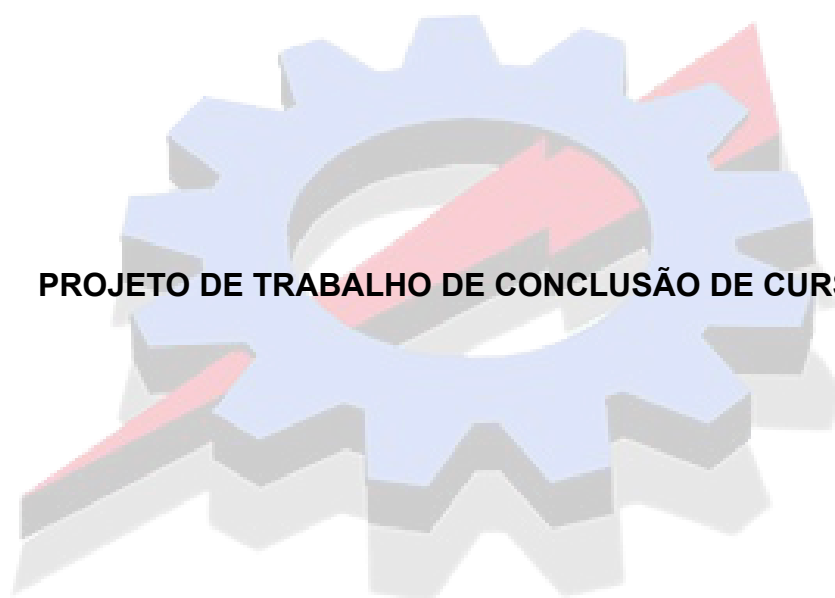


ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA



PROJETO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO TÉCNICO

DASP - DISPOSITIVO DE ALERTA PARA SEGURANÇA EM PISCINAS

**FELIPE FARIAS DORNELLES
LAURA VIEIRA DOS SANTOS
THOMAS LUKAN DA CONCEIÇÃO CASSEL**

SÃO LEOPOLDO

2025

FELIPE FARIAS DORNELLES
LAURA VIEIRA DOS SANTOS
THOMAS LUKAN DA CONCEIÇÃO CASSEL

DASP - DISPOSITIVO DE ALERTA PARA SEGURANÇA EM PISCINAS

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 da professora Ceris Diane Oliveira de Menezes e coorientação do professor Marcos Rogério dos Santos Barbosa.

SÃO LEOPOLDO

2025

RESUMO

O aumento da popularidade de piscinas residenciais tem trazido benefícios recreativos e de lazer para as residências, contudo também representam risco para a segurança de seus usuários, especialmente no que se refere ao afogamento. De acordo com dados de saúde pública, afogamentos são uma das principais causas de mortes acidentais de crianças e, em muitos casos, ocorrem em piscinas sem vigilância adequada ou sistemas de segurança eficazes. A criação deste dispositivo está fundamentada nas altas taxas de mortalidade e morbidade por afogamentos, demonstrando a necessidade urgente de soluções tecnológicas de fácil implementação e baixo custo. Sendo assim, o projeto visa desenvolver um dispositivo de segurança capaz de detectar a queda de pessoas e animais na piscina, emitindo alertas sonoros e luminosos, além de desligar automaticamente a bomba da piscina. Os testes iniciais no protótipo, através da conexão entre o acelerômetro conectado a um Arduino comprovam o funcionamento do dispositivo permitindo detectar a queda de corpos na água além de acionar imediatamente os alertas. A metodologia utilizada incluiu uma revisão bibliográfica sobre acidentes aquáticos e a definição de requisitos técnicos para o protótipo. Os resultados preliminares mostraram que o dispositivo é viável, proporcionando uma solução acessível para aumentar a segurança em piscinas residenciais, embora sejam necessários ajustes para otimizar seu funcionamento em longo prazo. Conclui-se que o protótipo pode contribuir significativamente para a redução de afogamentos e suas sequelas ocasionadas pelo tempo de submersão elevado, que complementado as medidas de supervisão ativa e outras práticas de segurança aquática contribui para minimizar o impacto devastador que tal tragédia causa nas vítimas, em seus familiares e na sociedade em geral.

Palavras-chave: segurança; piscinas residenciais; afogamento; dispositivo de segurança; crianças.

ABSTRACT

The increasing popularity of residential swimming pools has brought recreational and leisure benefits to households; however, it also poses safety risks for users, particularly concerning drowning incidents. According to public health data, drownings are among the leading causes of accidental deaths in children and, in many cases, occur in pools without adequate supervision or effective safety systems. The creation of this device is based on the high mortality and morbidity rates caused by drowning, demonstrating the urgent need for low-cost, easily implemented technological solutions. Therefore, the project aims to develop a safety device capable of detecting when people or animals fall into a pool, triggering sound and light alarms, and automatically shutting off the pool pump. Initial tests of the prototype, using a connection between an accelerometer and an Arduino, confirmed the device's functionality, allowing for the detection of bodies falling into the water and the immediate activation of alerts. The methodology included a literature review on aquatic accidents and the definition of technical requirements for the prototype. Preliminary results showed that the device is feasible, offering an affordable solution to enhance safety in residential pools, although further adjustments are needed to optimize its long-term performance. It is concluded that the prototype can significantly contribute to reducing drownings and their associated consequences caused by prolonged submersion. When complemented with active supervision and other aquatic safety practices, it can help minimize the devastating impact such tragedies have on victims, their families, and society as a whole.

Keywords: safety; residential pools; drowning; safety device; children.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Graus do Afogamento

Figura 2 – Mortalidade por afogamento no Brasil

Figura 3 – Percentual de mortes por afogamentos em piscinas residenciais por região no Brasil (1998 - 2022)

Figura 4 – Esquema de enchente, inundação e alagamento

Figura 5 – Linha do Tempo do Processo de Afogamento

Figura 6 – Programa Kin na Escola

Figura 7 – Seis Intervenções de Prevenção de Afogamento

Figura 8 – Bombeiro Militar Equipado

Figura 9 – Primeiros Socorros

Figura 10 – Cadeia de Sobrevivência no Afogamento

Figura 11 – Afogamento de Crianças em Piscinas e Residências

Figura 12 – Exemplos de Placas para Piscinas

Figura 13 – Colete, Espaguete e Bóia

Figura 14 – Placa de Aviso de Profundidade

Figura 15 – Placa arduino uno R3

Figura 16 – Acelerômetro E Giroscópio 3 eixos

Figura 17 – NRF24L01

Figura 18 – Módulo Relé

Figura 19 – Buzzer Passivo

Figura 20 – Fonte de Alimentação 9V

Figura 21 – Protoboard 400 Pontos

Figura 22 – LEDs

Figura 23 – Cabo Jumper

Figura 24 – Pilha Bateria 9V Recarregável

Figura 25 – Fluxograma de Funcionamento

Figura 26 – Esquema Elétrico Técnico

Figura 27 – Esquema Elétrico Simplificado

Figura 28 – Ligações

Figura 29 – Teste com a Chave Bóia

Figura 30 – Acelerômetro Operante/Acionado

Figura 31 – Teste de Inclinação para Alerta

Figura 32 – Teste de Inclinação para Alerta (Acionado)

Figura 33 – Produto Final Casa

Figura 34 – Produto final Piscina

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estado da arte

Tabela 2 – Ranking dos Países com Óbitos por Afogamento

Tabela 3 – Mortes por afogamento nas regiões do Brasil em 2016

Tabela 4 – Número de animais mortos

Tabela 5 – Quadro Geral dos Tipos de Afogamento

Tabela 6 – Cronograma

Tabela 7 – Recursos

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CID	Classificação Internacional de Doenças
RCP	Reanimação Cardiopulmonar
CBMERJ	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
NRF24L01	Módulo de transceptor wireless
LED	Light Emitting Diode
BPM	Batimentos por Minuto
SOBRASA	Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático

LISTA DE SÍMBOLOS

V – Volts

GHz – Gigahertz

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO	13
1.2 PROBLEMA	14
1.3 OBJETIVOS	14
1.3.1 Objetivo Geral	14
1.3.2 Objetivos Específicos	14
1.4 JUSTIFICATIVA	15
2 ESTADO DA ARTE	17
2.1 MECANISMO PARA A PREVENÇÃO DE ACIDENTES COM BOMBAS HIDRÁULICAS EM PISCINAS	17
2.2 SISTEMA DE DETECÇÃO DE CRIANÇAS EM SITUAÇÕES DE PERIGO EM PISCINAS USANDO DEEP LEARNING E IOT	18
2.3 TECNOLOGIA EDUCACIONAL SOBRE SEGURANÇA E PREVENÇÃO DE ACIDENTES EM CRIANÇAS MENORES DE UM ANO	18
2.4 DASP - DISPOSITIVO DE ALERTA PARA SEGURANÇA EM PISCINAS	19
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
3.1 AFOGAMENTO	20
3.2 QUADRO DE GRAUS DO AFOGAMENTO - NÍVEIS	20
3.2.1 Dificuldade de Respirar	20
3.2.2 Tosse	20
3.2.3 Pouca Espuma	21
3.2.4 Muita Espuma	21
3.2.5 Parada Respiratória	21
3.2.6 Parada Cardiorrespiratória	21
3.2.7 Morte Causada por Afogamento	22
3.3 AFOGAMENTO NO MUNDO	23
3.4 AFOGAMENTO NO BRASIL	24
3.5 AFOGAMENTO POR REGIÕES NO BRASIL	25
3.5.1 Região Norte	25
3.5.2 Região Nordeste	26
3.5.3 Região Sudeste	26
3.5.4 Região Centro-Oeste	26
3.5.5 Região Sul	27
3.6 AFOGAMENTO E DEFESA CIVIL	29
3.6.1 Alagamento	29
3.6.2 Enchente	29
3.6.3 Inundação	30
3.7 ÍNDICE DE AFOGAMENTO	31
3.7.1 Adultos	31

3.7.2 Adolescentes	32
3.7.3 Crianças	32
3.8 PROBLEMAS POR AFOGAMENTO	33
3.8.1 Trauma	33
3.8.2 Riscos de Lesões	33
3.8.3 Óbitos por Afogamento	34
3.9 TIPOS DE AFOGAMENTO - CID 10	35
3.9.1 Prevenção de Afogamento	36
3.9.2 Salvamento Aquático	37
3.9.3 Equipamentos Para Salvamento Aquático	37
3.9.4 Manobras de Reanimação	38
3.10 TIPOS E MODELOS DE PISCINAS	39
3.11 SEGURANÇA EM PISCINAS	40
3.11.1 Segurança Aquática	40
3.11.1.1 Cuidado e Atenção com Crianças	40
3.11.1.2 Aula de Natação	41
3.11.2 Barreira de Acesso	41
3.11.2.1 Cerca	42
3.11.2.2 Acesso Restrito - Identificação	42
3.11.2.3 Materiais Flutuantes	42
3.11.3 Segurança na Construção e Manutenção	43
3.11.3.1 Piso Antiderrapante e Borda com Proteção	43
3.11.3.2 Aviso de Profundidade	44
3.11.3.3 Ralo Anti-Sucção e Filtro de Aspiração	44
3.11.3.4 Área de Chuveiro para Banho	44
3.11.3.5 Câmera de Segurança	45
3.11.3.6 DASP - Dispositivo de Alerta para Segurança em Piscinas	45
3.12 DASP - DISPOSITIVO DE ALERTA PARA SEGURANÇA EM PISCINAS	45
3.12.1 Materiais Utilizados	46
3.12.1.1 Arduino Uno	46
3.12.1.2 Acelerômetro e Giroscópio	46
3.12.1.3 NRF24L01 Tranceptor Wireless	47
3.12.1.4 Módulo Relé	47
3.12.1.5 Buzzer	48
3.12.1.6 Fonte de Alimentação 9V	48
3.12.1.7 Protoboard	49
3.12.1.8 LED	49
3.12.1.9 Cabo Jumper	50
3.12.1.10 Bateria 9V Recarregável	50
4 METODOLOGIA	51
4.1 TIPO DE PESQUISA	51

4.1.1 Natureza	51
4.1.2 Objetivos	51
4.1.3 Abordagem do Problema	52
4.1.4 Procedimento	53
4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES	54
4.2.1 Arduino Uno	54
4.2.2 Acelerômetro e Giroscópio	54
4.2.3 NRF24L01	55
4.2.4 Relé	55
4.2.5 Buzzer	56
4.2.6 LEDs	56
4.2.7 Funcionalidades e o desempenho esperado do protótipo	56
4.2.8 Fluxograma	57
4.3 ESQUEMA ELÉTRICO	58
4.3.1 Esquema elétrico técnico	58
4.3.2 Esquema elétrico simplificado	58
4.4 ETAPAS DE MONTAGEM / TESTES REALIZADOS	59
4.4.1 Teste Com a Chave Bóia	59
4.4.2 Teste Com o Acelerômetro.	60
4.4.3 Teste em um Recipiente	60
4.5 PROTOTIPAGEM	61
4.5.1 Dispositivo Final Casa	61
4.5.2 Dispositivo Final Piscina	62
5 CRONOGRAMA	63
6 RECURSOS	64
7 RESULTADOS PARCIAIS	65
REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

As piscinas marcam presença na cultura mundial desde 2600 a.C. A primeira construção elaborada desse tipo foi provavelmente "Os Grandes Banhos de Mohenjo Daro", um antigo e planejado local de banho no Paquistão feito de tijolos e coberto por gesso. Esta impressionante estrutura não apenas servia como um local para banhos rituais, mas também representava um feito de engenharia avançado para a época, demonstrando a sofisticação e a organização da civilização do Vale do Indo.

Com o passar dos séculos, as piscinas evoluíram e foram adotadas por diversas culturas ao redor do mundo. Durante a Renascença, as piscinas começaram a ser vistas em mansões aristocráticas como símbolos de status e luxo.

No século XX, com o avanço da tecnologia e da urbanização, as piscinas tornaram-se mais acessíveis e começaram a aparecer em residências particulares, hotéis, clubes e parques aquáticos. Hoje, elas são um símbolo universal de lazer e entretenimento, entretanto, apesar de todos os benefícios e prazeres associados às piscinas, elas também representam um perigo significativo. Por isso, a prevenção de acidentes é essencial.

A prevenção de acidentes é um conceito amplo e fundamental que permeia todos os aspectos da vida cotidiana, desde o ambiente de trabalho até as atividades recreativas, tratando-se de um conjunto de medidas e práticas destinadas a evitar eventos indesejados que possam resultar em danos à saúde ou à segurança. Sendo assim, prevenir é uma responsabilidade compartilhada por todos os indivíduos, e requer um compromisso contínuo com a segurança e o bem-estar de todos os envolvidos.

Ao adotar uma variedade mais ampla de medidas em relação à prevenção e alertas, é possível evitar tragédias, preservar vidas e promover um ambiente mais seguro e saudável para todos.

O afogamento em piscinas representa um desafio significativo para a saúde pública em todo o mundo, em razão de sua frequência e do impacto devastador nas vítimas, em seus familiares e na sociedade em geral, com sérias consequências em termos de morbidade e mortalidade. "A cada hora, todos os dias, mais de 40 pessoas perdem suas vidas por afogamento." (Organização Mundial de Saúde,

2014, p. 7).

Apesar do reconhecimento das piscinas como locais de recreação e lazer, é crucial não subestimar os riscos associados a esses ambientes aquáticos, especialmente em relação às crianças. A OMS (2022) afirma que o afogamento é uma das principais causas de morte entre crianças e jovens de 01 a 24 anos de idade, sendo que a falta de cuidado ou desatenção é o principal motivo para o perigo de afogamento, uma vez que isso pode acontecer de forma muito rápida e silenciosa. De acordo com a SOBRASA (2020), em torno de 59% das mortes na faixa etária de 01 a 09 anos de idade ocorrem em piscinas e residências.

A partir disso, este projeto visa desenvolver um dispositivo de segurança sonoro, com efeito luminoso para piscinas residenciais. Além disso, o dispositivo será projetado para desligar automaticamente a bomba da piscina assim que alguém cair na piscina.

O dispositivo desempenha um papel fundamental na prevenção indireta de acidentes em piscinas, ao introduzir um dispositivo de segurança equipado com sensores, capaz de detectar situações de perigo e acionar um alarme, juntamente com um efeito luminoso para a ação rápida dos responsáveis, o aparelho também irá desligar a bomba da piscina com o intuito de evitar situações perigosas. Com este dispositivo pode-se alertar sobre possíveis situações de perigo, garantindo assim, uma rápida prevenção, diminuindo os afogamentos e sequelas causadas por acidentes em piscinas residenciais.

Todavia, é importante ressaltar que o funcionamento deste dispositivo não substitui a supervisão ativa e a educação sobre segurança aquática.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Dispositivo de segurança sonoro para piscinas residenciais que atua indiretamente na prevenção de acidentes por afogamentos, alertando possíveis situações de perigo e desligando a bomba da piscina.

1.2 PROBLEMA

É possível criar um dispositivo de segurança para piscinas residenciais que através de ruídos sonoros e efeito luminoso alerte sobre acidentes por afogamentos?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Criar um dispositivo de segurança, que através da emissão de ruídos sonoros e efeito luminoso opere para alertar situações de perigo em piscinas residenciais.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um dispositivo sonoro para ser utilizado na segurança de piscinas residenciais;
- Alertar através de ruído sonoro e efeito luminoso possível situação de perigo;
- Automatizar sensores através de circuito elétrico que sejam capazes de acionar LED e buzzer, a fim de emitir ruído sonoro e efeito luminoso;
- Desligar a bomba da piscina em caso de imersão acidental do usuário na água.

1.4 JUSTIFICATIVA

O afogamento em piscinas residenciais é uma preocupação significativa em muitas comunidades, representando uma das principais causas de morte acidental, especialmente entre crianças.

O afogamento é um processo que ocorre quando uma pessoa é submersa em líquido, geralmente em água, e é incapaz de respirar devido à falta de oxigênio e também de comunicar o acidente, em razão de a água impossibilitar a comunicação, podendo entrar nas vias respiratórias.

Uma situação como essa pode levar à morte se não houver intervenção rápida. Segundo Emily Célia Rodrigues Fogaça, “um simples momento de distração pode ser fatal para a segurança de uma criança, pois em dois minutos se perde a consciência, em quatro os danos cerebrais se tornam irreversíveis.” (apud Salinet, 2021).

As sequelas resultantes de afogamentos, tornam-se permanentes devido à resposta tardia dos responsáveis, o que pode levar a danos neurológicos e orgânicos irreversíveis, decorrentes de hipóxia, condição em que não chega oxigênio suficiente às células e tecidos do corpo. Além dos problemas físicos causados por um afogamento, também temos o impacto social que isso causa nas vítimas, nos seus familiares e na sociedade em geral.

Embora a supervisão humana seja crucial na prevenção de acidentes, em muitos casos a atenção dos responsáveis pode ser desviada, seja por distrações momentâneas ou eventos sociais que ocorrem nas proximidades da área da piscina. Algo tão simples como olhar uma mensagem no celular, atender a uma ligação ou buscar um objeto dentro de casa pode fazer com que a supervisão seja interrompida por alguns minutos, tempo suficiente para ocorrer um acidente.

Além disso, eventos sociais ou reuniões familiares que ocorrem nas adjacências da área da piscina podem aumentar significativamente o risco de acidentes. Nessas ocasiões, a atenção dos adultos tende a se dividir entre a interação social e a vigilância das crianças. O ruído ambiente, as conversas e a movimentação constante podem criar um cenário onde a percepção de perigo é reduzida, dificultando a identificação rápida de situações de afogamento.

Outro ponto a considerar é a fadiga dos responsáveis. A supervisão constante pode ser desgastante, especialmente em dias quentes de verão, onde a permanência prolongada ao sol pode causar cansaço e diminuição da atenção. Mesmo os supervisores mais atentos podem ter lapsos momentâneos de vigilância devido ao cansaço físico e mental.

A falta de medidas preventivas adequadas contribui significativamente para esse cenário preocupante. A escolha de um dispositivo de segurança sonoro para piscinas residenciais tem o objetivo de alertar sobre possível risco de vida, que pode ser evitado com uma rápida reação dos responsáveis, que por meros segundos podem salvar ou perder uma vida.

E, por não existir meios simples e baratos de implantar um dispositivo eficaz sem poluir visualmente a piscina, buscamos maneiras de resolver este problema.

Em razão disso, o projeto visa proporcionar uma decadência na taxa de mortalidade e morbidade em piscinas residenciais, podendo também baixar o alto custo de produtos semelhantes, acrescentando novos meios de segurança, assim facilitando a implementação em diversos locais, sem que precise de grandes alterações na piscina.

O dispositivo de segurança sonoro será projetado para detectar movimentos ou distúrbios na água que indicam uma possível situação de afogamento. Ao detectar este movimento na água, o aparelho emitirá um alarme sonoro alto e distintivo, além de acionar um efeito luminoso e desligar a bomba da piscina, fazendo com que os responsáveis sejam alertados imediatamente sobre uma possível situação de afogamento, com isso, minimizando o tempo durante o qual a vítima pode permanecer submersa e, portanto, reduzindo o risco de danos graves e permanentes. A rápida detecção e resposta são cruciais, afinal o tempo é um fator importante para evitar danos irreversíveis e salvar vidas.

2 ESTADO DA ARTE

Tabela 1 - Estado da arte

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
Mecanismo para a prevenção de acidentes com bombas hidráulicas em piscinas	Camila Araújo dos Santos e Júlia Magalhães de Andrade	2023
Sistema de detecção de crianças em situações de perigo em piscinas usando deep learning e IOT	Emily Célia Rodrigues Fogaça	2022
Tecnologia educacional sobre segurança e prevenção de acidentes em crianças menores de um ano	Ricardo Pereira de Souza	2023

Fonte: os autores (2024)

2.1 MECANISMO PARA A PREVENÇÃO DE ACIDENTES COM BOMBAS HIDRÁULICAS EM PISCINAS

O projeto criado por Camila Araújo dos Santos e Júlia Magalhães de Andrade (2023) tem como finalidade abordar piscinas e as causas de acidentes decorrentes da sucção das bombas. Ele detalha as precauções necessárias para garantir que as piscinas estejam seguras para uso. Além disso, com base em pesquisas realizadas em empresas de destaque na área, identifica os dispositivos de segurança disponíveis para prevenir esses acidentes e avalia a necessidade de desenvolver um equipamento inteligente que atue antes do aprisionamento das vítimas. Da mesma forma, o nosso projeto também visa desenvolver um dispositivo que seja capaz de alertar, prevenindo indiretamente possíveis situações de perigo, além da preocupação com a bomba hidráulica na piscina.

2.2 SISTEMA DE DETECÇÃO DE CRIANÇAS EM SITUAÇÕES DE PERIGO EM PISCINAS USANDO DEEP LEARNING E IOT

O projeto escrito por Emily Célia Rodrigues Fogaça (2022) propõe a identificação de crianças em situações de risco, como quando estão sozinhas próximas ou dentro de piscinas, utilizando técnicas de Deep Learning. O modelo desenvolvido foi capaz de detectar essas situações a partir dos frames coletados, confirmando a presença de perigo ao verificar a ausência de um adulto e, consequentemente, acionando um alarme e enviando notificações. O nosso projeto, assim como o de Emily, tem a finalidade de detectar situações de perigo, acionando um efeito sonoro imediato, assim que houver detecção de presença dentro da piscina, levando a uma ação rápida dos responsáveis.

2.3 TECNOLOGIA EDUCACIONAL SOBRE SEGURANÇA E PREVENÇÃO DE ACIDENTES EM CRIANÇAS MENORES DE UM ANO

O estudo feito por Ricardo Pereira de Souza (2023) visa criar um manual educacional sobre segurança, prevenção de acidentes e administração de primeiros socorros em crianças menores de um ano. Foram discutidos os principais tipos de acidentes domésticos, como quedas, engasgos, queimaduras, intoxicações e afogamentos, além das medidas preventivas que podem ser adotadas para evitar esses incidentes e como realizar os primeiros socorros caso a prevenção não seja eficaz. O nosso projeto faz relação ao de Ricardo, pois também se trata dos cuidados e maneiras de assegurar, alertar e minimizar danos referentes a acidentes domésticos situados em áreas de lazer e recreação, através de um dispositivo de segurança para piscinas residenciais.

2.4 DASP - DISPOSITIVO DE ALERTA PARA SEGURANÇA EM PISCINAS

O diferencial do nosso projeto em relação aos supracitados, está na metodologia e nos sistemas que serão empregados para a prevenção de acidentes na piscina, o projeto “mecanismo para a prevenção de acidentes com bombas hidráulicas em piscinas”, tem o foco de impedir um acidente envolvendo a sucção da bomba da piscina, já o nosso tem como objetivo alertar uma queda na piscina para rápida ação dos responsáveis sobre possível situação de afogamento. No projeto de Emily Célia Rodrigues Fogaça(2022), a autora utiliza a câmera como um meio de segurança, utilizando os frames para detectar a presença de uma criança sozinha nas proximidades de uma piscina residencial, o nosso protótipo, por sua vez, acionará um alarme, juntamente a um efeito luminoso caso as ondas formadas por uma queda encostem no sensor, ou seja, o principal diferencial do nosso projeto, em comparação com os anteriormente mencionados, reside na abordagem e equipamentos que utilizaremos para ajudar na prevenção de uma possível situação de afogamento em uma piscina residencial.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 AFOGAMENTO

De acordo com David Szpilman (2005), o afogamento geralmente está relacionado a atividades de lazer que se transformam em um evento dramático. Pais, amigos, babás ou parentes podem sentir não apenas grande perda e dor, como também culpa por falhar ao prover proteção ou, ainda, intensa raiva daqueles que não prestaram supervisão ou cuidados médicos adequados.

Afogamento é a entrada de líquido nas vias aéreas, incluindo traqueia, brônquios ou pulmões, resultante de um processo de submersão ou imersão em um corpo líquido, como água. Esse fenômeno ocorre quando uma pessoa submerge parcial ou totalmente em água, seja em piscinas, mares, rios, lagos ou até mesmo em banheiras e recipientes menores, levando à obstrução da passagem de ar para os pulmões. Quando o líquido entra nas vias respiratórias, ele bloqueia a troca de oxigênio e dióxido de carbono nos pulmões, comprometendo a respiração e podendo resultar em hipóxia (falta de oxigênio) e hipercapnia (excesso de dióxido de carbono). Se o afogamento não for interrompido rapidamente, a falta de oxigênio pode causar danos cerebrais permanentes, falência de órgãos e, eventualmente, morte.

3.2 QUADRO DE GRAUS DO AFOGAMENTO - NÍVEIS

3.2.1 Dificuldade de Respirar

A dificuldade de respirar durante um afogamento é causada principalmente pela aspiração de água, que bloqueia as vias respiratórias e impede a entrada de ar nos pulmões.

3.2.2 Tosse

A tosse causada pelo afogamento é uma reação natural do corpo ao tentar expulsar a água que entrou nas vias respiratórias. Quando a água é aspirada, ela irrita a traqueia e os pulmões, desencadeando uma resposta reflexa que força a pessoa a tossir na tentativa de limpar as vias aéreas e permitir a passagem de ar.

3.2.3 Pouca Espuma

A presença de pouca espuma na boca ou no nariz durante um afogamento é um sinal de que água e ar estão se misturando nas vias respiratórias. Quando a pessoa aspira água, essa água se mistura com o ar e as secreções naturais do corpo, formando uma espuma que pode aparecer nas vias aéreas superiores.

3.2.4 Muita Espuma

Quando há muita espuma na boca ou no nariz durante um afogamento, é um sinal claro de que a situação é grave. Essa espuma se forma quando grandes quantidades de água se misturam com o ar e as secreções das vias respiratórias, criando uma barreira que impede o fluxo de ar. A presença de muita espuma indica que o corpo está lutando desesperadamente para respirar, mas a água nos pulmões está bloqueando essa tentativa.

3.2.5 Parada Respiratória

A parada respiratória ocorre quando a entrada de água nas vias respiratórias e pulmões impede totalmente a troca de gases, levando a uma interrupção completa da respiração. Quando a água entra nos pulmões, ela bloqueia a passagem de ar e causa um acúmulo de líquidos que impede a ventilação adequada. O reflexo de laringoespasma, onde as cordas vocais se fecham para evitar a entrada de mais água, pode agravar a situação ao bloquear a entrada de ar. Com o tempo, a falta de oxigênio faz com que o corpo entre em estado de hipóxia, onde os órgãos, especialmente o cérebro, começam a sofrer danos devido à ausência de oxigênio.

3.2.6 Parada Cardiorrespiratória

A parada cardiorrespiratória causada pelo afogamento é uma situação em que tanto a respiração quanto o batimento cardíaco cessam completamente. Isso ocorre quando a água aspirada bloqueia as vias respiratórias e os pulmões, impedindo a troca de gases essenciais para a sobrevivência. A falta de oxigênio no sangue (hipóxia) rapidamente afeta o coração e o cérebro, levando a uma falha na função cardíaca e respiratória. A parada cardiorrespiratória é a consequência final e fatal do afogamento. A reanimação cardiopulmonar (RCP) é de extrema importância nesse

momento para tentar restaurar a circulação e a respiração. A ausência de uma resposta rápida pode levar a danos cerebrais irreversíveis e a morte.

3.2.7 Morte Causada por Afogamento

Conforme a Revista Paul Pediatría (2005) A cada ano, o afogamento é responsável por aproximadamente 500.000 mortes no mundo.

O óbito causado pelo afogamento ocorre quando a respiração e a circulação cessam completamente devido à inalação de água. Durante o afogamento, a água que entra nas vias respiratórias e pulmões impede a troca de oxigênio e dióxido de carbono, levando rapidamente a uma condição chamada hipóxia. A falta prolongada de oxigênio faz com que os órgãos vitais, especialmente o cérebro e o coração, falhem em suas funções. Quando a hipóxia se intensifica, pode levar a uma parada cardiorrespiratória, onde tanto a respiração quanto o batimento cardíaco param. Sem intervenção imediata, como a reanimação cardiopulmonar (RCP), o cérebro começa a sofrer danos irreversíveis devido à falta de oxigênio. A ausência de oxigênio continua por alguns minutos que resulta em morte cerebral e, conseqüentemente, em óbito. O afogamento é uma situação crítica que evolui rapidamente, e a demora no socorro aumenta significativamente o risco de falecimento.

Figura 1 - Graus do Afogamento



Fonte: Thais Nunes (2024)

3.3 AFOGAMENTO NO MUNDO

O afogamento é uma das principais causas de morte acidental no mundo. “Considerando o tempo de exposição, o afogamento tem 200 vezes mais risco de óbito que os acidentes de transporte.” (SOBRASA 2022). Representando uma crise de saúde pública subestimada. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), aproximadamente 236.000 pessoas perdem a vida por afogamento a cada ano. Cerca de 90% das mortes por afogamento ocorrem em países de baixa e média renda, onde o acesso a instalações de segurança aquática e serviços de resgate é limitado. Países como Bangladesh, Camboja, Vietnã, e algumas regiões da África Subsaariana têm taxas de afogamento especialmente elevadas, devido à dependência da população de corpos d'água para atividades diárias como pesca, transporte e banho.

Entre os grupos mais vulneráveis ao afogamento estão as crianças. Em países como Bangladesh, por exemplo, o afogamento é a principal causa de morte em crianças entre 1 e 4 anos. Globalmente, a taxa de mortalidade por afogamento entre crianças dessa faixa etária é de cerca de 2 a 3 vezes maior do que em adultos. Além disso, os homens têm um risco significativamente maior de afogamento em comparação às mulheres, representando 80% das fatalidades. Isso se deve, em parte, à maior exposição dos homens a ambientes aquáticos e a comportamentos de risco, como nadar sozinho ou sob a influência de álcool. Os ambientes mais comuns para afogamentos variam conforme a localização geográfica. Em áreas rurais de países em desenvolvimento, rios, lagos e poços são os locais mais frequentes de afogamento. Já em áreas urbanas ou em países desenvolvidos, piscinas e praias são locais de maior risco, especialmente para crianças.

O afogamento representa um grande impacto social e econômico, especialmente em comunidades que dependem de corpos d'água para sua subsistência. Além das mortes, muitos sobreviventes de afogamento sofrem com lesões graves e sequelas permanentes devido à falta de oxigênio durante o incidente.

Tabela 2 - Ranking dos Países com Óbitos por Afogamento

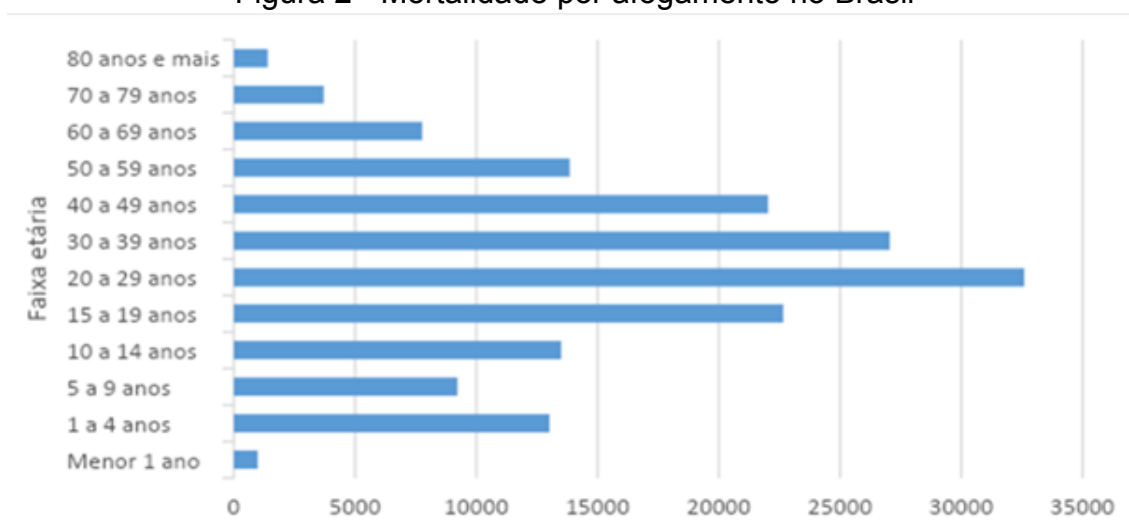
RANK	PAÍS	ANO	ÓBITOS	ÓBITOS/ 100.000 HAB
1	Rússia	2010	11.981	7.8
2	Japão	2011	8.999	3.2
3	Brasil	2016	5.791	2.8
4	Tailândia	2006	4.684	7.3
5	Estados Unidos	2010	4.812	1.5
6	Filipinas	2008	3.930	4.6
7	Ucrânia	2012	2.713	5.5
8	México	2012	2.479	2.1
9	Egito	2011	1.619	1.8
10	França	2011	1.382	1.6
11	Colômbia	2011	1.127	2.4

Fonte: SOBRASA (2018)

3.4 AFOGAMENTO NO BRASIL

No Brasil, o afogamento é uma das principais causas de morte acidental, especialmente entre crianças e adolescentes. O país, com sua vasta extensão territorial e diversidade de corpos d'água, apresenta um quadro preocupante em relação a esse tipo de acidente. De acordo com dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) do Ministério da Saúde, mais de 5.000 pessoas morrem anualmente por afogamento no Brasil, o que coloca o país entre os que têm as maiores taxas de mortalidade por afogamento no mundo.

Figura 2 - Mortalidade por afogamento no Brasil



Fonte: Madeira, Costa Souza e Sousa Pinheiro (2023)

3.5 AFOGAMENTO POR REGIÕES NO BRASIL

O afogamento é uma das principais causas de morte no Brasil, ocorrendo em diversas situações, desde ambientes naturais, como praias, rios e piscinas. Em algumas regiões, a falta de infraestrutura e a ausência de políticas de prevenção tornam o problema pior. Em outras, a cultura local e a falta de educação sobre segurança na água também aumentam o número de casos. Segundo Paulo Queiroz Trinta, é comum que o afogamento de bebês aconteça em baldes ou banheiras. Geralmente as crianças de 1 a 5 anos se afogam nas piscinas de residências. Já os jovens e adultos costumam se afogar em lagoas, lagos, rios e oceanos. (apud Cantwell (2018)).

3.5.1 Região Norte

No Norte do Brasil, o afogamento é uma das principais causas de morte acidental, conforme evidenciado pelos dados do Ministério da Saúde. A região, caracterizada por sua extensa rede de rios, lagos e igarapés e um clima predominantemente quente e úmido, expõe a população a um contato frequente com a água, seja para atividades recreativas, transporte ou subsistência. Segundo David Szpilman (2024), o Norte é a região que possui maior risco de afogamento, justamente por sua quantidade de rios e pelo grande uso de barcos como meio de transporte.

A falta de infraestrutura de segurança em muitos lugares também contribui para o problema. Muitas áreas, principalmente nas comunidades ribeirinhas, não têm medidas básicas de segurança, como sinalização adequada e áreas seguras para banho. Muitas piscinas, tanto em clubes quanto em residências, não têm cercas ou alarmes, o que pode ser muito perigoso, principalmente para crianças e adolescentes. Em lugares como o Acre e Rondônia, o uso intenso de águas para transporte e lazer também está associado a muitos acidentes. Outro problema é a falta de educação sobre segurança aquática. Muitas pessoas em áreas ribeirinhas não têm acesso a informações sobre os riscos e como se proteger. O IBGE aponta que a conscientização e a educação sobre segurança na água são áreas que precisam de mais atenção.

3.5.2 Região Nordeste

O Nordeste do Brasil é conhecido por ter uma forte ligação com o mar e os rios, o que traz muitos benefícios, como lazer e sustento. No entanto, essa proximidade com a água também aumenta o risco de afogamento. Festas populares e tradições religiosas, que frequentemente ocorrem perto de corpos d'água, podem aumentar ainda mais o perigo de acidentes. A região Nordeste é responsável por cerca de 30% dos casos de afogamento no país. Em 2022, o Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) do Ministério da Saúde registrou cerca de 1.200 mortes por afogamento na região.

3.5.3 Região Sudeste

A região Sudeste tem muitos rios e lagoas. Em estados como São Paulo e Minas Gerais, é comum que as pessoas se afoguem em rios e represas, especialmente em áreas mais afastadas. Segundo a SOBRASA (2022), esses locais muitas vezes não têm boa sinalização e não são monitorados, o que aumenta o risco de acidentes. Em São Paulo, os afogamentos ocorrem não apenas nas praias, mas também em rios e lagoas. O Rio Tietê, por exemplo, é um local onde frequentemente são registrados incidentes de afogamento. Em São Paulo, o aumento de piscinas residenciais é notável, e isso está relacionado ao número de afogamentos. Muitas piscinas privadas não possuem cercas de proteção ou sistemas de alarme, o que aumenta o risco de acidentes, principalmente com crianças pequenas.

O Rio de Janeiro é conhecido por suas praias famosas como Copacabana e Ipanema. Durante o verão, essas praias ficam muito cheias, e muitas pessoas acabam se afogando. Isso acontece porque as correntes no mar podem ser muito fortes e arrastar as pessoas para longe da costa. Em algumas praias mais tranquilas, não há sinalização ou supervisão suficiente, o que aumenta o perigo. (DEFESA CIVIL, 2023).

3.5.4 Região Centro-Oeste

Apesar de não ter litoral, a região é marcada por uma variedade de corpos d'água que oferecem riscos à saúde e à segurança. A região é marcada por diversos rios, como o Rio Araguaia e o Rio Paraguai, além de represas importantes como a

Represa de Manso. Estes locais são frequentemente utilizados para atividades recreativas e esportivas, mas a segurança nesses ambientes muitas vezes deixa a desejar.

Mato Grosso é cortado por diversos rios, como o Rio Cuiabá e o Rio Tapajós. Além disso, o estado possui muitas represas, como a Represa de Manso. Nesses locais, a falta de vigilância e a presença de armadilhas naturais, como pedras submersas e correntezas, aumentam o risco de afogamento. No Distrito Federal, o Lago Paranoá é um local popular para lazer, mas também apresenta riscos de afogamento. Além disso, muitas piscinas residenciais e de clubes em Brasília enfrentam problemas semelhantes, como falta de cercas de proteção e supervisão inadequada, que aumentam o risco de afogamento, especialmente para crianças pequenas. Em 2016, a região Centro-Oeste registrou cerca de 417 mortes por afogamento, um número que destaca a necessidade de medidas para prevenir esses incidentes.

3.5.5 Região Sul

A região Sul tem um litoral extenso, com muitas praias que são bastante frequentadas, especialmente durante o verão. Santa Catarina, por exemplo, é famosa por suas praias, como Balneário Camboriú, que atraem turistas de todo o Brasil e de outros países. No entanto, essas praias também apresentam diversos riscos. O litoral sul é conhecido por ter correntes de retorno, ou repuxo, que são correntes marítimas fortes capazes de arrastar banhistas para o mar aberto. Além das praias, a região Sul do Brasil tem muitos rios, lagoas e represas. Afogamentos acontecem frequentemente nestes lugares, principalmente quando não há a devida supervisão.

No Rio Grande do Sul, a situação é particularmente preocupante. Em 2022, o estado registrou cerca de 100 mortes por afogamento. O Rio Guaíba e a Lagoa dos Patos são locais onde muitos desses incidentes ocorrem. Esses corpos d'água, com suas correntes e profundidades variáveis, apresentam maiores riscos, principalmente para quem não está familiarizado com as condições locais. A falta de infraestrutura adequada e de medidas de segurança contribuem para o alto número de acidentes. Além disso, o Rio Grande do Sul enfrenta problemas relacionados à falta de sinalização e de fiscalização em áreas de risco. Praias e áreas ribeirinhas

frequentemente carecem de placas de aviso e de salva vidas, aumentando o risco de afogamentos.

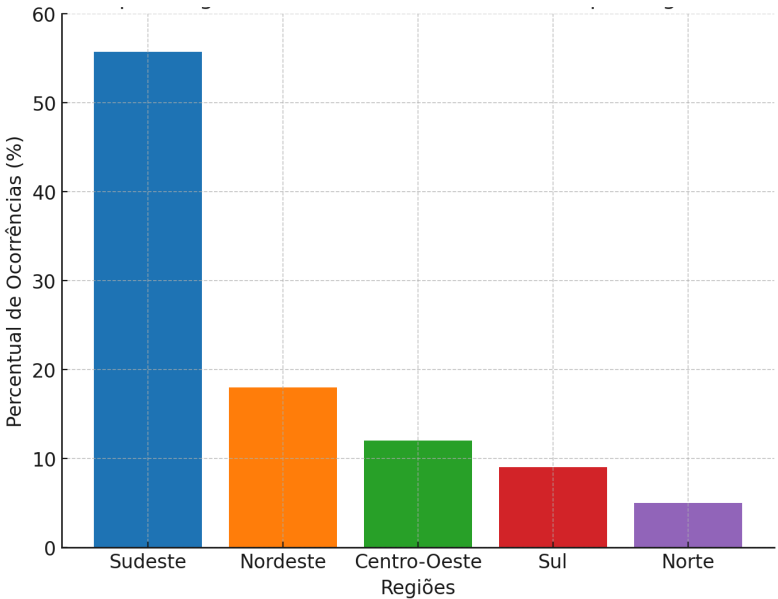
Embora as piscinas residenciais não sejam o principal foco das estatísticas de afogamento na região Sul, elas ainda representam um risco significativo. Muitas residências e clubes possuem piscinas, mas muitas vezes essas piscinas não têm as medidas de segurança adequadas, como cercas de proteção e sistemas de alarme. Isso é perigoso para crianças pequenas e pessoas que não sabem nadar bem. É essencial que proprietários de piscinas estejam cientes da importância de instalar cercas e alarmes para prevenir acidentes. Embora o Sul do Brasil não seja a região com o maior número de afogamentos no país, o número de casos é considerável e varia ao longo do ano, com picos durante o verão.

Tabela 3 - Mortes por afogamento nas regiões do Brasil em 2016

Regiões	Casos	Porcentagem	Óbito Relativo	População
Sul	828	14,3	2,8	29.439.773
Sudeste	1838	31,7	2,1	86.356.952
Norte	876	15,1	5,0	17.740.418
Nordeste	1832	31,6	3,2	56.915.936
Centro Oeste	417	7,2	2,7	15.660.988
TOTAL	5791	100	2,8	206.114.067

Fonte: SOBRASA (2018)

Figura 3 - Percentual de mortes por afogamentos em piscinas residenciais por região no Brasil (1998 - 2022)



Fonte: SOBRASA e DataSUS (2022)

3.6 AFOGAMENTO E DEFESA CIVIL

Alagamentos, enchentes, enxurradas e inundações são problemas que afetam muitas cidades e causam grandes transtornos para as pessoas. Esses eventos acontecem quando há muita chuva e a água acaba tomando conta das ruas, invadindo casas e comércio, e até transbordando rios e córregos. Isso pode resultar em prejuízos, como a perda de bens materiais, além de colocar em risco a vida de quem mora nessas áreas. Mesmo que pareçam parecidos, cada um desses fenômenos tem suas próprias características.

3.6.1 Alagamento

De acordo com o volume 2 do Manual Básico de Bombeiro Militar do CBMERJ, o alagamento pode ser descrito como a água acumulada no leito das ruas e no perímetro urbano por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes, ou seja, o alagamento ocorre quando grandes quantidades de água da chuva se acumulam nas ruas e em áreas urbanas, principalmente em cidades que possuem sistemas de drenagem ineficientes ou insuficientes.

3.6.2 Enchente

Segundo o volume 2 do Manual Básico de Bombeiro Militar do CBMERJ de 2016, enchente é definida pela elevação do nível de água de um rio, acima de sua vazão normal. Com isso, podemos afirmar que a enchente ocorre quando o nível de água de um rio sobe além do seu limite normal, ultrapassando a capacidade de vazão do leito do rio. Esse aumento pode ser causado por uma série de fatores, como chuvas intensas e prolongadas, o derretimento de neve em regiões montanhosas, ou até pela liberação de grandes volumes de água de barragens. Quando a quantidade de água que entra no rio é maior do que a que ele consegue escoar, o rio transborda, inundando as áreas ao redor. Para entender os impactos das enchentes, examinaremos os eventos ocorridos no Rio Grande do Sul em maio de 2024. Segundo o Governo do Estado do Rio Grande do Sul (2024), durante as fortes chuvas e cheias extremas, 9.158 localidades no Rio Grande do Sul foram atingidas, causando muitos danos em construções e estradas. Casas, galpões, armazéns, silos, estufas e aviários na zona rural foram bastante afetados. Além

disso, 4.548 comunidades enfrentam problemas para escoar sua produção devido às estradas vicinais danificadas.

De acordo com o Governo do Estado do Rio Grande do Sul (2024) as chuvas e cheias extremas contaminaram muitas fontes de água no meio rural, deixando milhares de famílias sem acesso à água potável, com 4.570 fontes de água contaminadas e 34.519 famílias sem acesso à água.

As perdas de animais foram significativas e afetaram diferentes tipos de criação. Muitos criadores sofreram com a morte de bovinos, o que terá impacto na produção de carne e leite por um tempo. A morte de suínos e aves também prejudica o fornecimento de proteínas, e a recuperação vai levar um tempo. Além disso, a piscicultura e a apicultura foram afetadas, impactando o abastecimento regional.

Tabela 4 - Número de animais mortos

CRIAÇÃO	QUANTIDADE AFETADA
Aves comerciais*	1.198.489 cabeças
Bovinos de Corte	14.806 cabeças
Suínos	14.794 cabeças
Bovinos de Leite	2.451 cabeças
Piscicultura	937,93 toneladas
Apicultura comercial	16.054 caixas

Fonte: Governo do Estado do Rio Grande do Sul (2024)

3.6.3 Inundação

Inundação é o “Transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acúmulo de água por drenagem deficiente, em áreas habitualmente secas.” (Manual Básico de Bombeiro Militar do CBMERJ, 2024, p. 141). De forma mais explicada e simples, a inundação acontece quando há um transbordamento de água de rios, mares, lagos e açudes, fazendo com que a água ultrapasse suas margens normais.

Figura 4 - Esquema de enchente, inundação e alagamento



Fonte: Defesa Civil (2011)

3.7 ÍNDICE DE AFOGAMENTO

3.7.1 Adultos

Os adultos costumam se afogar em diversos tipos de ambientes aquáticos, com os locais variando conforme a geografia e as atividades recreativas. As praias e os oceanos, por exemplo, são alguns dos cenários mais comuns para o afogamento de adultos, especialmente em regiões costeiras. Outro local onde os afogamentos são frequentes entre adultos é nos rios e lagunas, particularmente em regiões rurais ou áreas de interior.

As piscinas, embora sejam locais mais associados ao afogamento de crianças, também representam um risco significativo para adultos, especialmente quando estão sob a influência de álcool ou em piscinas sem supervisão adequada. Piscinas privadas, sem salva-vidas ou cercas de segurança, podem rapidamente se tornar armadilhas fatais para adultos que não percebem o perigo até ser tarde demais.

O tempo que um adulto leva para se afogar pode ser muito curto. Em geral, uma pessoa pode começar a perder o controle em questão de segundos após submergir, especialmente se estiver lutando contra uma corrente ou não souber nadar. Após cerca de 20 a 60 segundos de submersão, a pessoa pode começar a inalar água, o que leva à perda de consciência e, eventualmente, à morte por afogamento se o resgate não for imediato. Isso destaca a importância da conscientização e da preparação para prevenir esses trágicos incidentes.

3.7.2 Adolescentes

Adolescentes, por estarem em uma fase marcada pela exploração e por uma disposição para assumir riscos, frequentemente se envolvem em situações perigosas em ambientes aquáticos, o que resulta em uma incidência de afogamentos. Esses incidentes ocorrem, em grande parte, em rios e lagos, especialmente em áreas rurais ou durante atividades recreativas em locais naturais. Os rios, com suas correntes fortes e fundos irregulares, e os lagos, muitas vezes desconhecidos em termos de profundidade, são particularmente perigosos. O Brasil, por exemplo, possui rios como o São Francisco e o Paraná, que são populares entre os jovens, mas também são cenários de numerosos afogamentos, especialmente em locais distantes de serviços de resgate. Praias e litorais também são ambientes comuns para afogamentos de adolescentes, principalmente em regiões onde a supervisão por salva-vidas é limitada.

3.7.3 Crianças

O afogamento é uma das principais causas de morte acidental entre crianças em todo o mundo, e geralmente ocorre em locais onde elas têm fácil acesso à água, muitas vezes sem a supervisão adequada. Crianças pequenas, especialmente aquelas com menos de cinco anos, estão particularmente em risco, pois, além de não possuírem habilidades de natação desenvolvidas, são naturalmente atraídas pela água, o que aumenta a vulnerabilidade. Nas áreas urbanas, um dos locais mais comuns de afogamento entre crianças são as piscinas residenciais. A falta de barreiras de proteção, como cercas ou portões trancados, permite que as crianças tenham acesso à água sem que os adultos percebam. Muitas vezes, esses incidentes ocorrem em momentos de descuido, como quando uma porta é deixada aberta ou durante festas, onde a vigilância pode ser comprometida. Em uma fração de segundos, uma criança pode cair na água, e o afogamento pode ocorrer de forma silenciosa e rápida, sem gritos ou movimentos bruscos que possam chamar a atenção.

O tempo que leva para uma criança se afogar é extremamente curto. O processo de afogamento pode começar em menos de 20 segundos após a submersão, com a criança rapidamente entrando em pânico e engolindo água. Sem intervenção imediata, a falta de oxigênio pode causar danos cerebrais irreversíveis

em cerca de dois a quatro minutos, e a morte pode ocorrer em um intervalo de tempo semelhante. Devido à rapidez e à letalidade do processo, é crucial que haja supervisão constante e que os ambientes aquáticos sejam adequadamente protegidos para prevenir tragédias.

3.8 PROBLEMAS POR AFOGAMENTO

Os afogamentos são um problema sério que podem causar muito mais do que a perda de vidas. Eles podem levar a traumas físicos, como lesões que acontecem durante o afogamento, e também a problemas psicológicos, afetando a saúde mental da vítima e de seus familiares.

3.8.1 Trauma

Os traumas causados por afogamentos podem ser muito sérios e afetar a pessoa de várias maneiras. Fisicamente, quem se afoga pode sofrer lesões durante a luta para sair da água, como contusões ou ferimentos. Além disso, a água que é aspirada pode danificar os pulmões, o que pode levar a problemas respiratórios que duram por muito tempo. Esses problemas podem precisar de tratamento médico intensivo e afetar a saúde da pessoa a longo prazo. Psicologicamente, o impacto pode ser ainda maior. As pessoas que passam por um afogamento muitas vezes enfrentam traumas emocionais, como medo da água e ansiedade constante. Esse tipo de trauma pode prejudicar a qualidade de vida e tornar difícil para a pessoa voltar à rotina normal. Para os familiares e socorristas, o impacto emocional também é significativo. Eles podem sentir culpa, estresse e um sentimento de impotência, que pode ser muito difícil de lidar. Por isso, os traumas causados por afogamentos não afetam apenas a vítima, mas também todos que estão ao seu redor.

3.8.2 Riscos de Lesões

Quando falamos sobre os riscos do afogamento, é importante entender que, além dos problemas imediatos e fatais, ele pode causar lesões graves que podem durar muito tempo. Entre essas lesões, estão as cerebrais e as relacionadas à coluna e aos ossos.

Durante um afogamento, a falta de oxigênio pode causar lesões sérias no cérebro. Quando alguém está submerso na água, o cérebro não recebe o oxigênio

necessário para funcionar corretamente. Isso pode levar a vários problemas, “algumas pessoas que são reanimadas após submersão prolongada sofrem de lesões cerebrais permanentes devido à falta de oxigênio”. (David Richards, 2023). De acordo com David Richards (2023), a falta de oxigênio pode danificar as células nervosas do cérebro, o que afeta a memória, a coordenação e a capacidade de pensar claramente. A pessoa pode ter dificuldades para lembrar de eventos recentes, problemas para falar e dificuldades com movimentos. Em casos mais graves, a falta de oxigênio pode levar a um coma ou até mesmo à morte. Os danos ao cérebro podem ser tão severos que a recuperação se torna impossível.

Durante um afogamento, a luta para se manter fora da água pode causar lesões graves na coluna e nos ossos. Quando alguém está se afogando, o desespero e o movimento intenso para tentar sair da água podem levar a ferimentos. A pessoa pode bater com força em objetos submersos ou na borda da piscina, causando fraturas. Esses tipos de lesões podem ser dolorosas e exigir um longo período de recuperação.

3.8.3 Óbitos por Afogamento

Em um panorama geral, o afogamento é um problema crônico e não impacta da forma que deveria, justamente, pelo desconhecimento sobre o assunto pela sociedade, uma vez que as mortes ficam diluídas nas estatísticas e não é dada a importância ações para diminuir esses números (SCHINDA et al., 2019.). Os óbitos por afogamento são problemas sérios que causam muitas mortes acidentais em todo o mundo. Esse tipo de acidente não só resulta na perda imediata de vidas, mas também traz consequências graves para a saúde das pessoas. Esses problemas mostram como é importante ter boas estratégias para prevenir afogamentos e tratar as vítimas o mais rápido possível, para evitar mortes e minimizar os danos.

Figura 5 - Linha do Tempo do Processo de Afofamento



Fonte: SOBRASA (2018)

3.9 TIPOS DE AFOGAMENTO - CID 10

A CID 10 foi conceituada para padronizar e catalogar as doenças e problemas relacionados à saúde, tendo como referência a Nomenclatura Internacional de Doenças, estabelecida pela Organização Mundial de Saúde.

Tabela 5 - Quadro Geral dos Tipos de Afofamento

Categoria	Descrição
V-90	Acidente com embarcação causando afofamento submersão
V-92	Afofamento submersão relacionados a transporte pela água sem acidente com a embarcação
W-65	Afofamento submersão durante banho banheira
W-66	Afofamento submersão consecutiva à queda dentro de uma banheira
W-67	Afofamento e submersão em piscina
W-68	Afofamento submersão por consequentes a queda dentro de uma piscina
W-69	Afofamento e submersão em águas naturais
W-70	Afofamento submersão consequentes à queda dentro de águas naturais
W-73	Outros afofamentos e submersões especificados
W-74	Afofamento e submersão. Não Especificados
X-71	Lesão autoprovocada intencionalmente por afofamento e submersão
X-92	Agressão por meio de afofamento e submersão
Y-21	Afofamento e submersão, intenção não determinada

Fonte: DATASUS (2018)

A tabela mostra diferentes tipos de afogamentos e submersões, que ajudam a entender melhor como esses acidentes acontecem. Entre esses, as categorias W-67 e W-68 se destacam por tratarem de afogamentos em piscinas, sendo W-67 para afogamentos durante o uso normal da piscina e W-68 para quedas acidentais dentro dela. Esses casos ressaltam a importância de medidas de segurança em piscinas.

3.9.1 Prevenção de Afogamento

“As medidas de prevenção são as de maior importância na redução da mortalidade por afogamento e as de menor custo.” (INBRAEP, 2019). Segundo o Instituto Brasileiro de Ensino Profissionalizante (INBRAEP), existem algumas medidas importantes que devem ser tomadas para prevenir um afogamento, como por exemplo, evitar nadar em locais desconhecidos, não desafiar as forças das correntezas, não fazer uso de medicamentos ou bebida alcoólica antes de nadar e nunca deixar as crianças sozinhas quando estiverem dentro ou próximas da água, nem por um segundo. Nessas situações, garanta que um adulto estará supervisionando de forma ativa e constante o tempo todo, ensinar as crianças que nadar sozinhas, sem ninguém por perto, é perigoso. De acordo com Paulo Queiroz, o programa Kin na Escola tem como objetivo explicar para crianças de 5 a 12 anos sobre maneiras seguras de se relacionar com os ambientes aquáticos, visando assim prevenir indiretamente um afogamento.

Figura 6 - Programa Kin na Escola



Fonte: SOBRASA (2019)

A figura abaixo demonstra seis intervenções de prevenção de afogamento baseadas em evidências e de baixo custo, publicado pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), para marcar o dia mundial de prevenção de afogamentos, que ocorre no dia 25 de julho.

Figura 7 - Seis Intervenções de Prevenção de Afogamento



Fonte: OPAS (2023)

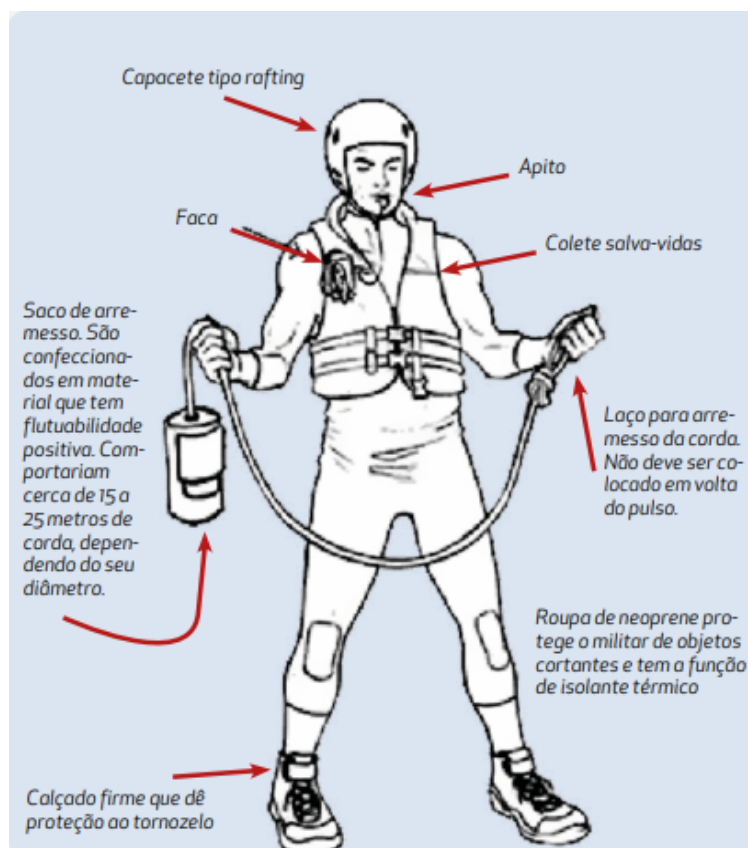
3.9.2 Salvamento Aquático

O salvamento aquático é um processo muito importante para evitar que tragédias aconteçam em casos de afogamento. é essencial entender como identificar os sinais de que alguém pode estar se afogando e saber o que fazer para ajudar sem colocar a própria vida em risco. Para reverter esse cenário, toda a sociedade deveria agir, não somente os profissionais da saúde, uma vez que, geralmente, o primeiro atendimento é prestado por pessoas próximas às vítimas, assim, capacitar as pessoas é de grande valia (ROCHA; SZPILMAN, 2016). Além disso, o ensino de habilidades na água e o conhecimento sobre segurança no meio líquido são medidas importantes também (DENNY et al., 2019). De acordo com a Escola de Natação Amaral, algumas pessoas são mais vulneráveis ao afogamento, como crianças, idosos, pessoas com sobrepeso, pessoas alcoolizadas ou turistas.

3.9.3 Equipamentos Para Salvamento Aquático

Segundo o Manual Básico de Bombeiro Militar (vol. 2, p. 142, 2017), para realizar um salvamento aquático de forma eficaz, são usados diversos equipamentos essenciais. Cada um tem uma função específica para garantir a segurança e o sucesso da operação.

Figura 8 - Bombeiro Militar Equipado

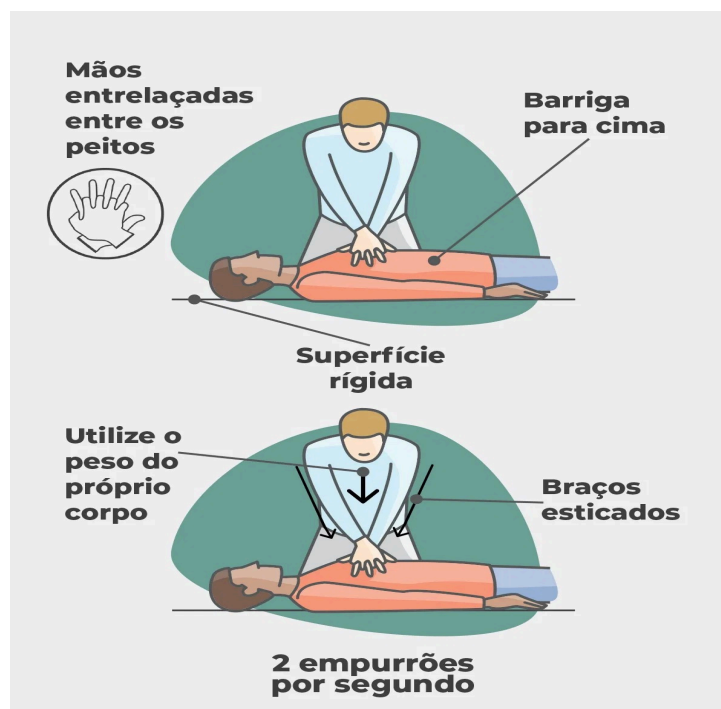


Fonte: Manual Básico de Bombeiro Militar (2017)

3.9.4 Manobras de Reanimação

Quando alguém se afoga, é crucial agir rapidamente para salvar a vida. A falta de oxigênio pode causar danos graves e até a morte se não tratada imediatamente. As manobras de reanimação visam restaurar a respiração e a circulação até a chegada de ajuda profissional. Se você encontrar uma vítima de afogamento, deite-a de lado, mantenha-a aquecida e verifique se está respirando. Se não estiver, inicie a reanimação cardiopulmonar (RCP). Ligue para o 193 e siga as instruções. Para realizar a RCP, posicione a vítima de costas sobre uma superfície firme, mantenha a cabeça alinhada com o corpo, e faça compressões torácicas fortes e ritmadas, com os braços esticados.

Figura 9 - Primeiros Socorros



Fonte: Manuel Reis (2021)

Figura 10 - Cadeia de Sobrevivência no Afogamento



Fonte: SOBRASA (2018)

3.10 TIPOS E MODELOS DE PISCINAS

“As piscinas são tanques de água destinados ao atendimento de atividades de lazer e práticas esportivas humanas.” (Guilherme Queiroz, 2018). Segundo a NBR 9819 (ABNT, 1987), as piscinas são classificadas em públicas, coletivas, residências coletivas e residenciais privadas.

De acordo com Guilherme Queiroz (2018), as piscinas públicas são definidas como piscinas de centros comunitários destinados ao uso do público em geral. As piscinas coletivas são definidas como piscinas de uso destinado exclusivamente aos associados de uma entidade, tais como clubes, escolas e afins. As piscinas

residenciais coletivas são definidas como piscinas destinadas ao uso permanente de determinados membros, tais como em condomínios, asilos, sanatórios e afins. Por fim as piscinas residenciais privativas são definidas como piscinas destinadas ao uso unifamiliar.

3.11 SEGURANÇA EM PISCINAS

A segurança em piscinas é uma preocupação fundamental para garantir um ambiente seguro e agradável para todos os usuários. Piscinas, sejam residenciais ou públicas, oferecem oportunidades de lazer e diversão, mas também apresentam riscos e perigos significativos. Os acidentes mais comuns em piscinas incluem afogamentos, quedas e lesões relacionadas a escorregões. Além disso, a manutenção e o monitoramento adequados são essenciais para prevenir problemas como água contaminada e equipamentos defeituosos.

Um levantamento realizado pela Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático (SOBRASA), mostrou que 55% das mortes na faixa de 1 a 9 anos de idade ocorrem em piscinas e residências. “A cada 3 dias uma criança morre afogada em casa”. (SOBRASA 2022). A SOBRASA também mostra que crianças de 4 a 12 anos que sabem nadar se afogam pela sucção da bomba em piscinas.

3.11.1 Segurança Aquática

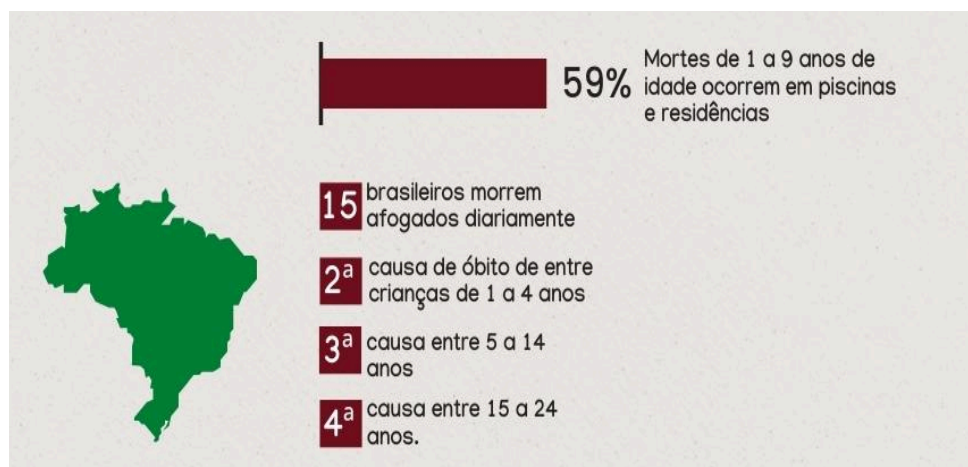
A segurança aquática em piscinas é um tema essencial para prevenir acidentes e garantir a proteção de todos que frequentam esses espaços.

3.11.1.1 Cuidado e Atenção com Crianças

As crianças são especialmente vulneráveis em ambientes aquáticos, como piscinas, o que torna o cuidado e a atenção constantes essenciais para garantir sua segurança. Por serem curiosas e, muitas vezes, não terem plena noção dos riscos, as crianças podem facilmente se envolver em situações perigosas, como quedas na água ou afogamentos. É crucial que os responsáveis estejam sempre atentos, mantendo uma supervisão ativa e nunca deixando as crianças sozinhas, nem mesmo por um instante. Além disso, é importante que a piscina esteja equipada com medidas de segurança, como cercas, alarmes e capas protetoras, que podem prevenir acidentes quando os adultos não estão por perto. Ensinar as crianças sobre

os perigos da água e incentivá-las a usar equipamentos de segurança, como coletes salva-vidas, também são práticas que contribuem para reduzir os riscos.

Figura 11 - Afogamento de Crianças em Piscinas e Residências



Fonte: SOBRASA (2021)

3.11.1.2 Aula de Natação

Em consonância, Rocha e Szpilman (2016) também destacam a necessidade de ensinar adultos e crianças a nadarem, além de noções básicas que diminuam ou eliminem os riscos associados a afogamentos em praias, rios, lagos, piscinas, entre outros. A natação é uma das maneiras mais eficazes de garantir a segurança aquática. Ao aprender a nadar, as pessoas, especialmente crianças, ganham confiança e habilidades necessárias para se manterem seguras na água.

3.11.2 Barreira de Acesso

As barreiras de acesso são uma medida importante para aumentar a segurança em ambientes aquáticos, como piscinas. Elas podem incluir cercas, identificação, material flutuante e capas, que ajudam a evitar que crianças pequenas ou pessoas não autorizadas entrem na área da piscina sem supervisão. Deveriam ser obrigatórias as grades de isolamento das piscinas, sendo que o dever de inspecionar cabe aos governos locais, que devem fazer cumprir as normas, além de aplicar e inspecionar a utilização de coletes salva-vidas certificados em embarcações (DENNY et al., 2019).

3.11.2.1 Cerca

A cerca ao redor de uma piscina é uma das barreiras de segurança mais eficazes para prevenir acidentes, especialmente com crianças pequenas. Ela cria um obstáculo físico que impede o acesso direto à piscina, reduzindo o risco de afogamentos acidentais. Mas geralmente não é utilizada pois polui visualmente a piscina.

3.11.2.2 Acesso Restrito - Identificação

A identificação de acesso restrito é muito importante para manter a segurança em lugares como ao redor de piscinas. Ela ajuda a garantir que apenas pessoas autorizadas possam entrar em áreas que precisam de mais cuidado.

Figura 12 - Exemplos de Placas para Piscinas



Fonte: Iplacas (2024)

3.11.2.3 Materiais Flutuantes

Os coletes salva-vidas são bem famosos e um dos equipamentos de proteção mais utilizados no ambiente aquático. Eles são projetados para manter a pessoa flutuando e ajudam a evitar que ela se afogue, principalmente em casos de

emergência. São muito importantes, especialmente para crianças e para pessoas que não sabem nadar muito bem.

Figura 13 - Colete, Espaguete e Boia



Fonte: os autores (2024)

3.11.3 Segurança na Construção e Manutenção

As piscinas são ótimos lugares para diversão e relaxamento, mas é muito importante que sejam tomados cuidados específicos para garantir a segurança de todos que as utilizam. Nesse contexto, a Norma ABNT NBR 10.339/2018 é extremamente importante, pois serve como um guia essencial para que as piscinas sejam construídas, mantidas e usadas de forma segura. De acordo com o site EXPERT, perícias de engenharia (2024), a Norma ABNT NBR 10.339/2018 é uma aliada fundamental na promoção de piscinas seguras e conforme padrões de qualidade. Ao adquirir as diretrizes desta norma, proprietários, gestores e usuários estão colaborando para um ambiente aquático mais seguro e prazeroso. De acordo com a Organização Mundial de Saúde, mais de 370 mil pessoas morrem afogadas todos os anos no mundo, e a maioria tem entre 1 e 14 anos. Além disso, o Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking com o maior número de mortes dessa natureza. “Desse modo, há um tempo foi sancionada a lei que determina a obrigatoriedade da instalação de dispositivos de segurança em piscinas.” (GLOBALTECH, 2019).

3.11.3.1 Piso Antiderrapante e Borda com Proteção

O piso antiderrapante ajuda a evitar escorregões, especialmente quando o chão está molhado, o que é comum em áreas de piscinas. Já a borda com proteção

age como uma barreira adicional, reduzindo o risco de acidentes graves, como quedas.

3.11.3.2 Aviso de Profundidade

Segundo o CPLIFE, (2023), a sinalização de profundidade é essencial para a segurança em piscinas, públicas ou privadas. Ela mostra claramente a profundidade da água em diferentes partes, ajudando a prevenir acidentes.

Figura 14 - Placa de Aviso de Profundidade



Fonte: Iplacas (2024)

3.11.3.3 Ralo Anti-Sucção e Filtro de Aspiração

Os ralos anti-sucção e os filtros de aspiração são muito importantes para garantir a segurança em piscinas. O ralo anti-sucção é projetado para evitar que alguém fique preso ou se machuque devido à forte sucção da água. De acordo com Guilherme Queiroz, (2018), o filtro de aspiração ajuda a manter a água da piscina limpa, removendo sujeiras e detritos.

3.11.3.4 Área de Chuveiro para Banho

Ao tomar um banho rápido e frio antes de entrar na piscina, você ajuda a preparar seu corpo para a temperatura da água da piscina, isso é fundamental para evitar o choque térmico. Segundo Cristiane, (2020). “Sair de um ambiente muito quente e entrar num lugar muito frio (ou vice e versa) é basicamente a explicação do que pode causar um choque térmico na prática.”

Além de ajudar a evitar o choque térmico, o banho também ajuda a remover impurezas e produtos químicos da pele e do cabelo, o que contribui para manter a água da piscina mais limpa e saudável.

3.11.3.5 Câmera de Segurança

A instalação de câmeras de segurança permite que a área seja monitorada constantemente, o que ajuda a identificar rapidamente qualquer situação perigosa. No entanto, é importante lembrar que, mesmo com as câmeras, nem sempre há alguém assistindo ativamente as imagens. Isso significa que um incidente pode passar despercebido se não houver um monitoramento constante.

3.11.3.6 DASP - Dispositivo de Alerta para Segurança em Piscinas

A segurança em piscinas residenciais é uma grande preocupação para quem deseja proteger sua família, amigos e animais de estimação. Para resolver este problema, será criado um dispositivo de segurança que é realmente eficaz. Esse aparelho tem a capacidade de detectar automaticamente quando alguém cai na piscina. Assim que isso acontece, o dispositivo emite rapidamente um alarme sonoro, luminoso e também desliga a bomba da piscina, para ajudar a evitar um afogamento. Com esse dispositivo, a segurança na piscina fica muito mais garantida, proporcionando mais tranquilidade para quem usa a área de lazer.

3.12 DASP - DISPOSITIVO DE ALERTA PARA SEGURANÇA EM PISCINAS

Com o intuito de aumentar a segurança nas áreas de lazer aquático e reduzir o risco de acidentes, será desenvolvido um dispositivo de segurança funcional. O dispositivo visa oferecer uma proteção adicional para as piscinas residenciais. Ele será projetado para detectar automaticamente quando alguém cai na piscina, com essa detecção rápida será possível uma resposta imediata dos responsáveis, reduzindo o risco de afogamento e outros acidentes relacionados à água.

A importância deste dispositivo reside na sua capacidade de melhorar a segurança nas piscinas residenciais. Afogamentos são uma das principais causas de acidentes fatais entre crianças, e a presença de um sistema de alerta eficiente pode fazer a diferença. O dispositivo não só ajuda a alertar os responsáveis com um alarme sonoro e luminoso, mas também contribui para a prevenção de acidentes

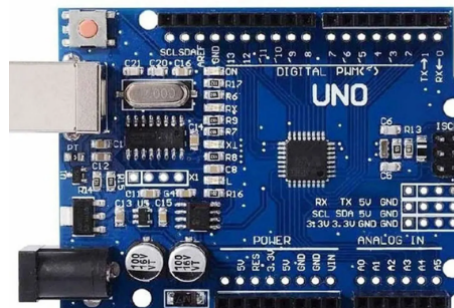
ao desligar automaticamente a bomba da piscina. O funcionamento geral do dispositivo é simples e eficaz. O dispositivo é equipado com chaves boias para detectar quando alguém cai na piscina, acionando imediatamente um alarme sonoro e um sinal luminoso no dispositivo que ficará na piscina e no aparelho que ficará dentro de casa. Esses alertas são projetados para chamar a atenção rapidamente e garantir que os responsáveis possam agir imediatamente. Além disso, o dispositivo possui uma função de segurança adicional, ao detectar a queda, o dispositivo desligará automaticamente a bomba da piscina. Isso ajuda a evitar o risco de sucção, que pode ser muito perigoso e aumentar o risco de afogamento.

3.12.1 Materiais Utilizados

3.12.1.1 Arduino Uno

O Arduino é uma ferramenta de código aberto, o que significa que qualquer pessoa pode acessar e modificar seu código, e isso ajuda a formar uma grande comunidade de desenvolvedores. A placa é modular e permite adicionar várias funções a diferentes dispositivos. Além disso, o Arduino vem com um software, chamado IDE (Integrated Development Environment), onde você pode escrever e carregar o código para que a placa funcione corretamente.

Figura 15 - Placa arduino uno R3

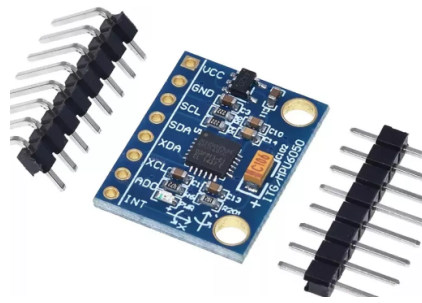


Fonte: Scharlau Componentes Eletrônicos (2024)

3.12.1.2 Acelerômetro e Giroscópio

O acelerômetro e o giroscópio 3 eixos são sensores que medem movimento e orientação. O acelerômetro detecta mudanças na velocidade e inclinação, enquanto o giroscópio mede a rotação em três direções. Juntos, eles ajudam a monitorar a posição e o movimento do dispositivo.

Figura 16 - Acelerômetro E Giroscópio 3 eixos



Fonte: Makerhero (2024)

3.12.1.3 NRF24L01 Transceptor Wireless

O NRF24L01 é um transceptor wireless, ou seja, ele pode enviar e receber dados sem fio. Esse módulo funciona com comunicação por rádio frequência e é muito utilizado em projetos de automação e controle remoto, como transmitir informações entre dois dispositivos sem a necessidade de cabos. Ele opera em uma faixa de 2,4 GHz, é eficiente em termos de consumo de energia e tem um bom alcance, sendo ideal para sistemas que exigem comunicação sem fio de curto a médio alcance. Além disso, o NRF24L01 é conhecido por seu baixo consumo de energia, o que o torna eficiente para aplicações onde a economia de bateria é importante. Seu alcance pode variar de curto a médio, dependendo das condições e da configuração, sendo ideal para redes de dispositivos que precisam se comunicar de maneira rápida e sem fio.

Figura 17 - NRF24L01



Fonte: Amazon (2024)

3.12.1.4 Módulo Relé

O módulo relé 1 canal com LED indicador é um componente que permite controlar dispositivos de alta tensão, como lâmpadas ou motores, usando uma placa de prototipagem como o Arduino, ele funciona como um interruptor eletrônico. O

módulo possui um único canal, o que significa que ele pode controlar um dispositivo por vez. Além disso, ele vem com um LED indicador que acende para mostrar quando o relé está ativo, facilitando o monitoramento visual do funcionamento. Esse módulo é muito utilizado em projetos de automação residencial, onde é preciso controlar dispositivos elétricos de forma segura.

Figura 18 - Módulo Relé



Fonte: Magazine Luiza (2024)

3.12.1.5 Buzzer

O buzzer passivo 5V é um pequeno componente eletrônico que emite sons quando recebe sinais elétricos. Diferente do buzzer ativo, ele precisa de um sinal de frequência (gerado pelo Arduino ou outro microcontrolador) para produzir som, o que permite tocar diferentes tipos de tons e músicas.

Figura 19 - Buzzer Passivo



Fonte: Makerhero (2024)

3.12.1.6 Fonte de Alimentação 9V

Uma fonte de 9 volts é um aparelho que fornece energia elétrica com uma tensão fixa de 9V.

Figura 20 - Fonte de Alimentação 9V

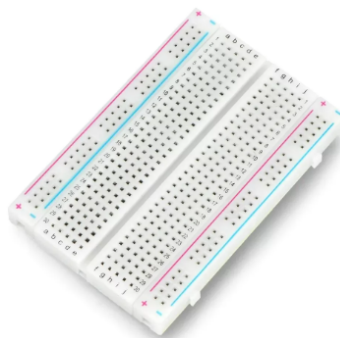


Fonte: Ponto de Eletrônica (2024)

3.12.1.7 Protoboard

Também chamada de breadboard, a protoboard é uma placa reutilizável usada para desenvolver protótipos de circuitos eletrônicos. Ela tem uma série de furos onde os componentes podem ser inseridos e conectados, permitindo a montagem e teste de circuitos sem precisar soldar.

Figura 21 - Protoboard 400 Pontos

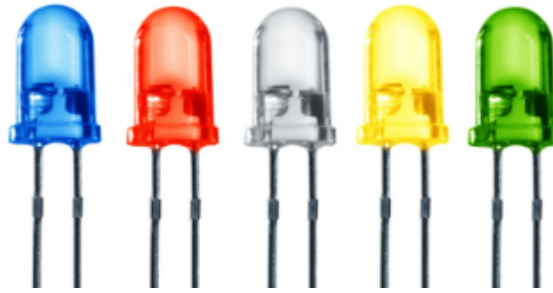


Fonte: Eletrogate (2024)

3.12.1.8 LED

O LED (Light Emitting Diode) é um diodo que emite luz quando uma corrente elétrica passa através dele. Ele é amplamente utilizado em circuitos eletrônicos para indicar estados, criar displays e fornecer iluminação. Os LEDs são eficientes em termos de energia e têm uma longa vida útil.

Figura 22 - LEDs



Fonte: Leroy Merlin (2024)

3.12.1.9 Cabo Jumper

O cabo jumper é um fio utilizado para fazer conexões temporárias entre componentes eletrônicos em uma protoboard. Ele facilita a montagem de circuitos, permitindo a conexão rápida entre diferentes partes do circuito sem a necessidade de soldagem.

Figura 23 - Cabo Jumper



Fonte: Eletrogate (2024)

3.12.1.10 Bateria 9V Recarregável

Uma bateria 9V recarregável fornece 9 volts e pode ser recarregada várias vezes.

Figura 24 - Pilha Bateria 9V Recarregável



Fonte: Eletrogate (2024)

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

4.1.1 Natureza

Quanto à natureza da pesquisa, esta se classifica como aplicada, pois, segundo Tatiana Gerhart e Denise Silveira (2009, p. 35), “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos.”

O presente estudo desenvolve uma versão aprimorada de equipamentos de segurança já existentes no mercado, com foco na proteção de crianças e animais de estimação. Além disso, o protótipo, uma vez validada sua eficácia, poderá ser implementado em residências, aumentando a segurança no ambiente doméstico.

4.1.2 Objetivos

No contexto científico, a presente pesquisa se enquadra na categoria exploratória, em alinhamento com seus objetivos. De acordo com Tatiana Gerhart e Denise Silveira (2009, p. 35), “este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses.”

Dado o conhecimento limitado sobre os incidentes de afogamento em piscinas residenciais no Brasil e os casos de afogamento em geral, tornou-se necessário aprofundar o estudo em fontes como a Defesa Civil e a Sobrasa (Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático). Essas investigações são fundamentais para compreender de forma mais abrangente este problema, que se mostra cada vez mais presente em nossa sociedade. Através dessa pesquisa, espera-se não só aumentar a clareza sobre o tema, mas também contribuir para o desenvolvimento de medidas preventivas mais eficazes.

4.1.3 Abordagem do Problema

A abordagem escolhida para este projeto é a qualitativa-quantitativa (quali-quanti), integrando tanto aspectos numéricos quanto exploratórios para uma análise mais abrangente.

Na abordagem quantitativa, o foco está na quantificação de dados sobre incidentes de afogamento em piscinas. Foram utilizados gráficos e índices estatísticos para identificar padrões e tendências, mensurando a mortalidade em diferentes faixas etárias. Além disso, dados quantitativos também foram coletados para avaliar a eficiência do dispositivo de segurança, analisando o tempo de resposta ao alerta e a frequência de detecção correta pelos sensores (acelerômetro, giroscópio e chave bóia). Essa análise permite ajustar o sistema e aumentar sua precisão e confiabilidade.

Já a abordagem qualitativa tem um caráter exploratório e descritivo. Foram realizadas entrevistas e estudos de caso com especialistas, usuários e famílias, com o objetivo de entender as percepções sobre a segurança em piscinas e o impacto emocional de acidentes. O foco está em como o dispositivo de segurança pode modificar a percepção dos usuários em relação à proteção em ambientes aquáticos, além de explorar sugestões para o aprimoramento de seu design e funcionalidades. A análise qualitativa capta as expectativas e experiências de quem utiliza o dispositivo, contribuindo para adaptações que o tornem mais eficiente e adotado no mercado.

Ao combinar as duas abordagens, o projeto tem uma visão mais completa, baseada em dados objetivos e na compreensão das percepções subjetivas dos usuários, garantindo tanto a eficiência técnica quanto a aceitação social do dispositivo de segurança.

4.1.4 Procedimento

“A pesquisa bibliográfica é realizada a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de websites” (Fonseca, 2002, p. 32). Nesse sentido, o presente estudo conduziu uma revisão bibliográfica sobre afogamentos em piscinas

residenciais e métodos de segurança, utilizando artigos científicos publicados por universidades brasileiras, assim como trabalhos de conclusão de curso acadêmico.

Além da pesquisa bibliográfica, foi realizada uma investigação documental, que, de acordo com Fonseca (2002, p. 32), “recorre a fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, pinturas, tapeçarias, relatórios de empresas, vídeos de programas de televisão, etc.” Dessa forma, foram examinadas tabelas e estatísticas sobre os índices de afogamento, tanto no Brasil quanto no exterior, além de artigos científicos que detalham os números de acidentes em piscinas residenciais.

Adicionalmente, esta pesquisa também se caracteriza como experimental. Segundo Gil (2007), “a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.” Com base nisso, o presente projeto visa demonstrar, por meio do desenvolvimento de um protótipo, a existência de meios de segurança eficazes que, mesmo de forma indireta, podem contribuir para a prevenção e o alerta em situações de risco em piscinas residenciais. Além da construção e análise do protótipo, serão realizados testes para avaliar sua eficácia e possíveis melhorias, contribuindo para a segurança em ambientes domésticos.

4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES

4.2.1 Arduino Uno

O Arduino Uno é o controlador central de todas as partes do protótipo, que incluem: chave boia, acelerômetro, giroscópio, módulo de comunicação NRF24L01, relé, buzzer e LEDs. Todos esses componentes estão conectados a uma protoboard por meio de cabos jumpers, sendo a alimentação fornecida por uma bateria recarregável de 9V, juntamente com uma fonte de alimentação de 12V.

Foram utilizados dois Arduinos Uno no projeto, um posicionado dentro da piscina e outro localizado dentro da residência. O Arduino da piscina tem a função de, quando algum dos sensores (chave boia, acelerômetro e giroscópio) for ativado,

enviar um sinal para o módulo NRF24L01, acionando o relé, o buzzer e os LEDs. O Arduino posicionado dentro da casa será responsável por receber esse sinal através do módulo NRF24L01 e, em resposta, ativar o buzzer e os LEDs instalados no ambiente interno.

4.2.2 Acelerômetro e Giroscópio

O sistema foi calibrado para reconhecer padrões de movimento característicos, e quando a movimentação ultrapassa um limite predeterminado, um sinal é enviado ao Arduino. Esse sinal aciona os mecanismos de segurança, como o relé, que desliga automaticamente a bomba da piscina, o buzzer, que gera alertas sonoros imediatos, e os LEDs, responsáveis por emitir sinais visuais de aviso.

Além disso, o sistema é capaz de operar de forma contínua e autônoma, monitorando a área em tempo real. A comunicação entre os Arduinos, feita através do módulo NRF24L01, garante que as informações detectadas na piscina sejam transmitidas imediatamente para a unidade instalada dentro da casa, ativando também os sistemas de alarme internos. Dessa forma, qualquer situação anormal será prontamente identificada, permitindo a resposta rápida por parte dos ocupantes da residência ou do ambiente monitorado.

A precisão dos sensores, combinada com a comunicação sem fio e os alertas multissensoriais, tornou o sistema robusto para garantir a segurança em áreas de risco, como piscinas, prevenindo acidentes de afogamento e permitindo uma intervenção rápida em caso de emergência.

4.2.3 NRF24L01

O módulo NRF24L01 permite a comunicação sem fio entre os Arduinos instalados na piscina e na residência, assegurando que as informações detectadas no ambiente externo sejam transmitidas de forma eficiente e em tempo real para o sistema de controle interno. Esse módulo opera em frequência de 2,4 GHz, oferecendo alta taxa de transferência de dados e um alcance adequado para cobrir a distância entre os dois Arduinos, mesmo em ambientes abertos.

Com essa comunicação, o Arduino na piscina envia alertas de ativação de sensores (como o acelerômetro, giroscópio ou chave bóia) para o Arduino localizado dentro da residência. Em resposta, o Arduino interno aciona os mecanismos de segurança correspondentes, como os sinais sonoros e visuais, garantindo que qualquer incidente seja rapidamente notificado. A utilização do NRF24L01 não apenas assegura uma comunicação confiável, mas também possibilita a operação remota do sistema, sem a necessidade de cabos ou infraestrutura física complexa, contribuindo para um sistema de monitoramento eficiente e prático.

4.2.4 Relé

O relé tem a função de desligar automaticamente a bomba da piscina, assim prevenindo possíveis acidentes relacionados à sucção de água. Ao ser acionado pelo Arduino em resposta a um sinal gerado pelos sensores (acelerômetro, giroscópio ou chave bóia), o relé interrompe o circuito elétrico que alimenta a bomba, garantindo que ela seja desativada imediatamente.

Essa medida de segurança é muito importante, pois a bomba de uma piscina pode gerar uma força de sucção perigosa, especialmente em situações de emergência. Ao desativá-la assim que qualquer atividade incomum é detectada, o sistema minimiza a possibilidade de acidentes, como o aprisionamento de uma pessoa pela força de sucção.

4.2.5 Buzzer

O buzzer é responsável por emitir um sinal sonoro sempre que os sistemas de segurança forem ativados. Quando o Arduino detectar um evento crítico, como a ativação dos sensores (acelerômetro, giroscópio ou chave bóia), o buzzer será acionado para alertar, de forma imediata e audível, as pessoas nas proximidades.

Ele oferece uma resposta rápida e clara, ajudando a chamar a atenção para o problema, possibilitando uma ação imediata. Além disso, o buzzer pode ser configurado para emitir sons de diferentes frequências ou padrões, indicando a gravidade da situação ou o tipo de alerta necessário.

4.2.6 LEDs

Os LEDs têm uma função visual no sistema de segurança. Eles foram programados para emitir luzes em cores diferentes, fornecendo indicações claras sobre o estado do sistema:

LEDs vermelhos: serão ativados quando o sistema de segurança detectar uma situação crítica, como a ativação de sensores (acelerômetro, giroscópio ou chave bóia). Essa cor indicará que o sistema está respondendo a uma emergência e que os mecanismos de precaução, como o desligamento da bomba e a emissão de alertas sonoros, estão em operação. Os LEDs vermelhos servirão como um sinal de alerta visual.

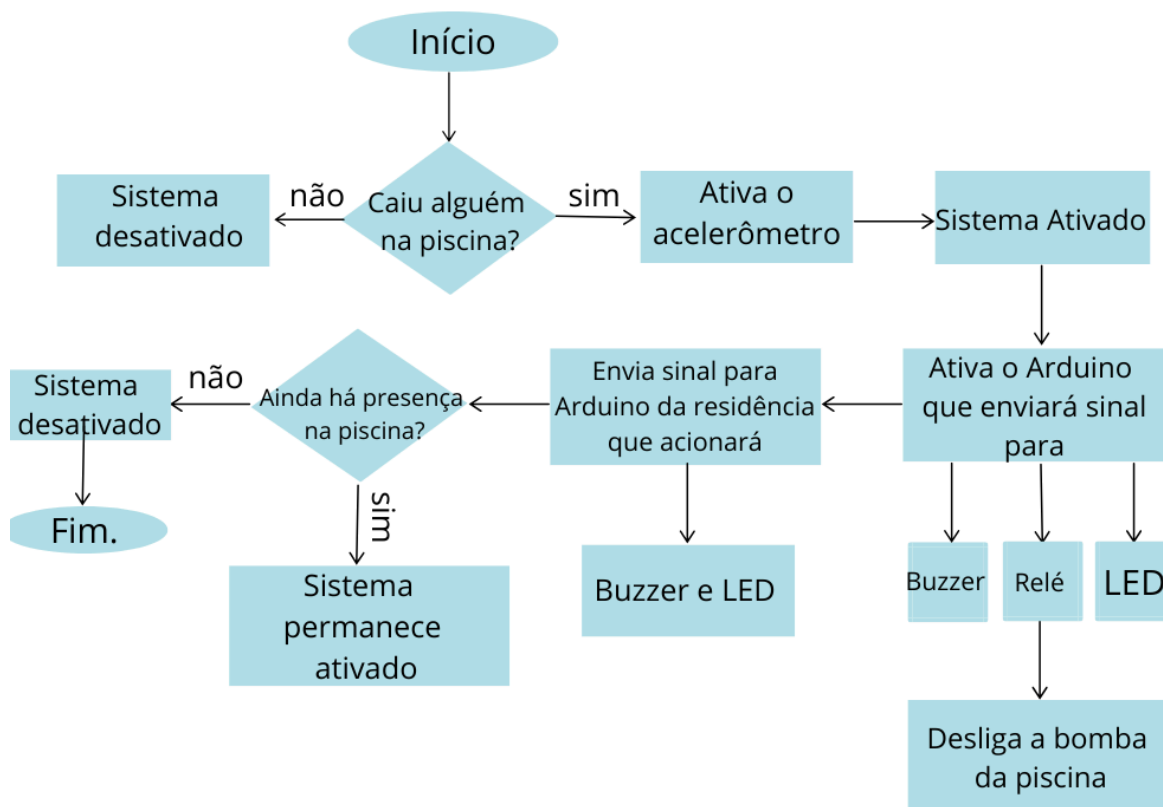
LEDs verdes: indicam que o sistema está operando normalmente, em modo de monitoramento contínuo. Essa cor garante que o sistema está em pleno funcionamento e pronto para detectar qualquer irregularidade.

4.2.7 Funcionalidades e o desempenho esperado do protótipo

As funcionalidades principais do protótipo é a detecção de presença na piscina utilizando sensores que identificam distúrbios na água e acionam o sistema que ativa imediatamente um buzzer e LEDs para alertar os responsáveis, juntamente com o desligamento da bomba da piscina com o intuito de evitar acidentes relacionados à sucção. O envio de alertas através de um módulo wireless (NRF24L01), possibilita uma resposta rápida mesmo se o responsável não estiver próximo. O desempenho esperado do dispositivo é agir em tempo real (dentro de segundos) à queda de uma pessoa ou animal na piscina, proporcionando um tempo de resposta adequado para prevenir afogamentos. O desenvolvimento inicial do protótipo foi testado em condições controladas, mostrando um desempenho promissor, o teste focou nas funcionalidades principais, como a detecção de presença na piscina por meio do acelerômetro e giroscópio.

4.2.8 Fluxograma

Figura 25 - Fluxograma de funcionamento

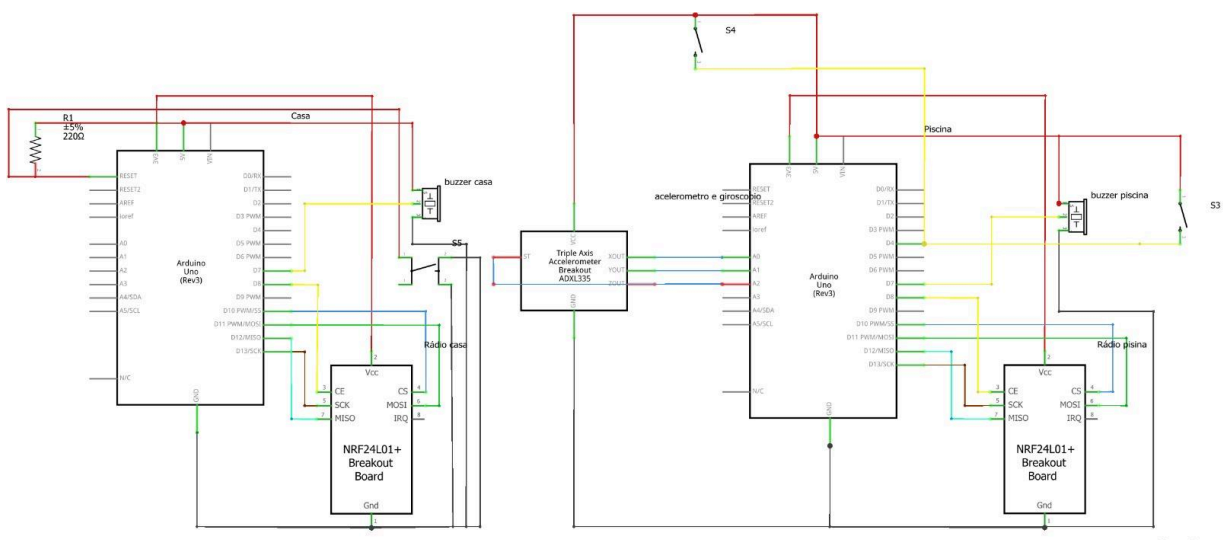


Fonte: Os autores (2024)

4.3 ESQUEMA ELÉTRICO

4.3.1 Esquema elétrico técnico

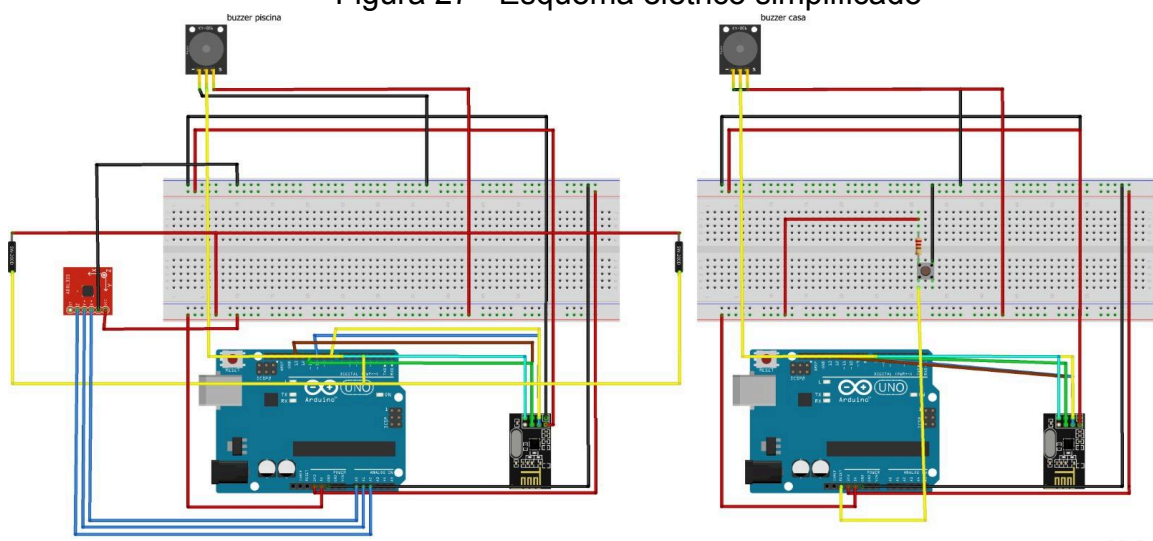
Figura 26 - Esquema elétrico técnico



Fonte: Os autores (2025)

4.3.2 Esquema elétrico simplificado

Figura 27 - Esquema elétrico simplificado

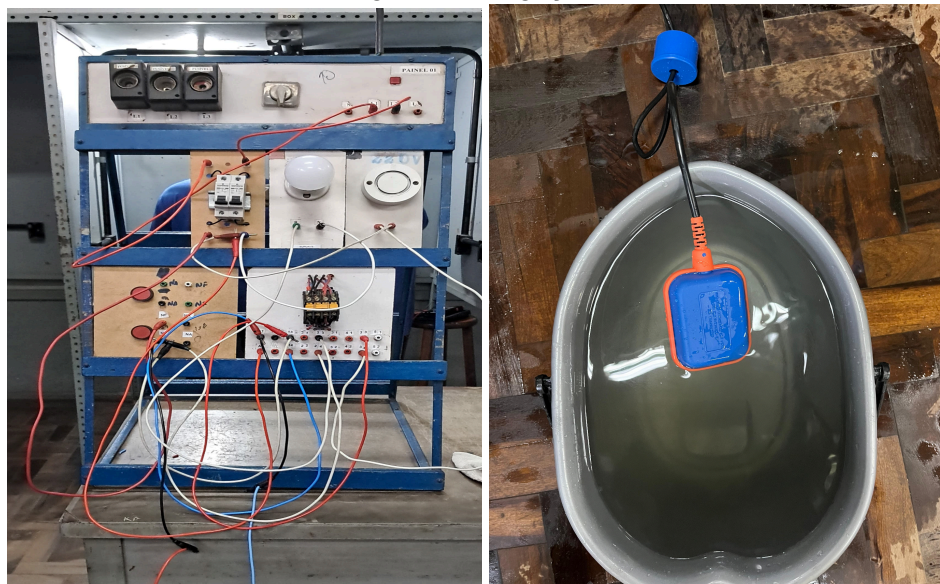


Fonte: Os autores (2025)

4.4 ETAPAS DE MONTAGEM / TESTES REALIZADOS

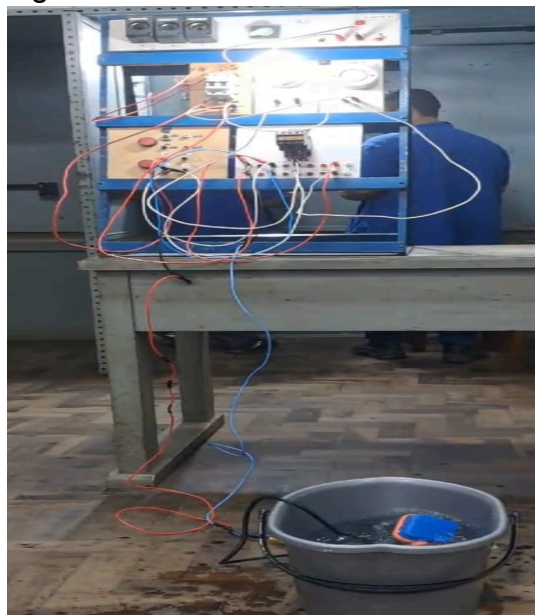
4.4.1 Teste Com a Chave Bóia

Figura 28 - Ligações



Fonte: Os autores (2024)

Figura 29 - Teste Com a Chave Bóia



Fonte: Os autores (2024)

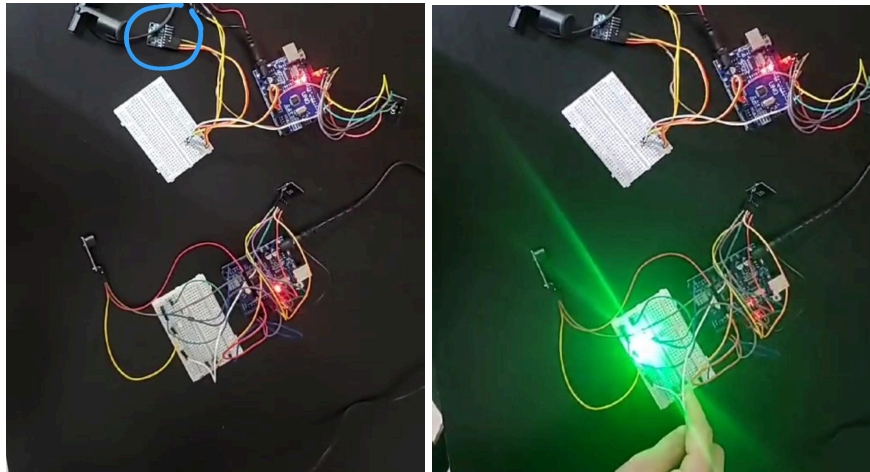
Esse teste teve como objetivo verificar se um sensor de nível seria eficaz para detectar quedas na água. Assim que um objeto foi largado no recipiente com água, o

sistema acionou o alarme e a lâmpada, demonstrando que a chave bóia é uma escolha adequada para essa função.

4.4.2 Teste Com o Acelerômetro.

No terceiro teste, experimentamos o uso do acelerômetro, cujo objetivo é acionar o sistema por meio do movimento da água. Durante o teste, após realizar as ligações, inclinamos o acelerômetro, que então ativou o circuito e acionou o alerta.

Figura 30 - Acelerômetro Operante / Acelerômetro Acionado

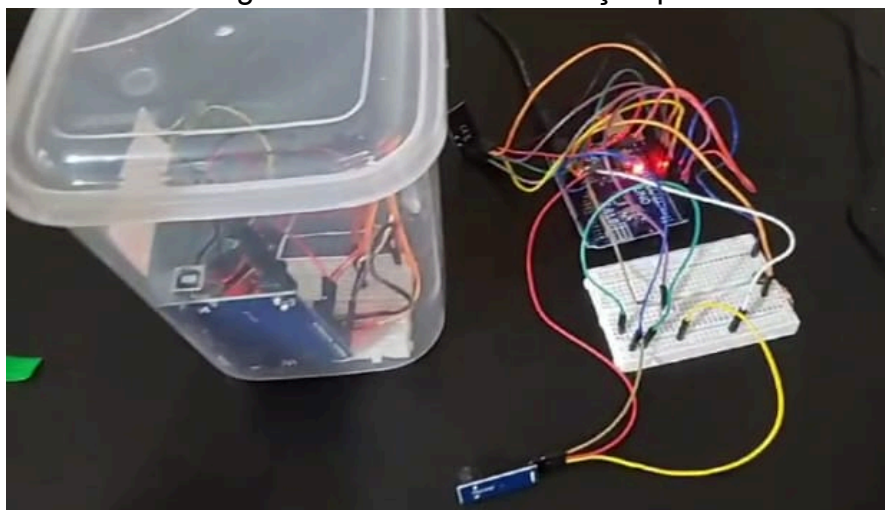


Fonte: Os autores (2024)

4.4.3 Teste em um Recipiente

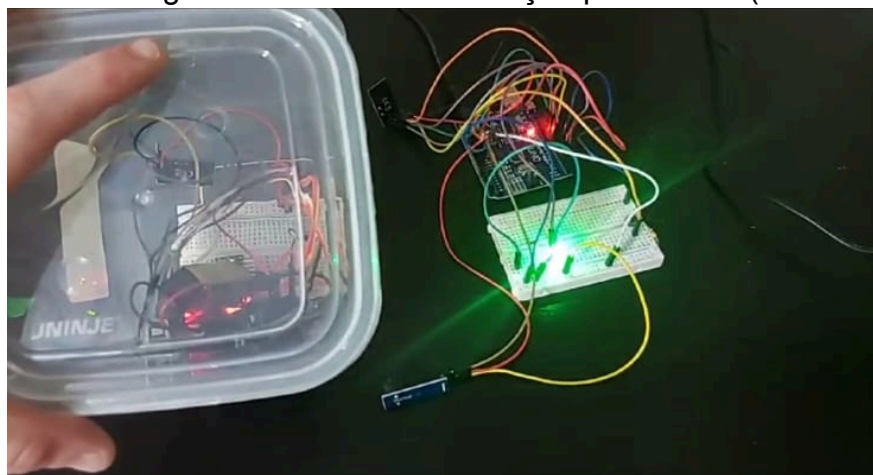
Neste teste, colocamos o protótipo em um recipiente, simulando a necessidade de mantê-lo protegido dentro da piscina. Após posicioná-lo no recipiente, inclinamos o aparelho para demonstrar que, ao detectar uma queda na água, o dispositivo se inclina, acionando o alarme. O objetivo é alertar rapidamente e facilitar uma resposta imediata dos responsáveis.

Figura 31 - Teste de Inclinação para Alerta



Fonte: Os autores (2024)

Figura 32 - Teste de Inclinação para Alerta (Acionado)



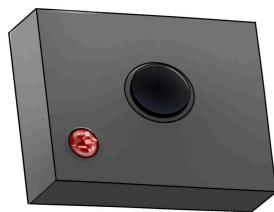
Fonte: Os autores (2024)

4.5 PROTOTIPAGEM

A seguir, iremos apresentar imagens que ilustram o design do protótipo final, com o recipiente que o protege da água. Essas imagens permitem visualizar a estrutura externa do dispositivo.

4.5.1 Dispositivo Final Casa

Figura 33 - Produto Final Casa



Fonte: Os autores (2024)

4.5.2 Dispositivo Final Piscina

Figura 34 - Produto Final Piscina



Fonte: Os autores (2024)

5 CRONOGRAMA

Tabela 6 - 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 7 - Cronograma 2025

2025	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Compra de componentes	X								
Montagem e teste do protótipo		X							
Análise de Dados		X							
Resultados			X						
Revisão de capítulos				X					
Considerações Finais					X				
Avaliação do CRC							X		
Produção do Banner								X	
27 ^a Exposchmidt								X	

Fonte: Os autores (2025)

6 RECURSOS

Tabela 7 - Recursos

Material	Valor unitário	Quantidade	Valor total	Fonte	Data
UNO R3 SMD CH340	R\$ 54,90	2	R\$ 109,80	SCHARLAU	07/09/2024
PROTOBOARD 400 PONTOS	R\$ 7,50	2	R\$ 15,00	MAKERHERO	07/09/2024
JUMPERS MACHO-MACHO X40 UNIDADES	R\$ 7,50	1	R\$ 7,50	ROBO CORE	07/09/2024
JUMPERS FÊMEA-FÊMEA X40 UNIDADES	R\$ 7,50	1	R\$ 7,50	ROBO CORE	07/09/2024
MÓDULO WIRELESS NRF24L01 2,4GHZ TRANSCEIVER RF	R\$ 12,90	2	R\$ 25,80	ELETROGATE	07/09/2024
ACELERÔMETRO E GIROSCÓPIO 3 EIXOS MPU-6050	R\$16,90	1	R\$16,90	MAKERHERO	07/09/2024
MÓDULO RELÉ 1 CANAL 5V	R\$ 6,90	1	R\$ 6,90	ELETROGATE	07/09/2024
BUZZER PASSIVO 5V	R\$ 4,90	2	R\$ 9,80	ELETROGATE	07/09/2024
BATERIA ELGIN RECARREGÁVEL 9V / 250MAH	R\$ 29,90	1	R\$ 29,90	ELETROGATE	07/09/2024
FONTE 12V 2A BIVOLT	R\$ 19,99	1	R\$ 19,99	AMAZON	07/09/2024
ADAPTADOR BATERIA 9V COM PLUG	R\$ 2,90	2	R\$ 5,80	ELETROGATE	07/09/2024
					Valor final: R\$ 254,89

Fonte: Os autores (2025)

7 RESULTADOS

O projeto aborda o problema de afogamentos em piscinas residenciais, especialmente entre crianças, com o objetivo de desenvolver um dispositivo preventivo eficiente e acessível. A solução proposta consiste em um dispositivo com sensores de detecção de movimento e queda na água, que emite alertas sonoros e visuais e desliga automaticamente a bomba da piscina, prevenindo acidentes graves.

Nos testes preliminares, o protótipo demonstrou boa funcionalidade e resposta rápida. A chave bóia e o acelerômetro mostraram-se eficazes na detecção de variações no nível da água, acionando imediatamente o sistema de segurança. O buzzer e os LEDs funcionam conforme esperado, emitindo um alerta sonoro alto e claro, enquanto os LEDs forneceram um feedback visual intuitivo. Esses componentes integrados garantem que o dispositivo ofereça uma notificação imediata em caso de emergência, crucial para prevenir afogamentos.

Apesar dos resultados promissores, melhorias adicionais são necessárias para garantir a durabilidade do dispositivo em diferentes condições, como exposição contínua à umidade, sol e uso prolongado. Além disso, implementamos um sistema de comunicação sem fio que permite alertas, proporcionando maior segurança e tranquilidade aos usuários, além de futuramente adicionar a função de desligar a bomba da piscina assim que alguém cair na água, podendo evitar uma potencial situação de risco, causada por sucção.

A viabilidade do projeto foi confirmada, com um custo de produção estimado entre R\$300 e R\$400, tornando o dispositivo acessível. O tempo de desenvolvimento, incluindo montagem e testes, pode ser concluído em até 3 meses. Esse custo relativamente baixo, combinado com a fácil implementação e a eficácia do protótipo, posiciona o dispositivo como uma solução prática e economicamente viável para a prevenção de acidentes em piscinas residenciais.

O impacto potencial do dispositivo é significativo, tanto no âmbito socioeconômico quanto técnico-científico. Ao reduzir o número de acidentes, ele pode diminuir os custos sociais e de saúde relacionados a afogamentos, enquanto contribui para o avanço de tecnologias voltadas à segurança doméstica. Além disso, o protótipo tem baixo impacto ambiental, devido ao seu consumo energético

reduzido e à proteção adicional oferecida às bombas de piscina, prolongando sua vida útil.

Conclui-se que o protótipo é uma solução prática e viável para melhorar a segurança em piscinas residenciais. Embora os resultados iniciais sejam encorajadores, melhorias técnicas são necessárias para garantir sua plena eficácia em diferentes cenários. Quando finalizado, o dispositivo terá o potencial de ajudar a prevenir afogamentos de forma eficaz, proporcionando uma camada adicional de segurança para as famílias.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL . **Plataforma Agência Brasil** . Brasília : Agência Brasil, 2023.

Disponível em:

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-07/afogamentos-provocam-57-mil-mortes-por-ano-no-pais>. Acesso em: 7 jun. 2024.

BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Biblioteca Virtual em saúde** . [S.l.]. Ministério da Saúde , 2016. Disponível em:

<https://bvsmis.saude.gov.br/acidentes-por-afogamento/#:~:text=Afogamento%20%C3%A9%20a%20entrada%20de,todos%20os%20%C3%B3rg%C3%A3os%20e%20tecidos>. Acesso em: 26 abr. 2024.

Banco de Saúde. Afogamento e submersão em águas naturais. Disponível em:

<http://cid10.bancodesaude.com.br/cid-10-w/w69/afogamento-e-submersao-em-aguas-naturais>. Acesso em: 26 jul. 2024

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **IN 33: PISCINAS E ÁREAS RECREATIVAS COM OPÇÃO AQUÁTICA DE LAZER**. 2018. Disponível em:

<https://dsci.cbm.sc.gov.br/index.php/pt/cidadao/instrucoes-normativas-in>. Acesso em: 10 out. 2024.

FIBRATEC PISCINAS. História das piscinas . História das piscinas , Blog, mar. 2020

Disponível em:

<https://fibratecpiscinas.com.br/blog/historia-das-piscinas#:~:text=As%20piscinas>. Acesso em: 8 ago. 2024.

FLORIANO FILHO . Senado . Brasília : **Rádio Senado** , 2023. Disponível em:

<https://www12.senado.leg.br/radio/1/noticia/2023/07/31/senado-debate-proposta-par-a-tentar-diminuir-numero-de-afogamentos-no-brasil>. Acesso em: 10 jul. 2024.

FOGAÇA, Emily Célia Rodrigues. **Sistema de detecção de crianças em situações de perigo em piscinas usando Deep Learning e IoT**. Orientador: Prof. Dr. Almir Kimura Junior. 2022. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica ,

Universidade do Estado do Amazonas- UEA, Manaus , 2022. Disponível em:

<http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/bitstream/riuea/4035/2/Sistema%20de%20detec%20a7%20a3o%20de%20crian%20as%20em%20situa%20a7%20b5es%20de%20perigo%20em%20piscinas%20usando%20DEEP%20LEARNING%20e%20IOT.pdf>. acesso em: 7 mai. 2024.

GERHARDT, Tatiana Engel e SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**, A

pesquisa científica, Porto Alegre - RS, Editora da UFRGS, 2009. Acessado em 3 ago.2024.

Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil.

Redução das vulnerabilidades aos desastres e acidentes na infância. 2ª edição, 2002. Disponível em:

<http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Defesa%20Civil/manuais/Vulnerabilidades-aos-desastres-na-infancia.pdf>. Acesso em: 02 set. 2024.

Manual Básico de Bombeiro Militar. Vol. 2 – **Tecnologia e Maneabilidade em Salvamentos**. Rio de Janeiro, 2016. Acesso em: 2 set.2024.

ONU- NAÇÕES UNIDAS. ONU News . [S.I.]. **ONU News** , 2022. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2022/07/1796332>. Acesso em: 5 jun. 2024.

PALMER, M. L. A **Ciência do Ensino da Natação**. São Paulo: Manole, 199. Acesso em: 06 out. 2024

PEDRO OSÓRIO . **CNN Brasil**. São Paulo : CNN Brasil , 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/brasil-registrou-mais-de-mil-desastres-naturais-em-2023-segundo-o-cemaden/#:~:text=O%20n%C3%BAmero%20supera%20os%20registros,enfermas%2C%20e%2074%20mil%20desabrigados>. Acesso em: 1 ago. 2024.

Perfil Esquemático de enchente, inundação e alagamento. Sítio da Defesa Civil de São Bernardo do Campo, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://dcsbcsp.blogspot.com.br/>. Acesso em: 23 ago. 2024.

RICHARDS, David. Afogamento : **Afogamento fatal; afogamento não fatal**, [s. l.], jan. 2023 Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/les%C3%B5es-intoxica%C3%A7%C3%A3o/afogamento/afogamento>. Acesso em: 16 mai. 2024.

ROCHA, M. P. S.; SZPILMAN, D. AFOGAMENTO. In: HARGREAVES, Luiz Henrique Horta; DANTAS, Rodrigo Assis Neves. **Atendimento Pré-hospitalar Múltiplas Vítimas/Catástrofes**. Rio de Janeiro: Águia Dourada, 2016. Cap. 3. Disponível em: http://www.szpilman.com/new_szpilman/szpilman/ARTIGOS/Cap%203%20-%20Afogamento%202005-11-15_szpilman.pdf. Acesso em: 05 out. 2024

SANTANA, V. H.; TAVARES, M. C. F.; SANTANA, V. E. **Nadar com segurança**: Prevenção de afogamentos, técnicas de sobrevivência, adaptação ao meio líquido e resgate e salvamento aquático. Barueri: Manole, 2003. Acessado em 14 out. 2024

SENADO NOTÍCIAS . **Senado Notícias** . Brasília : Senado Notícias , 2024. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www12.senado.leg.br/noticias/videos/2024/05/enchentes-no-rs-417-municipios-ja-foram-atingidos&ved=2ahUKEwj0lvf1mZGIAxUtq5UCHQDxOkUQFnoECB0QAQ&usg=AOvVaw2n-y3GDsoR5CPb2iMaZpjH>. Acesso em: 1 ago. 2024.

SCHINDA, A. **Epidemiologia do afogamento**. Estado e políticas públicas do Paraná. Cascavel (PR). PPGE, UNIOESTE, 2013. p.146 (Dissertação de Mestrado) Acesso em: 15 ago. 2024.

SZPILMAN, D. Afogamento – **Boletim epidemiológico no Brasil**. Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático **SOBRASA**, 2017. Disponível em:

<http://www.sobrasa.org/?p=23335>. Acesso em: 22 ago. 2024.

SZPILMAN, David. Afogamento. Afogamento , **Rev Bras Med Esporte** , v. 6, n. 4, p. 131-144, jul. 2000 Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbme/a/QsYqrfCKQT5vYbs8XPNCm4z/?format=pdf>. Acesso em: 7 ago. 2024.

TRINTA, Paulo Queiroz. **ANÁLISES DE ÓBITOS RELACIONADOS A AFOGAMENTOS** – ESTUDO DE CASO EM CINCO MUNICÍPIOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Orientador: Professora Dra. Regina Fernandes Flauzino. 2019. 63 f. Tese (Doutorado) - Curso de Mestrado Profissional em Defesa e Segurança Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2019. Disponível em: <https://defesacivil.uff.br/wp-content/uploads/sites/325/2020/10/TCC-2019-Paulo-Trint>. Acesso em: 9 ago. 2024.