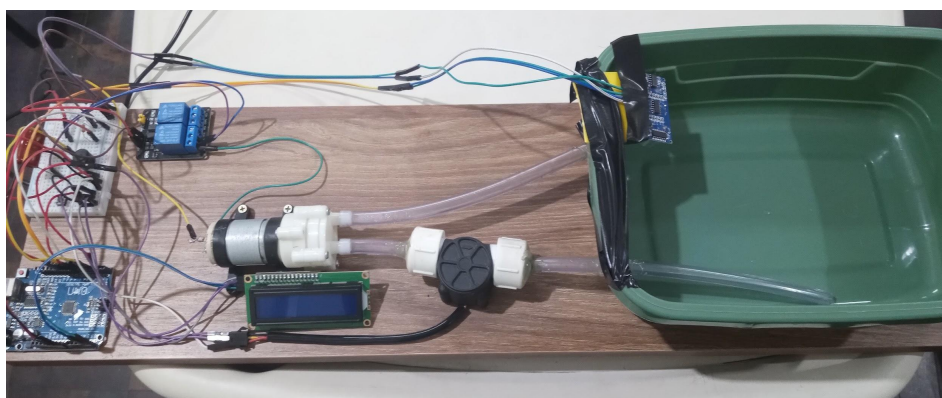
Então devido aos vários problemas que surgiram na utilização do sensor de fluxo como agente de constatação de aprisionamento de cabelo na abertura do canal de aspiração da água e a complexidade de compreensão das causas anormais de falhas de leitura deste dispositivo, chegou-se a um consenso que o uso de um sensor ultrassônico como substituto para atingir a função de segurança seria mais adequado. Sendo alojado e instalado diante do tubo responsável pela etapa final de drenagem.

Quanto ao quesito de monitoramento ocorria a verificação de altura (cm) e da variação de fluxo (L/min) ainda, continuamente anunciando essas informações atualizadas no mini painel. O sensor antigamente denominado como principal se manteve para não desfazer quase todo o conhecimento descrito neste material, aliás poderia servir para inspecionar a carência de limpeza ou manutenção no filtro, logo, o utilitário observaria esses sinais acompanhando a descrição da variante na tela LCD.

Após algumas tentativas de testes o novo sistema eletrônico exibiu outras falhas tais quais desacionamento inoportuno do módulo relé após um prazo temporal de aproximadamente 10 segundos e em certo momento observamos que conseguia funcionar o motor com apenas um potencial ou seja esteve conectado por um jumper somente quando desconectou o outro sem percebermos provavelmente acontecendo esse evento algumas semanas anteriores, apesar disso funcionava conforme o desejado porque havia resposta imediata de emergência em caso de agitação

anormal no meio aquático e os dados aparentavam estarem corretos com baixa tolerância de erro em ambas variáveis. Em contrapartida as medidas não puderam ser relevadas devido a baixa confiabilidade operacional proporcionada pelo desligamento irregular que podiam encaminhar para resultados errôneos. Por fim, pretende-se corrigir os ruídos elétricos com um módulo de ponte H e circuito snubber para impedir estragos na comutação da carga indutiva, ambas as situações ocasionadas pelo motor.

Figura 41 - Sistema eletrônico de segurança para filtros de piscina com supervisão ultrassônica e monitoramento da motobomba



Fonte: Os autores (2025)

Vale destacar que no decorrer destas experiências foi recorrido ao uso de cabelo artificial para a simulação de afogamento desta natureza para fins de conferência do desempenho do medidor, além disso anteriormente foi utilizado para a verificação da eficiência do sensor de vazão na detecção de ocorrência acidental.

Figura 42 - Boneca com cabelo sintético



Fonte: os autores (2025)

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente Trabalho de Conclusão de Curso, com o título "SISTEMA ELETRÔNICO DE MONITORAMENTO DA ALTERAÇÃO NA VAZÃO NO FILTRO DE PISCINA COM DESACIONAMENTO DE SEGURANÇA AUTOMÁTICO DO MOTOBOMBA", cumpriu integralmente seu objetivo de desenvolver uma solução eletrônica acessível e eficaz, destinada a mitigar os riscos de acidentes por sucção em piscinas e a otimizar a manutenção dos filtros.

O projeto, validou sua dupla funcionalidade essencial: o sensor ultrassônico foi estabelecido como o componente primário e crítico responsável pelo desacionamento imediato e automático da motobomba, atuando como a principal camada de segurança para a prevenção de acidentes graves por sucção (cabelos ou membros). Complementarmente, o sensor de vazão foi implementado com a função específica de monitoramento da saúde do filtro, verificando o fluxo de água para identificar a presença de sujeira, entupimento ou outras anomalias que comprometam o desempenho do equipamento, alertando o usuário sobre a necessidade de manutenção preventiva.

Em suma, o protótipo demonstrou oferecer uma proteção vital imediata através da supervisão ultrassônica, ao mesmo tempo que assegura a eficiência e longevidade do sistema de filtragem por meio do monitoramento da vazão. Dessa forma, o projeto se consolida como uma tecnologia robusta, viável e com potencial para contribuir significativamente para a redução de acidentes e para o uso mais seguro e consciente de piscinas no ambiente doméstico e recreativo.

REFERÊNCIAS

AGROPESC. Filtro de pano. [s.d]. Disponível em:
<https://www.agropesc.com.br/cartucho-filtro-piscina-bomba-filtrante-intex-refil-a-29000>.
Acesso em: 30 jul. 2024

AUTOCORE ROBÓTICA. Buzzer passivo. [s.d]. Disponível em:
<https://www.autocorerobotica.com.br/buzzer-passivo-5v#:~:text=O%20Buzzer%20Passivo%205V%20%C3%A9,seus%20terminais%2C%20produzindo%20o%20som>
Acesso em: 26 out. 2024

ARDUCORE. Sensor de distância ultrassônico HC-SR04. [s.d]. Disponível em:
<https://www.arducore.com.br/sensor-de-distancia-ultrassonico-hc-sr04>. Acesso em:
2 out. 2025

ARDUÍNO OFFICIAL STORE. 40 Jumpers coloridos macho e fêmea. [s.d]. Disponível em: <https://store.arduino.cc/products/40-colored-male-female-jumper-wires>.
Acesso em: 26 out. 2024

AQUASOL. Tampa de Proteção do Dispositivo de Aspiração para Piscinas. Disponível em:
<https://www.lojasaquasol.com.br/tampa-de-protecao-do-dispositivo-de-aspiracao-para-piscinas/p/125698?srltid=AfmBOooFaUtNifAasMbMOCnL90pggJXfWDMcv5BFwgKvdXWxq68QDRNG>. Acesso em: 9 set. 2024.

AGRAWAL, GK. Circuito snubber com indutor. [s.d]. Disponível em:
<https://www.gkagrawal.com/snubber-circuit/>. Acesso em: 9 out. 2025.

BAUMER. Funcionamento de sensores ultrassônicos. Baumer. Disponível em:
https://www.baumer.com/br/pt/service-support/modo-de-funcionamento/funcionamento-de-sensores-ultrassonicos/a/Know-how_Function_Ultrasonic-sensors#:~:text=Modo%20de%20funcionamento,-No%20sensor%20de&text=O%20transdutor%20envia%20um%20certo,e%20o%20sensor%20de%20proximidade. Acesso em: 02 out. 2025.

BASTOS, Neire de Oliveira Tobias de. Psicomotricidade na educação infantil. Instituto Federal Goiano, 2022. Disponível em:
<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2808>. Acesso em: 31 jul. 2024.

BELLA+. CORREIO DO POVO. Perigo no verão: 59% dos afogamentos de crianças ocorrem em piscinas. Brasil: BELLA+, 2024. Disponível em:
<https://bellamais.correiodopovo.com.br/relacionamentos/filhos/perigo-no-ver%C3%A3o-59-dos-afogamentos-de-crian%C3%A7as-ocorrem-em-piscinas-1.757167#:~:text=A%20cada%20uma%20hora%20e%20meia%2C%20um%20brasileiro,sabem%20nadar%2C%20se%20afogam%20pela%20suc%C3%A7%C3%A3o%20da%20bomba..>
Acesso em: 28 jul. 2024.

BUSINARI, Maurício. UOL. Cotidiano - “meu filho se afogou na casa onde eu trabalhava e vive em coma há 2 anos”, 21 set. 2023. Disponível em:

<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2023/09/21/meu-filho-se-afogou-na-piscina-ha-2-anos-e-sonho-que-ele-vai-acordar.htm>. Acesso em :3 nov. 2024.

BRASIL PISCINAS. Funções do Filtro da piscina. In: Brasil piscinas, [s.d] Disponível em: <https://brasilpiscinas.com.br/funcoes-do-filtro-da-piscina/>. Acesso em: 30 jul. 2024.

BRASIL PISCINAS. Imagem ilustrativa da operação de pré filtrar de um filtro de areia. Disponível em: <https://brasilpiscinas.com.br/funcoes-do-filtro-da-piscina/>. Acesso em: 31 jul. 2024.

CBM BAHIA. Acidente com bomba de sucção é principal causa de mortes de crianças que sabem nadar. Disponível em: <https://www.cbm.ba.gov.br/noticias/acidente-com-bomba-de-succao-e-principal-causa-de-mortes-de-criancas-que-sabem-nadar#:~:text=Segundo%20o%20Boletim%20de%20Afoamentos,p%C3%BAblico%20ocorrem%20em%20piscinas%20residenciais>. Acesso em: 23 jul. 2024.

CIBULSKI, GM; DAIKUHARA, GKF; LOPES, MÉ; ANDRETTO, NJ; GUERINO, GL Intervenções e técnicas de suporte a vida nos afogamentos: uma revisão narrativa. Revista Brasileira de Revisão de Saúde , [S. l.] , v. 1, pág. 468–478, 2023. DOI: 10.34119/bjhrv6n1-038. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/56088>. Acesso em: 7 maio.2024.

COMBINADO. Fonte 12 V 2 A bivolt. Disponível em: <https://www.combinado.com.br/fonte-12v-2a-bivolt>. Acesso em: 16 out. 2025.

CSB INDÚSTRIA. Circuito Snubber. Disponível em: <https://www.csbindustria.com.br/circuito-snubber>. Acesso em: 15 out. 2025.

DAVID SZPILMAN. SOBRASA. AFOGAMENTOS O que esta acontecendo?. Brasil: SOBRASA, 22. Disponível em: https://sobrasa.org/new_sobrasa/arquivos/baixar/AFOGAMENTOS_Boletim_Brasil_2022.pdf. Acesso em: 28 jul. 2024.

ELETROGATE. Display - Arduino e componentes eletrônicos. [s.d]. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/display>. Acesso em: 26 out. 2024

ELETROGATE. Fonte 12V 1A bivolt. [s.d]. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/fonte-12v-1a-bivolt>. Acesso em: 16 out. 2025.

ELETROGATE. Ponte H dupla L298N. [s.d]. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/ponte-h-dupla-l298n>. Acesso em: 16 out. 2025.

ELETRODEX. Chaves tácteis (push button). Disponível em: <https://www.eletrodex.net/montagem/chaves/tactil>. Acesso em: 12 out. 2025.

FARIA BOMBAS. FARIA BOMBAS. Fique em Alerta! Conheça Acidentes em Piscinas Mais Comuns. Rio de Janeiro: FARIA BOMBAS, 2024. Disponível em: <https://fariabombas.com.br/acidentes-em-piscinas/>. Acesso em: 28 jul. 2024.

FERNANDES, Odara de Sá; **ELALI**, Gleice Azambuja. Reflexões sobre o comportamento infantil em um pátio escolar: O que aprendemos observando as atividades das crianças. Paidéia, v. 18, n. 39, p. 41-52, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/paideia/a/BDV9m8H8RTQLkgS7y6vmM7b/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 31 jul. 2024.

GRUPO FOCUSNETWORKS. Como funciona o filtro da piscina? In: hth™ - Dicas e soluções para o tratamento de piscinas, 23 out. 2020. Disponível em: <https://blog.hth.com.br/como-funciona-o-filtro-da-piscina/>. Acesso em: 30 jul. 2024.

GUSE, Rosana. O que é capacitor: funcionamento, tipos e como identificar. MakerHero, 23 abr. 2024. Disponível em: <https://www.makerhero.com/guia/componentes-eletronicos/capacitor/>. Acesso em: 12 out. 2025.

GUSE, Rosana. O que é LED: funcionamento, tipos e como identificar. Makerhero, 23 abr. 2024. Disponível em: <https://www.makerhero.com/guia/componentes-eletronicos/led/>. Acesso em: 12 out. 2025.

HILLESHEIM, Betina; **GUARESCHI**, Neuza Maria de Fátima. De que infância nos fala a psicologia do desenvolvimento? Algumas reflexões. Revista do Programa de Estudos Pós- Graduação PUC-SP, São Paulo, v.25, p. 75-92, 2007. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/psicoeduca/article/view/43218>. Acesso em: 31 jul. 2024.

LIGHT TECH. Sistema antissucção para automação de piscina. Disponível em: <https://lighttech.com.br/automacao-para-piscina/sistema-antissuccao/>. Acesso em: 23 jul. 2024.

MAKER HERO. Jumpers - o que são, como funcionam e modelos - Makerhero. [s.d]. Disponível em: <https://www.makerhero.com/categoria/prototipagem/jumpers/>. Acesso em: 26 out. 2024

MAKERHERO. Chave tátil push button 6 x 6 x 4,3 mm. [s.d]. Disponível em: <https://www.makerhero.com/produto/chave-tactil-push-button/>. Acesso em: 9 out. 2025.

MAKERHERO. Capacitor poliéster. [s.d]. Disponível em: <https://www.makerhero.com/categoria/componentes-eletronicos/capacitores/capacitor-poliester/>. Acesso em: 12 out. 2025.

MAMUTE ELETRÔNICA. Componentes eletrônicos - displays. [s.d]. Disponível em: <https://www.mamuteeletronica.com.br/componentes-eletronicos/displays>. Acesso em: 26 out. 2024

MENESES, P. R. S. O. et al. A prevalência de acidentes domésticos de afogamento na infância entre 05 e 10 anos. Revista contemporânea. [S.l.] , v. 4, pág. 2871-2886, n. 1, 2024. Disponível em:

<https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/3117/2361>. Acesso em: 23 jul. 2024.

MARCONDES, José Sérgio. GESTÃO DE SEGURANÇA PRIVADA. O que é Acidente? Conceitos, Definições e Tipos de Acidentes. [S.I.]. Gestão de segurança privada, 2022. Disponível em: <https://gestaodesegurancaprivada.com.br/o-que-e-acidente-conceitos-definicoes-e-tipos/>. Acesso em: 3 ago. 2024.

MORAES, Caio. Como calcular um snubber RC em 8 passos simples. Eletrônica de Potência, 2025. Disponível em: <https://eletronicadepotencia.com/como-calcular-um-snubber-rc-em-8-passos-simples/>. Acesso em: 15 out. 2025.

NAUTILUS. Quais os tipos de filtro para piscina? Equipamentos Para Piscinas | Filtros e Bombas Nautilus, 14 jul. 2022. Disponível em: <https://nautilusbr.com/blog/filtro-para-piscina/>. Acesso em: 30 jul. 2024.

NEWTON C. BRAGA. Snubber (ALM1083). Disponível em: <https://www.newtoncbraga.com.br/almanaque-tecnologico/208-s/16002-snubber-alm1083.html>. Acesso em: 15 out. 2025.

OURO FINO. Filtros de piscina FBP: Manual de instalação, operação e manutenção M.I.C. 011, Rev. 02, março de 2014. Disponível em: <http://www.ourofino.com.br/>. Acesso em: 1 set. 2024.

QUEROBOLSA. Resistor — resumo de Física para o ENEM. Querobolsa, 29 dez. 2023. Disponível em: <https://querobolsa.com.br/enem/fisica/resistor>. Acesso em: 17 out. 2025.

REDAÇÃO SANAR. SANAR. Afogamento: definição, epidemiologia e fisiopatologia. [S.I.]. SANAR, 2019. Disponível em: <https://sanarmed.com/afogamento/>. Acesso em: 28 jul. 2024.

RILLSHOP. LED 5mm de alto brilho 3V. [s.d]. Disponível em: <https://www.rillshop.com/produtos/led-5mm-alto-brilho-3v/>. Acesso em: 9 out. 2025.

RYNDACK COMPONENTES. capacitor poliéster metalizado 1µF 250V. [s.d]. Disponível em: <https://www.ryndackcomponentes.com.br/capacitor-poliester-metalizado-1-f-250v-1uf-1u.html>. Acesso em: 9 out. 2025.

SHOPNETPISCINAS. Filtro de areia com vetores de fluxo da água. [s.d.]. Disponível em: <https://shopnetpiscinas.com.br/troca-de-areia-do-filtro>. Acesso em: 30 jul. 2024.

SOBRASA (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SALVAMENTO AQUÁTICO) [S.I.]: SOBRASA , [s.d]. Disponível em: <https://sobrasa.org/quem-somos/>. Acesso em: 6 mai. 2024.

TRATA PISCINA. Sistema hidráulico simples e vetores de drenagem. 2013.
Disponível em: <https://www.tratapiscina.com.br/piscinas/sistema-hidraulico/amp/>.
Acesso em: 9 set. 2024.

THOMSEN, Adilson. Sensor Ultrassônico HC-SR04 ao Arduino. MakerHero, 2011.
Disponível em:
https://www.makerhero.com/blog/sensor-ultrassonico-hc-sr04-ao-arduino/?srsltid=AfmBOor803AvGClitJ_K4BMDuW2ANTGetNlaoSNelyAK5E444N_1bhty. Acesso em: 04 out. 2025.

WIKIPÉDIA. Resistor. 2012. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Resistor>.
Acesso em: 16 out. 2025.