



ESCOLA SALESIANA SÃO JOSÉ
CENTRO PROFISSIONAL DOM BOSCO - CPDB

Fernando Cordeiro Preissler Júnior
Herbert Martins Souza Figueiredo
Richard Marcos Ferraz Arruda

SISTEMA DE PREVENÇÃO CONTRA ACIDENTES ENVOLVENDO
ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES

Campinas
2024

Fernando Cordeiro Preissler Júnior
Herbert Martins Souza Figueiredo
Richard Marcos Ferraz Arruda

**SISTEMA DE PREVENÇÃO CONTRA ACIDENTES ENVOLVENDO
ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES**

Relatório referente ao Projeto de Conclusão de Curso, apresentado ao Centro Profissional Dom Bosco da Escola Salesiana São José, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Técnico em Eletroeletrônica.

Orientadora: Camila Tombasco Furlan

Coorientador: Geraldo Moreno Florentino Júnior

Campinas
2024

Dedicamos esse trabalho aos nossos familiares que nos apoiaram durante o processo, também aos nossos orientadores e professores, que nos conduziram durante o desenvolvimento do projeto.

AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos a Escola Salesiana São José e ao Centro Profissional Dom Bosco, juntamente aos órgãos de fomento e instituições.

“Os homens fazem sua própria história, mas não a fazem como querem; não a fazem sob circunstâncias escolhidas por eles mesmos, mas sob circunstâncias diretamente encontradas, dadas e transmitidas pelo passado.”

Karl Marx

RESUMO

Quem nunca se deparou com notícias sobre acidentes envolvendo inundações e alagamentos? Fenômenos que ocorrem há décadas no Brasil, conjuntamente intensificados pelas ações antrópicas e que se tornaram cada vez mais recorrentes. Foi desenvolvido um projeto que previne acidentes envolvendo tais processos. Para que fosse possível, leva-se em consideração impactos sociais, climáticos, políticos e econômicos, os quais contribuem para esses eventos. Também, o aumento na frequência de casos extremos, ocasionando em destruição e vulnerabilidade. Pensando nisso, nosso protótipo encena uma inundação através de um compartimento que simula uma área urbana conjunta a um rio.

Através de uma bomba d'água, posicionada na área interna de um galão cheio, a água é transportada ao paralelepípedo posicionado acima da maquete, que, com furos em seu interior, permite a simulação da chuva na área da maquete. A partir disso, sensores analógicos e digitais, distribuídos pelo protótipo, identificam o nível d'água presente no rio e a intensidade da chuva, permitindo que, através do Arduino, façamos respectivas análises dentro de intervalos de tempo e, com base nisso, dependendo da situação do nível do rio e da intensidade da precipitação, aciona-se sistemas de alertas, como orientações à população através da matriz de LEDs. Em altas probabilidades de casos extremos, o acesso às vias próximas ao leito do rio, são bloqueadas, através de cancelas e os semáforos sinalizam a impossibilidade do acesso.

Espera-se que o protótipo comprove a eficácia do sistema em antecipar e minimizar os impactos de inundações, oferecendo soluções adaptáveis a diferentes contextos urbanos. Além disso, o projeto visa expandir o debate sobre soluções inovadoras para mitigar os efeitos desses episódios, considerando a crescente frequência desses fenômenos devido às mudanças climáticas. Com a implementação, espera-se que municípios, especialmente aqueles com baixa arrecadação, possam adotar medidas eficazes para proteger suas comunidades, minimizando custos e salvando vidas.

Palavras-chave: Acidentes. Alagamentos. Prevenção. Inundações. Cidadania.

ABSTRACT

Who has never come across news about accidents involving flooding and inundations? Phenomena that have occurred for decades in Brazil, jointly intensified by human actions and that have become increasingly frequent.

A project was developed to prevent accidents involving such processes. To make this possible, social, climatic, political, and economic impacts, which contribute to these events, are taken into consideration. Also, the increase in the frequency of extreme cases, causing destruction and vulnerability. With this in mind, our prototype enacts a flood through a compartment that simulates an urban area together with a river.

Through a water pump, positioned inside a full gallon, the water is transported to the cobblestone positioned above the model, which, with holes inside, allows the simulation of rain in the area of the model. From this, analog and digital sensors distributed throughout the prototype identify the water level present in the river and the intensity of the rain, allowing, through the Arduino, to perform respective analyses within intervals of time and, based on this, depending on the situation of the river level and the intensity of the precipitation, activate alert systems, such as guidance to the population through the LED matrix. In high probabilities of extreme cases, access to roads close to the riverbed is blocked through barriers, and traffic lights signal the impossibility of access.

It is expected that the prototype will prove the effectiveness of the system in anticipating and minimizing the impacts of floods, offering adaptable solutions to different urban contexts. Furthermore, the project aims to expand the debate on innovative solutions to mitigate the effects of these episodes, considering the increasing frequency of these phenomena due to climate change. With implementation, it is expected that municipalities, especially those with low revenue, can adopt effective measures to protect their communities, minimizing costs and saving lives.

Keywords: Accidents. Flooding. Prevention. Inundations. Citizenship.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Densidade Demográfica.....	13
Figura 2 - Rio Sena	15
Figura 3 - Rio Tietê.....	17
Figura 4 - Inundação no Acre	18
Figura 5 - Rio Pinheiros.....	19
Figura 6 - Rio Capibaribe	20
Figura 7 - São Paulo	21
Figura 8 - Casa às margens de um rio	23
Figura 9 - Mapa densidade.....	24
Figura 10 - População em área de risco	26
Figura 11 - Inundações RS.....	27
Figura 12 - Inundações Vale do Itajaí.....	28
Figura 13 - Inundações RJ em 2011	30
Figura 14 - Piscinão	32
Figura 15 - Construção de Piscinão	33
Figura 16 - Placa Sobre Risco De Alagamento	34
Figura 17 - Alerta Defesa Civil.....	35
Figura 18 - Chuvas Extremas.....	36
Figura 19 - Efeito Estufa.....	36
Figura 20 - Computador	42
Figura 21 - Smartphone	43
Figura 22 - Jornais e Artigos	43
Figura 23 - Compartimento.....	44
Figura 24 - Arduino UNO.....	44
Figura 25 - Chave Boia	45
Figura 26 - Micro Servo Motor.....	46
Figura 27 - Matriz De LEDs.....	47
Figura 28 - Mini Semáforo.....	47
Figura 29 - Placa de Acrílico	48
Figura 30 - Galão d`água	49
Figura 31 - Mangueira De Chuveiro	49

Figura 32 - Vidro Da Frente Do Reservatório.....	50
Figura 33 - Conjunto De Policarbonatos	51
Figura 34 - Sensor Ultrassônico	51
Figura 35 - Arduino MEGA	52
Figura 36 - Logo do Word	53
Figura 37 - Logo do Google.....	53
Figura 38 - Logo do WhatsApp.....	54
Figura 39 - Arduino IDE.....	54
Figura 40 - AutoCAD	55
Figura 41 - Maquete	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Densidade populacional da região norte	25
Tabela 2 - Planilha De Custos Do Projeto	58

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1.	Desenvolvimento populacional em proximidade aos rios.....	15
2.1.1.	Quebra do ciclo hidrológico causado pela urbanização.....	18
2.1.2.	Infraestrutura urbana no Brasil.....	20
2.1.3.	Problemas da urbanização em áreas de risco.....	22
2.2.	Histórico recente de inundações e alagamentos no Brasil.....	27
2.2.1.	Tentativas de prevenção.....	31
2.2.2.	A importância de medidas de prevenção no Brasil.....	33
3.	Relações climáticas e suas consequências.....	35
5.	JUSTIFICATIVA	38
6.	OBJETIVOS	40
6.1.	Objetivos Gerais.....	40
6.2.	Objetivos Específicos.....	40
7.	MATERIAIS E MÉTODOS	41
7.1.	MATERIAIS.....	41
7.1.1.	Computadores	42
7.1.2.	Smartphones.....	42
8.	RESULTADOS PARCIAIS	56
9.	PLANILHA DE CUSTOS DO PROJETO.....	58
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

1. INTRODUÇÃO

A maioria dos eventos naturais extremos que afligem a sociedade na atualidade são de natureza climática. Entretanto, mesmo que esses fenômenos sejam de origens naturais, as ações antrópicas têm contribuído para a intensificação deles, os quais tem a aparecido com maior frequência no decorrer dos anos.

Historicamente, a adaptação hidrográfica do Brasil em relação a locais urbanos, fez com que vários rios sofressem com grandes intervenções humanas, tendo seu escoamento modificado e sua capacidade reduzida.

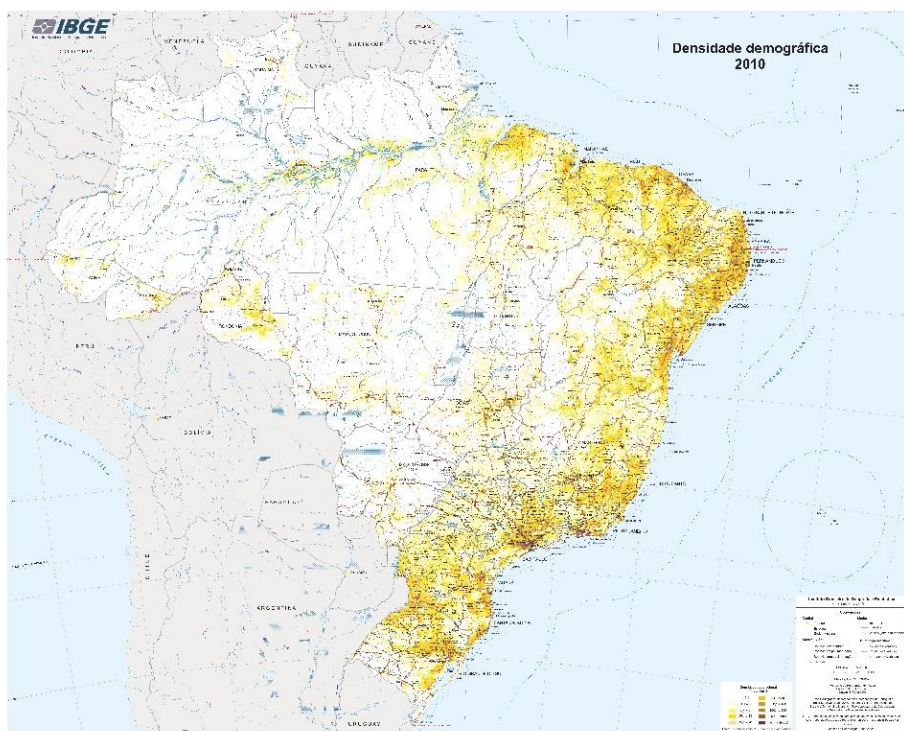
Antes de iniciar o tema principal do projeto, é importante saber a diferença dos processos hidrológicos mais comuns: enchentes, inundações e alagamentos. Iniciando pelo processo mais recorrente, as enchentes trata-se do aumento do nível d'água e da vazão de um rio, atingindo seu limite, mas sem transbordar. A inundação, seria como uma fase posterior a enchente, pois é quando ela atinge a marginal, transbordando, porém, de forma controlada. Já o alagamento é a concentração de água em locais urbanos ocasionados por problemas de drenagem, não estando necessariamente ligado ao rio. (CRM, 2017)

Esta pesquisa investigará os amplos fatores que ocasionam os alagamentos e as inundações, principalmente em relação aos acidentes envolvendo esses fenômenos. Dentre os fatores, podem ser levados em consideração, aspectos sociais, políticos, climáticos e econômicos, os quais interligam-se entre si, ocasionando o aumento da frequência de acidentes envolvendo esse tipo de evento tão recorrente no Brasil. Evidentemente, não é possível apontar apenas para um aspecto e entendê-lo como o causador desse problema, pois são diversos os fatores que podem ocasioná-los. Entretanto, é possível identificarmos qual o aspecto principal que levou a crescente desses casos.

A crescente desses fenômenos está diretamente relacionada às influências antrópicas nos fatores climáticos, como o aumento da temperatura, onde a ampliação substancial das emissões dos gases do efeito estufa, fazem com que a retenção de umidade pela atmosfera, através das geleiras, rios, lagos e oceanos, além do processo de evapotranspiração (relacionado a evaporação da água retida pelo solo e a retenção de umidade através da transpiração das plantas), seja maior, aumentando

a frequência das precipitações , causando chuvas mais intensas, o que leva ao aumento de casos extremos, como as inundações e os alagamentos, colocando em insegurança as pessoas que vivem e circulam em áreas propensas a esses fenômenos. Pode-se citar algumas das causas para essas mudanças climáticas. O negacionismo setorial e governamental em relação a emissão de gases do efeito estufa, que são os responsáveis pelas alterações climáticas. Como a principal causa dos acidentes com alagamentos, pode-se citar a péssima estruturação urbana, tanto em aspectos demográficos, quanto em aspectos de segurança, demonstrando que os próprios alagamentos possuem fatores das mais diversas origens e que os próprios, junto das suas consequências, só podem ser contidos completamente, através de um combate estrutural ao o que os ocasionam. (HEUMINSKI, 2020). Além disso, diversas outras pesquisas científicas identificam e denunciam, retratando o constante aumento de casos de situações envolvendo alagamentos, a problemática, suas consequências e impactos na sociedade. Constantemente, em períodos de chuvas intensas, as quais tornam-se cada vez mais recorrentes, os veículos midiáticos retratam situações de acidentes originados por esses problemas estruturais, muitas vezes relatando casos de mortes das mais diversas, tendo correlação direta ou indireta com os alagamentos, em que a maioria dos acidentes com esse tipo de problema, dão-se pela circulação indevida de pessoas em áreas alagadas. Considerando isso, a investigação demonstra que a própria circulação voltada às áreas sujeitas aos alagamentos, demonstram fenômenos históricos sobre a formação das próprias sociedades, em que a maioria dos grandes centros urbanos possuem como característica o desenvolvimento civilizatório próximo aos rios, junto disso, o desenvolvimento de indústrias, comércios e moradias, naturalmente levando à uma elevada concentração demográfica em tais áreas. Conforme o mapa interativo do IBGE (Figura 1) , o qual representa dados sobre a densidade demográfica no Brasil, interpretou-se que, de fato, há uma demasiada concentração populacional em áreas mais próximas aos rios, córregos e ribeirões, a exemplo de grandes metrópoles brasileiras, como o município de São Paulo, por exemplo, que desenvolveu-se, junto de seu próprio Estado, muito pela importância do Rio Tietê e suas bacias hidrográficas, responsabilizando-se pelo desenvolvimento da agricultura, da pecuária e em geral, também muito importante para a industrialização do Estado.

Figura 1 - Densidade Demográfica



Fonte: IBGE

No mapa, foi analisado para além das densidades demográficas em geral, as quais costumam ser maiores em regiões litorâneas, a concentração dentro das próprias cidades brasileiras, demonstrando que os processos de urbanização e expansão urbana, possuem como característica a proximidade de rios.

Além de tudo isso, o mapa permite a interpretação de que as áreas com maiores concentrações populacionais criam regiões com maiores temperaturas quando comparado às regiões com um menor índice de densidade demográfica. Em conformidade com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, que em uma de suas pesquisas, apontou um aumento crescente nas emissões de gases contribuintes para o efeito estufa atribuídas a áreas urbanas, de 62% para 67% - 72% da cota global entre os anos de 2015 e 2020, assim, contribuindo para o aumento de precipitações, logo, também levando aos fenômenos hidrológicos nas localidades urbanas. (IPCC, 2023). Considerando o histórico de acidentes com relação aos alagamentos em municípios urbanos no Brasil, é de interesse geral a criação de formas de prevenção a acidentes ocasionados por estes fenômenos. Logo, nos últimos anos, houve aparições metodológicas para contornar as destruições causadas

pelos alagamentos, que grande parte das vezes eram funcionais. Mas os grandes problemas começam a aparecer a seguir dessas criações, em que, apesar de ter-se criado métodos que conseguem evitar a maioria dos alagamentos, não são todos os municípios que possuem a capacidade alcançar esses objetivos. Paralelamente a isso, questiona-se que apesar de existirem formas de prevenção a alagamentos, como os piscinões, a sociedade ainda sofre com os seus riscos, sendo muito afligida por acidentes causados por esses fenômenos no Brasil, até porque, a construção de piscinões exige uma alta verba financeira, fazendo com que municípios de baixa arrecadação, ainda sofram com o problema. Contudo, 51% dos municípios brasileiros, apresentam contas em vermelho, o que significa que esses municípios possuem uma arrecadação menor do que suas próprias despesas. Essa situação reflete em todos os campos dependentes do financiamento dos órgãos públicos, demonstrando uma crise generalizada dentro desses setores, inviabilizando para a grande maioria das cidades que sofrem com alagamentos, as construções dos piscinões, tendo em vista a dimensão e a complexibilidade dessas obras, as quais chegam a custar mais de R\$ 200 milhões, como anunciado pelo governo do Estado de São Paulo no início da construção do piscinão de Jaboticabal. (CNM, 2023). 6 Além disso, o aumento na recorrência dos casos envolvendo alagamentos e inundações, demonstra que as políticas atuais a fim de prevenir esses fenômenos, não surtem os efeitos esperados, demonstrando que a situação em relação aos problemas é alarmantes e necessita de mais pesquisas e metodologias para que seja possível contornar as consequências extremas das problemáticas. Essa situação leva a muitos outros problemas, as inundações e os alagamentos não são problemas isolados, com eles, outros problemas são levantados, como o acesso à moradia, saúde, empregabilidade, a própria circulação de pessoas e até mesmo o empreendimento, demonstrando que o problema atua socialmente, de maneira que outras negatividades se ergam. Tendo em vista todos os problemas apresentados e o aumento na frequência de acidentes envolvendo alagamentos, foi idealizado um método preventivo para que a probabilidade de ocorrência dessas dificuldades seja minimizada ao máximo, visando o desenvolvimento da seguridade social, já que, como demonstrado anteriormente, esses episódios tornam-se cada vez mais recorrentes e ao ponto que a tendência climática é o seu agravamento, caso medidas de contenção a esse tipo de crise não sejam desenvolvidas, os próprios acidentes com esses fenômenos hidrológicos também tendem à deterioração.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Desenvolvimento populacional em proximidade aos rios

O que exatamente caracteriza um rio? quais são as suas relações com a sociedade? etimologicamente o rio é o escoamento d'água em um certo curso, entretanto, para uma sociedade, esse pensamento se aprimora de forma que ele é tratado como base para uma melhor estruturação social, levando em suas correntes, a história das primeiras civilizações, sendo assim, considerado uma fonte primária para o desenvolvimento de sociedades.

Figura 2 - Rio Sena



Fonte: Rios do planeta

Às margens de um rio, levam consigo muitas vantagens para a adaptação de civilizações, por conta disso, normalmente as grandes metrópoles são cercadas pelos mesmos, pois, ao contrário da sua importância apenas pela estética, o rio carrega muitas possibilidades para o desenvolvimento civilizacional, como a melhoria da

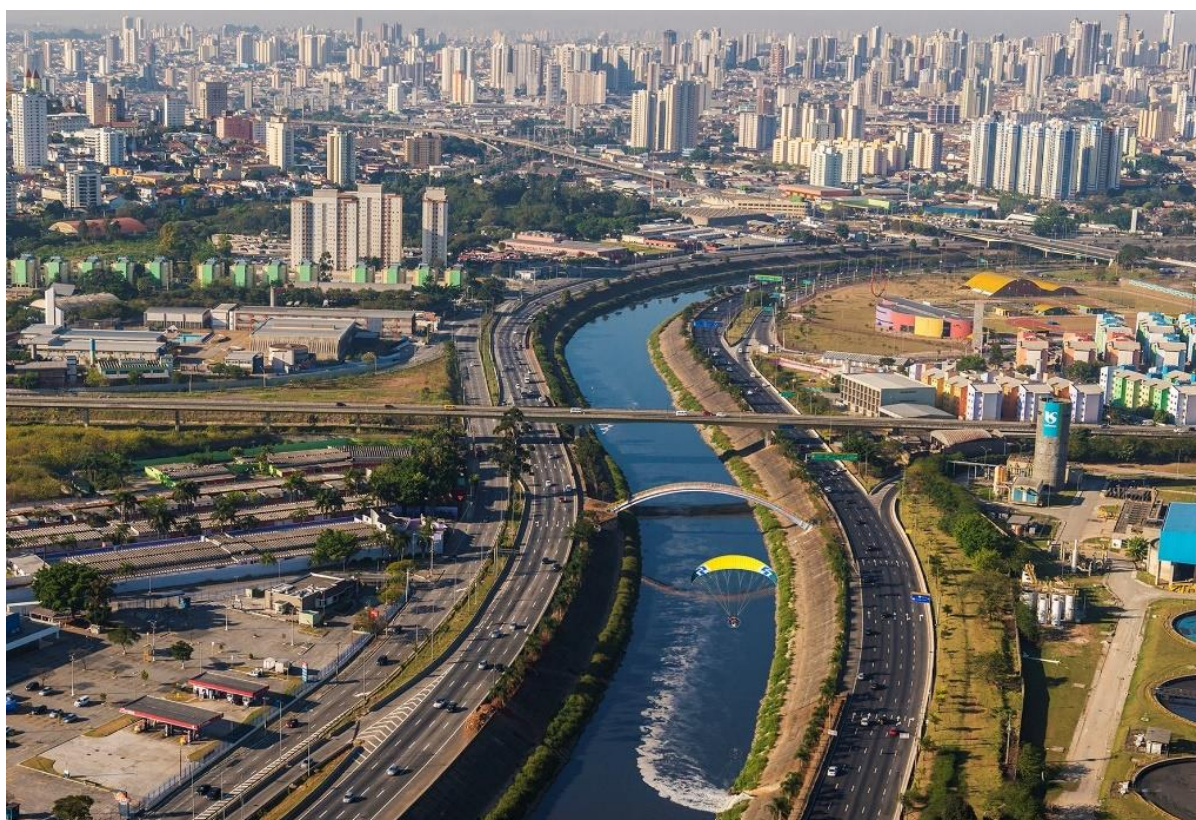
fertilidade das terras, que se dá pelo aumento das umidades do ar e da terra, permitindo também uma gama de possibilidades para o desenvolvimento do plantio, além de melhores condições climáticas para formas essenciais de vida. Os rios também apresentam outros benefícios fundamentais para o crescimento tecnológico de diversas sociedades, hodiernamente, a própria possibilidade de geração de energia, através da força da correnteza, mas também tecnologias mais basilares, a exemplo, varas e redes de pesca, além de embarcações fluviais, o que proporciona o desenvolvimento de certas relações sociais (a exemplo da comercialização de mercadorias), não só, como também o transporte através de embarcações, esse sendo mais ou menos importante dependendo do contexto histórico, permitindo o desenvolvimento do processo de exportações, o que facilita a conexão entre uma sociedade e outra. Além disso, os rios entregam muitas outras vantagens, que permitem às cidades voltadas por rios, tornarem-se mais populosas e produtivas.

Dito algumas das relações dos rios com o processo evolutivo da sociedade, é importante ressaltar que, com o estabelecimento de grandes cidades às margens dos rios, é muito comum que ocorra a mudança e adulteração em sua forma, modificando assim sua vazão, área e volume, ocasionando problemas que podem ser futuramente irreparáveis e catastróficos à sociedade. O exemplo mais próximo, conhecido por grande parte das pessoas, é o Rio Tietê, em São Paulo, que, por conta do acelerado processo de urbanização, inevitavelmente, de forma não planejada, sofreu drásticas alterações na sua forma natural, com projetos de expansão urbana, através da construção de avenidas e rodovias, causando a ampliação da circulação populacional e de moradias, conjuntamente com o processo de comercialização, ocasionado pela rápida industrialização da cidade de São Paulo, alterando assim sua vazão, como destacado

Após a retificação do Tietê, a velocidade das águas foi aumentada, pois os meandros, desaceleradores naturais, foram eliminados. Além disso, o aumento de velocidade das águas assoreia o rio por conta do material trazido, o que faz com que a calha seja diminuída, favorecendo as enchentes (...) A vazão original do rio era de 330m³/seg., atingindo 440m³/seg. depois das obras de retificação. Em 2002 iniciou-se obra para aumentar a calha do rio, resultando na vazão de 1048m³/seg. (Pessoa, 2019)

O Rio Tietê também enfrenta sérios problemas de poluição devido ao despejo excessivo de resíduos, principalmente em razão da grande concentração populacional em determinadas áreas durante seu percurso. Pesquisas realizadas põe em evidência resultados de 512 km analisados dos quase 1050 km de extensão da bacia hidrográfica do Tietê, onde apenas quase 13% apresentam boa qualidade d'água, aproximadamente 62% regular, enquanto 25% do trecho apresenta índices negativos, sendo 18% de qualidade ruim e 7% péssima, dados que preocupam e demonstram total irracionalidade na expansão urbana às áreas próximas ao leito do rio. (SOS Mata Atlântica, 2022)

Figura 3 - Rio Tietê



Fonte: Gooutside

Dos 4 pontos em que a água se encontra em péssima qualidade, 3 são na capital paulista, justamente pelo alto grau de aglomeração urbana na proximidade dos rios, o que acaba acarretando péssimas condições de vida, não só para os humanos, como também para outros seres, que em algum momento, antes desse acelerado

processo de industrialização, conseguiram desenvolver-se ali. (SOS Mata Atlântica, 2022)

2.1.1. Quebra do ciclo hidrológico causado pela urbanização.

Com a adequação da sociedade em áreas com muitos recursos naturais, se tem a modificação dos mesmos ocasionados pelas ações antrópicas. Porém, é de importante entendimento saber que uma das partes mais modificadas são os recursos hídricos em geral, logo temos a adulteração de rios, lagos, bacias, nascentes e etc, gerando assim problemas irreparáveis ao local estabelecido.

Figura 4 - Inundação no Acre



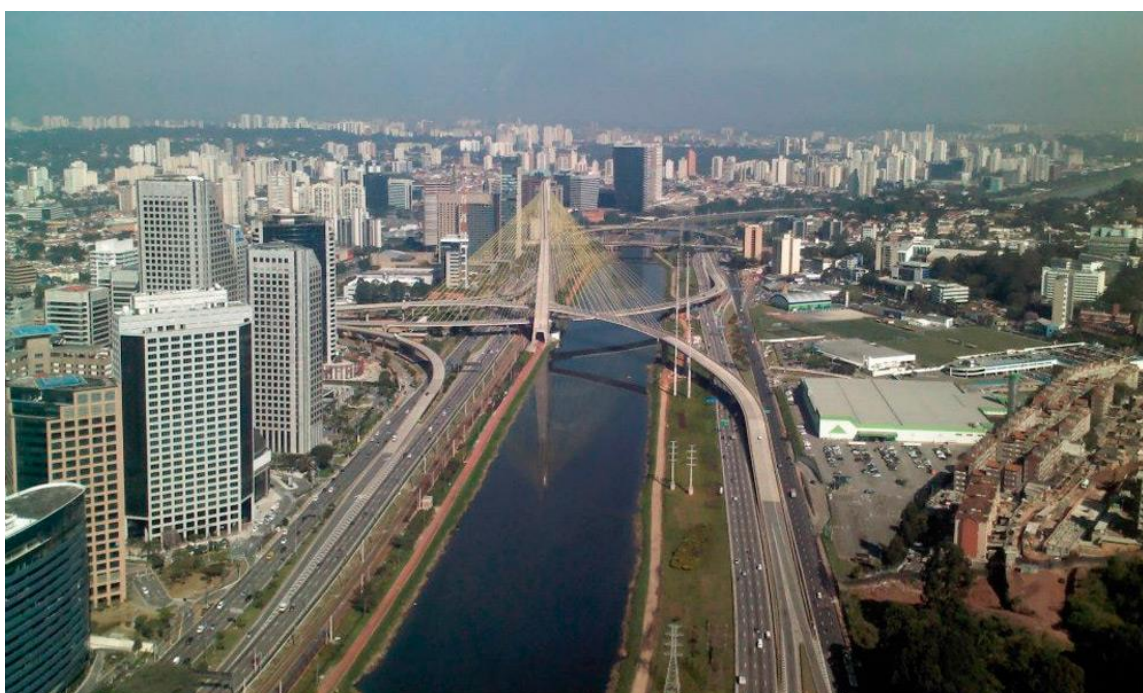
Fonte:Acrissul

O primeiro problema apresentado são as modificações da vazão do rio e do seu volume, que conseqüentemente podem ocasionar em eventos desastrosos, como enchentes, alagamentos e inundações. Um exemplo dessas modificações são as mudanças no rio pinheiros, que teve uma grande canalização e retificação entre 1920

e 1950 com objetivo de melhorar o escoamento d'água e facilitação na geração de energia.

A análise feita do Rio Pinheiros focou duas variáveis: as transformações gradativas e impactantes ocorridas no sistema e as políticas públicas, buscando identificar a relação de decorrência entre elas. As transformações foram analisadas pelos indicadores alterações ocorridas na paisagem e território do sistema, como a retificação e canalização do rio e seu uso e ocupação do solo. (Pessoa, 2024)

Figura 5 - Rio Pinheiros



Fonte: Encontra pinheiros

Podendo ser apresentado em outros rios como no Rio Capibaribe, que teve como motivo de suas modificações em 1970 o controle de seus afluentes e a melhora em suas marginais.

...ocorrida naquele século. Logo, foram formulados vários planos e projetos com intenção de controlar o rio. A partir de então o Governo Federal iniciou a construção de barragens ao longo do curso do rio, no alto e médio curso, e projetos de retificação e de aprofundamento no seu baixo curso, como também obras de aterros nas partes mais baixas do rio (Dnocs, 1986).

Figura 6 - Rio Capibaribe



Fonte: Flickr

Outros problemas são as mudanças no ciclo hidrológico, pois com o rio presente na área urbana, temos o possível aumento da temperatura, dando mais possibilidades a temporais, além da poluição que se estabelece no rio, que posteriormente ocasiona em eventos climáticos antrópicos, como chuva acida.

2.1.2. Infraestrutura urbana no Brasil.

Com o processo de urbanização, a concentração da população tornou-se muito densa para espaços muito reduzidos, trazendo consigo a competição pelos recursos naturais e o conjunto de novas formas para a infraestrutura local, a fim de tornar a área habitável a todos. entretanto, para que isso ocorresse foram precisos processos de remodelação do ambiente deferido, modificando os recursos naturais e a biodiversidade.

Figura 7 - São Paulo



Fonte:Wikipedia

A mudança da infraestrutura, e sua modernizações tem como intuito a melhoraria da qualidade de vida dos habitantes da região determinada, porém, muitas vezes desconsiderando a conservação dos recursos naturais, na tentativa de atender a necessidade da população urbana. Alguns dos principais indicadores do desenvolvimento urbano são:

População: taxa de crescimento, migração e densificação urbana;

Econômico: renda, produto bruto e perfil de produção;

Uso do solo: distribuição por tipo de uso do espaço urbano em residencial, comercial e industrial, áreas públicas.

Devido a esses indicadores, o fluxo de imigrantes aumenta de forma contínua, normalmente a procura de emprego ou melhora de vida, fazendo com que haja uma demanda constante na busca de habitação. Com esse aumento na demanda, passam

a ser criadas construções em apenas um lote, que teriam pouca capacidade de ocupação, passando a ter a habitação de cerca de 12 famílias, aumentando o número de habitantes por metro quadrado, porém mantendo a mesma infraestrutura, gerando certos impactos socioambientais.

As grandes cidades também apresentam alguns tipos de subsistemas, para que ela flua de forma contínua, então como forma de subsistemas temos, os sistemas de drenagens pluviais, abastecimento d'água, sistemas viários, energéticos e os de comunicação, fazendo com que os objetivos urbanos sejam concluídos de forma que a cidade possa fluir de forma correta, assim como foram pensadas e dimensionadas.

Considerando o aspecto econômico, a infraestrutura urbana deve propiciar o desenvolvimento das atividades produtivas, isto é, a produção e comercialização de bens e serviços. E sob o aspecto institucional, entende-se que a infraestrutura urbana deve propiciar os meios necessários ao desenvolvimento das atividades político-administrativas, entre os quais se inclui a gerência da própria cidade. (Neto, 1997. p. 40).

2.1.3. Problemas da urbanização em áreas de risco.

O processo de urbanização é um fenômeno que se iniciou em meados do século XIX e que teve sua expansão durante os séculos XX e XXI, levando consigo, o estabelecimento de grandes cidades como principal dirigente da economia industrial, fornecendo assim, uma vasta mão de obra para o desenvolvimento do capital nos grandes centros urbanos, permitindo sua expansão para as mais derivadas regiões. Dentro de um processo de urbanização acelerado, é possível observar a adaptação de territórios inaptos para moradia informal, que é submetido, de maneira não controlada, à população de baixa renda, gerando assim, a carência de novas políticas públicas para a geração de infraestrutura às pessoas dentro desse contexto de vulnerabilidade social. Logo, o modelo de expansão antrópica não levou e não levou em consideração as formas de conservação ambiental, além de não julgar necessário a preocupação da integridade das pessoas, vulnerabilizando-as e atingindo diretamente a conservação dos recursos naturais.

Figura 8 - Casa às margens de um rio



Fonte: Dreamstime

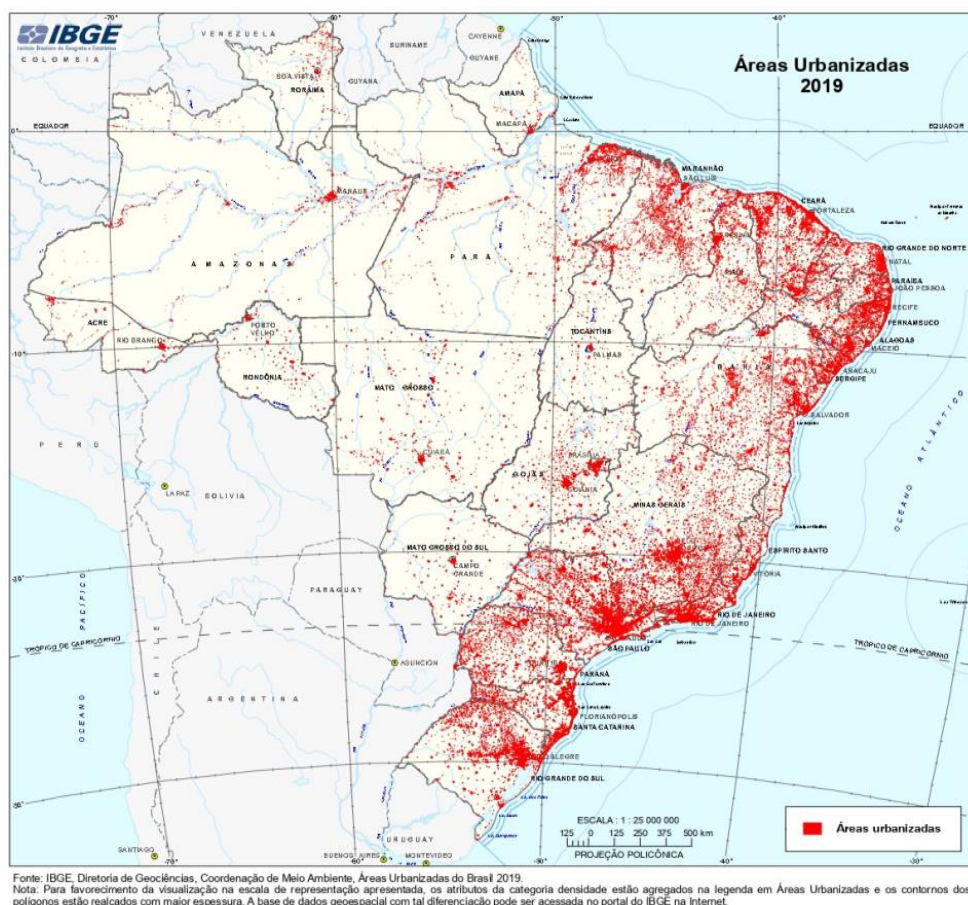
No Brasil temos diversos fatores que contribuem para os eventos hidrológicos extremos, porém, condizendo coma situação de vulnerabilidade social e o estabelecimento em áreas precárias, temos uma causa principal, que é o modelo de desenvolvimento e o descaso político, A resolução nº 2 da CONDEC, fala em um dos seus condicionantes sobre essa ideia.

A crise econômica que se desenvolveu no País, principalmente a partir da década de 70, gerou reflexos altamente negativos sobre o processo de desenvolvimento social e sobre a segurança das comunidades contra desastres, ao:

- deteriorar as condições de vida e o bem-estar social de importantes segmentos populacionais;
- intensificar as desigualdades e desequilíbrios Inter e inter-regionais;
- intensificar os movimentos migratórios internos, o êxodo rural e o crescimento desordenado das cidades;
- intensificar o desenvolvimento de bolsões e cinturões de extrema pobreza, no entorno das cidades de médio e grande porte.

Como consequência do êxodo rural, temos a intensificação da urbanização e o crescimento desordenado de periferias em áreas de risco, como comparativo, no estágio inicial do êxodo rural brasileiro, em 1960, a população urbana representava aproximadamente 44,7% do total, o que se tornou 78% em 1992, chegando aos 84% em 2002. Entretanto, nas pesquisas mais recentes do IBGE, é demonstrado comparativos relacionando as regiões brasileiras, que apontam quais locais foram os principais pontos migratórios ao decorrer desses últimos anos:

Figura 9 - Mapa densidade



Fonte: IBGE

Sendo os Pontos vermelhos a concentração de locais com maior índice de urbanização nos últimos anos, podendo ser melhor analisado a partir de uma planilha feita pelo IBGE no mesmo ano, que apesar de conter dados apenas da região norte, ainda é capaz de mostrar os dados de densificação e o seu aumento percentual.

Tabela 1 - Densidade populacional da região norte

NOME CONCENTRA ÇÃO URBANA	ADIÇ ÃO	DENSIFICA ÇÃO	NÃO COMPARÁ VEL	NÃO MAPEA DO	RECLASSIFIC ADO	SEM ALTERAÇ ÃO	ÁREA TOTAL MAPEA DA 2019	ÁREA COMPARÁ VEL 2019	AREA 2015 (RECALCUL ADA)	% DE CRESCIME NTO	
TOTAL	325,2						1600,9				
NORTE	8	16,88	0,00	63,83	10,82	25,15	1159,02	8	1537,15	1211,87	26,84
Total Pará	6	14,03	0,00	25,39	8,76	3,91	438,93	608,29	582,90	465,64	25,18
Santarém	32,26	0,00	0,00	6,34	0,00	1,44	60,98	101,02	94,68	62,42	51,69
Belém/PA	24,88	5,13	0,00	1,32	0,00	0,00	223,46	254,79	253,46	228,59	10,88
Parauapeba	13,70	5,15	0,00	7,72	0,48	0,16	40,32	67,54	59,82	46,12	29,71
Abaetetuba	12,39	0,00	0,00	0,22	1,43	0,00	12,34	26,39	26,17	13,78	89,92
Marabá	10,11	1,80	0,00	6,19	4,66	2,18	43,67	68,60	62,41	52,30	19,33
Castanhal	9,32	1,37	0,00	2,03	0,16	0,13	33,26	46,26	44,23	34,92	26,68
Bragança	8,07	0,58	0,00	1,13	1,44	0,00	16,85	28,07	26,95	18,88	42,76
Cametá	6,53	0,00	0,00	0,43	0,60	0,00	8,05	15,61	15,18	8,65	75,53
Total Amazonas	44,83	0,58	0,00	4,63	0,00	5,57	243,78	299,39	294,77	249,94	17,94
Manaus	37,27	0,41	0,00	3,88	0,00	5,45	233,86	280,86	276,98	239,71	15,55
Parintins	7,56	0,18	0,00	0,75	0,00	0,12	9,93	18,53	17,79	10,23	73,95
Total Rondônia	44,79	0,00	0,00	9,63	0,00	2,71	148,24	205,38	195,75	150,96	29,67
Porto											
Velho/RO	37,90	0,00	0,00	7,85	0,00	1,26	113,22	160,22	152,37	114,48	33,11
Ji-Paraná	6,89	0,00	0,00	1,78	0,00	1,45	35,03	45,16	43,37	36,48	18,90
Total Tocantins	36,62	2,16	0,00	12,62	0,00	4,93	114,57	170,91	158,29	121,66	30,10
Palmas	28,87	1,86	0,00	4,86	0,00	4,93	69,57	110,08	105,22	76,35	37,81
Araguaína	7,76	0,31	0,00	7,76	0,00	0,00	45,00	60,83	53,07	45,31	17,12
Total Amapá	31,08	0,05	0,00	4,67	0,19	1,55	68,39	105,93	101,26	70,18	44,29
Macapá/AP	31,08	0,05	0,00	4,67	0,19	1,55	68,39	105,93	101,26	70,18	44,29
Total Roraima	29,52	0,00	0,00	4,07	0,93	5,00	81,31	120,84	116,77	87,25	33,84
Boa Vista	29,52	0,00	0,00	4,07	0,93	5,00	81,31	120,84	116,77	87,25	33,84

Total Acre	21,18	0,05	0,00	2,83	0,94	1,48	63,78	90,25	87,42	66,24	31,97
Rio Branco	21,18	0,05	0,00	2,83	0,94	1,48	63,78	90,25	87,42	66,24	31,97

Fonte: IBGE

Com a tabela apresentada, é possível ver municípios que apresentam números próximos aos 90% de crescimento. Agora, fazendo um comparativo a pesquisa do IBGE, de 2010, a qual caracteriza o número de pessoas morando em áreas de risco, temos os seguintes dados:

Figura 10 - População em área de risco

População em Área de Risco por Regiões- 2010			
Grandes Regiões	População Total	População Total dos Municípios Monitorados	População em Risco nos Municípios Monitorados
Norte	15 864 454	8 776 309	340 204
Nordeste	53 081 950	25 961 835	2 952 628
Centro-Oeste	14 058 094	2 328 701	7 626
Sudeste	80 364 410	43 646 750	4 266 301
Sul	27 386 891	11 704 649	703 368
BRASIL	190 755 799	92 418 244	8 270 127

Fonte: IBGE

Na região norte, existem aproximadamente 340,204 pessoas caracterizadas como população de risco. Lembrando que o número apresentado pode não considerar toda a população em estado precário ou submetida a esses riscos, afinal esses dados podem apresentar números maiores nos dias de hoje. No ano analisado, a região nordeste apresentava quase 3 milhões de pessoas em área de risco, cerca de 11% de toda a população monitorada.

Provando assim, que apesar do impulso das grandes cidades, a urbanização acelerada colocou milhares de pessoas em situações precárias e sujeitas as ações da natureza que também tem como sua causa ações antrópicas.

2.2. Histórico recente de inundações e alagamentos no Brasil.

Um dos fenômenos hidrológicos mais comuns são as enchentes, observadas não só no Brasil, mas também em outros países. Elas se tornam mais frequentes em períodos chuvosos e, dependendo da intensidade da precipitação ao longo de determinado período, podem se transformar em inundações. Esses fenômenos são tão antigos quanto a própria civilização. A sociedade egípcia antiga, por exemplo, já enfrentava as cheias do rio Nilo e, para lidar com essas situações, desenvolveu técnicas como a construção de canais para armazenar a água excedente, além de barragens para proteger aldeias e plantações. No entanto, enquanto essas inundações eram, em grande parte, causadas pelo comportamento natural dos rios, os fenômenos hidrológicos atuais são intensificados pelas ações humanas, como a urbanização desenfreada e o aumento significativo da emissão dos gases do efeito estufa, causando um sério problema de aquecimento global, principalmente a respeito de zonas urbanas. Isso levanta questões importantes, como o distanciamento das sociedades modernas em relação às civilizações antigas em termos de convivência com a natureza. Além disso, apesar dos avanços tecnológicos, as sociedades modernas mostram-se mais vulneráveis do que antes.

Figura 11 - Inundações RS



Fonte: Abcmais

São questões que demandam reflexão e análise social, sendo fato que já existem séries históricas documentando esses eventos em diversas partes do mundo, incluindo o Brasil. Esses fenômenos têm se agravado de maneira exponencial, como demonstrado recentemente no Rio Grande do Sul, onde inúmeras famílias foram afetadas, gerando ampla cobertura nos principais meios de comunicação nacionais e internacionais.

Factualmente, o Brasil apresenta um histórico recente sensível aos fenômenos. Outra situação envolvendo a região sul do país, ocorreu em 2008, em Santa Catarina, no Vale do Itajaí, quando registrou-se uma máxima de 1001,7 mm de chuva na região de Blumenau. (Severo et al., 2011).

Figura 12 - Inundações Vale do Itajaí



Fonte: Clicrbs

"As chuvas de novembro de 2008 apresentam anomalias positivas que superam em mais de 700% a média histórica." (SEVERO; CORDEIRO; TACHINI; SILVA, 2011)

Para além das inundações, as quais já foram capazes de causar destruição, também houve deslizamentos, os quais atingiu pessoas e moradias em zonas vulneráveis ao fenómeno.

A gravidade dos eventos hidrológicos não se restringe ao sul do Brasil. A tragédia ocorrida na região serrana do Rio de Janeiro em 2011 é um exemplo emblemático de como esses fenómenos podem causar estragos devastadores. Em janeiro daquele ano, a região enfrentou um intenso período de chuvas que resultou em inundações e deslizamentos de terra de grandes proporções. As precipitações na região serrana ultrapassam a média em um curto período.

O evento foi particularmente devastador devido à combinação de fatores como o terreno montanhoso, a ocupação desordenada do solo e a falta de infraestrutura adequada para manejar tais volumes de água. Cidades como Nova Friburgo, Teresópolis e Petrópolis foram severamente afetadas, com deslizamentos de terra destruindo moradias e causando numerosas vítimas fatais. O impacto econômico e social foi imenso, destacando não apenas a vulnerabilidade das áreas urbanas a eventos climáticos extremos, mas também a importância de uma gestão mais eficiente do uso do solo e de medidas preventivas em áreas propensas a desastres naturais.

Esse evento na região serrana do Rio de Janeiro evidencia um padrão preocupante: o aumento da frequência e intensidade de eventos extremos de precipitação, exacerbados pela urbanização descontrolada e mudanças climáticas. Apesar dos avanços tecnológicos e do conhecimento acumulado, as sociedades modernas ainda enfrentam grandes desafios na adaptação e mitigação de riscos associados a fenómenos hidrológicos. Assim, é crucial que políticas públicas e estratégias de planejamento urbano sejam revisadas e aprimoradas para enfrentar esses desafios de forma mais eficaz.

Figura 13 - Inundações RJ em 2011



Fonte: G1

O balanço de vítimas do desastre da serra fluminense, publicado em 23 de março, registrou 905 mortos, 345 desaparecidos, 34.600 pessoas desabrigadas ou desalojadas na região. Entre os mortos, estavam bombeiros que foram soterrados ao procurar acesso a áreas com ocorrência de deslizamentos. (BUSCH; AMORIM, 2011)

Entretanto, diversos setores governamentais frequentemente recusam-se a estabelecer condições estruturais adequadas para minimizar ou até mesmo eliminar esses eventos, recorrendo a discursos sobre crises financeiras e endividamentos. Embora essas justificativas possuam certa veracidade, não há uma prioridade clara em mitigar a ocorrência desses desastres. Na tentativa de aliviar crises econômicas, busca-se cortar gastos em setores essenciais para a sociedade, como educação, saúde, segurança e infraestrutura, o que contribui para a recorrência dessas situações. Portanto, é imprescindível que o direcionamento dos gastos públicos seja revisto, a fim de reduzir a frequência desses eventos e promover melhorias nas condições sociais da população. Além disso, é fundamental que recursos sejam organizados de forma planejada e democrática, assegurando que o acesso à moradia ocorra em locais adequados e seguros.

2.2.1. Tentativas de prevenção.

Pela alta recorrência desses fenômenos, exigências sociais, vindas de setores populares, fazem com que alguns governos recorram a tentativas de amenizar, ou até mesmo impedir a ocorrência dos fenômenos hidrológicos. Entretanto, atualmente ainda existem discursos, propagandeados pelos governantes, que culpabilizam a própria população pelos danos, tais que transferem a responsabilidade das pessoas viverem em locais inadequados a elas mesmas, sem entender como isso se deu durante o percurso de urbanização das cidades e municípios, gerando assim, a insuficiência de políticas públicas para contornar os danos causados pelas inundações e alagamentos. Outrossim, esse discurso político, afirma os interesses de corte de gastos, pois, ao inserir a falácia à consciência da população, gera-se o convencimento, mesmo que indiretamente da não necessidade de tais investimentos, restringindo então, as possibilidades de evitar catástrofes envolvendo os processos hidrológicos.

Diante desse cenário, torna-se importante analisar tentativas de evitar e amenizar alagamentos e inundações, demonstrando suas vantagens e limitações. Através disso, o principal método utilizado é a construção de piscinões, eles consistem em grandes armazenamentos, fechados, capazes de armazenar um grande volume d'água temporariamente. O principal problema da construção do piscinão como resolução dos problemas urbanos é a sua complexibilidade, tal como a exigência de uma alta verba financeira:

Nos últimos quinze anos foram construídos 64 piscinões, além de 160 previstos, em toda a região metropolitana de São Paulo, que colaboraram significativamente para a diminuição das enchentes. Entretanto, foram obras de grandes proporções que deixaram de explorar seu potencial urbanístico e paisagístico. Atualmente a Bacia do Alto Tietê conta com uma capacidade de retenção de 10.553.800 m³. (Abril, 2017)

Como demonstrado, para que um piscinão consiga evitar inundações, é necessário que ele consiga armazenar um enorme volume d'água, o que torna sua implementação lenta, a depender da disponibilidade da verba dos governos.

Figura 14 - Piscinão



Fonte: Agenda do poder

Entretanto, apesar da sua complexibilidade, o piscinão apresenta melhoras nos índices dos fenômenos hidrológicos, conseguindo impedir possíveis situações de inundações e alagamentos, mesmo assim, necessitando de expansões em um ponto ou outro, dependendo da região onde a tecnologia foi aplicada:

Entretanto, mesmo após a implantação parcial das obras, existem atualmente vários trechos ainda vulneráveis às precipitações intensas. A região demanda um conjunto de obras mais complexo e se faz necessária a utilização de diversas tipologias para se obter uma redução do risco de enchentes. (Abril, 2017)

Além disso, pesquisas apontam que, na implementação de piscinões, o grande acúmulo d'água, gerado pelo seu próprio mecanismo, unido a falta de monitoramento, acabam acarretando outros problemas à população:

Em pesquisa realizada no “piscinão” Parque Pinheiros, localizado no município de Taboão da Serra, em São Paulo, para avaliar os riscos de transmissão de patologias por veiculação hídrica, constatou-se que em 15 minutos de coleta, utilizando um aspirador a bateria, foram coletados 2.054 mosquitos, sendo 1217 fêmeas. (Silvério, 2008).

Figura 15 - Construção de Piscinão



Fonte: Globo

Existem outros métodos de amenizar inundações, entretanto, grande parte dos municípios já os possuem. Os sistemas de drenagem, por exemplo, demonstram-se insuficientes para conter precipitações intensas, sendo necessária a criação de grandes reservatórios de qualquer maneira. Também existem reservatórios a céu aberto, que consistem em armazenamentos menos profundos do que os piscinões, podendo ser suficientes, a depender da situação. Logo, conter inundações resultadas das precipitações intensas mostra-se ser uma tarefa árdua, que exige grandes investimentos. Entretanto, a alta verba exigida, impossibilita muitos municípios de conseguirem aplicar tal tecnologia, sendo assim, necessário outros métodos de prevenção.

2.2.2. A importância de medidas de prevenção no Brasil.

Com base no histórico Brasileiro em relação aos fenômenos hidrológicos, é de grande procura, buscas para amenizar os desastres ocorridos e suas consequências nos municípios Brasileiros. A falta de medidas de prevenção a esses acidentes, acaba por trazer muitos pesquisadores para essas atividades, afim de melhorar a seguridade social e ambiental de determinada localização, levando em conta a perda de bens e priorizando a cima de tudo a vida.

Para demonstrar de melhor forma a importância dessas medidas, temos como consequência da falta das mesmas, formas e medidas de autoproteção criadas pelo próprio governo, que dispõem o que deve ser feito antes, durante e depois em caso de alagamentos.

Figura 16 - Placa Sobre Risco De Alagamento



Fonte: globo.

[...] no Brasil, os desastres naturais hidrológicos, especialmente os alagamentos, estão entre os mais frequentes. Diante dessa realidade, a Defesa Civil Nacional recomenda uma série de medidas de autoproteção que a população deve tomar em caso de ocorrências desse tipo. Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade), os alagamentos são caracterizados pela extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de chuvas intensas. Para minimizar os impactos do desastre, a Defesa Civil Nacional orienta para ações a serem adotadas antes, durante e após os alagamentos. (Governo Federal, 2022)

Provando assim que o Brasil é um país carente por medidas de prevenção, especialmente, medidas de fácil aplicabilidade e alta eficiência, para que sejam altamente reduzidos os riscos e a segurança possa ser estabelecida até em casos extremos.

Figura 17 - Alerta Defesa Civil



Fonte:ocp.news

2.2.3. Relações climáticas e suas consequências.

Os problemas de enchentes, alagamentos e inundações tem se intensificado ao decorrer dos anos, em relação aos eventos climáticos de natureza extrema, que são ocasionados pelas formas de modificações do humano na natureza. Esses eventos apresentam muitas problemáticas quando o assunto é prevenir acidentes, afinal com chuvas em escalas absurdas, e em épocas inadequadas, vemos que uma das causas principais dos fenômenos hidrológicos é o clima.

Popularmente conhecido como 'desastre natural', um evento climático ou meteorológico extremo resulta de uma séria interrupção no funcionamento normal de uma comunidade, afetando seu cotidiano", detalha um documento do Observatório de Clima e Saúde da FioCruz (instituição de pesquisa científica do governo federal brasileiro). As enchentes e inundações ocorridas no fim de abril e começo de maio deste ano, no estado do Rio Grande do Sul, se encaixam nesse conceito, e são consideradas uma das maiores catástrofes climáticas do Brasil na história.

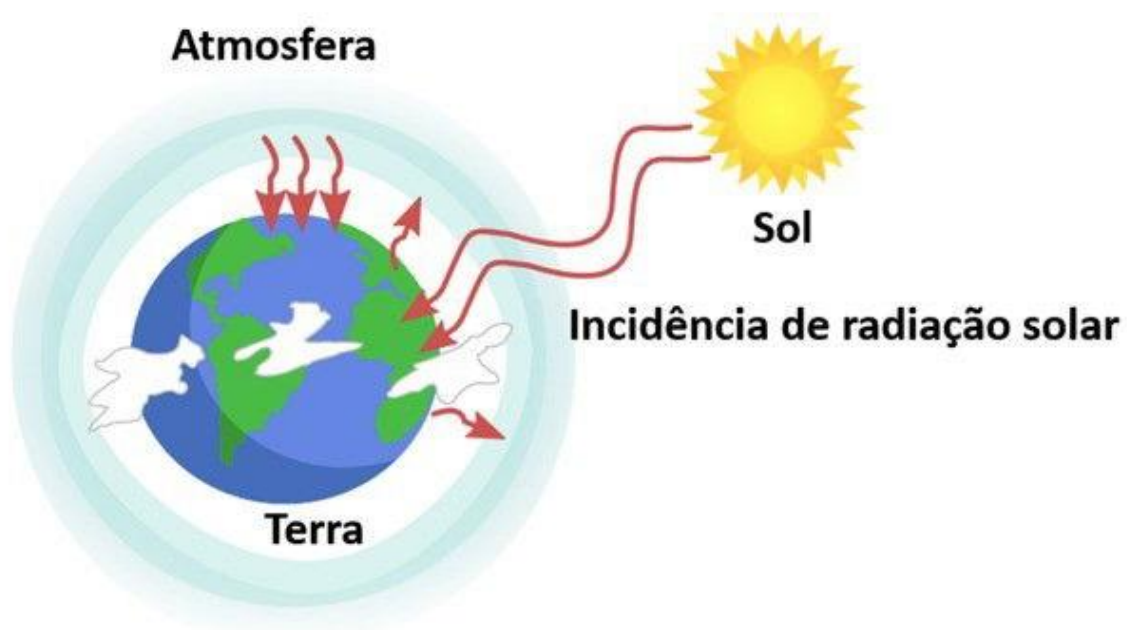
Figura 18 - Chuvas Extremas



Fonte: tempo.pt

Outro ponto importante quando falamos de eventos climáticos extremos, é a emissão de gases que contribuem com o efeito estufa, como o CO₂ que é o principal poluente, onde temos o aquecimento constante da temperatura global, que por si mesma ocasiona nos eventos.

Figura 19 - Efeito Estufa



Fonte: todamatéria

Com o aumento da temperatura global, mais ocorrências climáticas extremas devem ser verificadas no mundo. O ano de 2023 já foi considerado o mais quente da história do planeta, segundo dados da Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Assim conclui-se, que as alterações antrópicas da natureza, e seu uso inadequado, geram os principais causadores dos eventos climáticos extremos.

5. JUSTIFICATIVA

Considerando o histórico de acidentes com relação aos alagamentos em municípios urbanos no Brasil, é de interesse geral a criação de formas de prevenção a acidentes ocasionados por estes fenômenos. Logo, nos últimos anos, houve aparições metodológicas para contornar as destruições causadas pelos alagamentos, que grande parte das vezes eram funcionais. Mas os grandes problemas começam a aparecer a seguir dessas criações, em que, apesar de ter-se criado métodos que conseguem evitar a maioria dos alagamentos, não são todos os municípios que possuem a capacidade alcançar esses objetivos.

Paralelamente a isso, questiona-se que apesar de existirem formas de prevenção a alagamentos, como os piscinões, a sociedade ainda sofre com os seus riscos, sendo muito afligida por acidentes causados por esses fenômenos no Brasil, até porque, a construção de piscinões exige uma alta verba financeira, fazendo com que municípios de baixa arrecadação, ainda sofram com o problema.

Conforme levantamento realizado pela CNM, 51% dos municípios brasileiros, apresentam contas em vermelho, o que significa que esses municípios possuem uma arrecadação menor do que suas próprias despesas. Essa situação reflete em todos os campos dependentes do financiamento dos órgãos públicos, demonstrando uma crise generalizada dentro desses setores, inviabilizando para a grande maioria das cidades que sofrem com alagamentos, as construções dos piscinões, tendo em vista a dimensão e a complexibilidade dessas obras, as quais chegam a custar mais de R\$ 200 milhões, como anunciado pelo governo do Estado de São Paulo no início da construção do piscinão de Jaboticabal. (CNM, 2023).

Pensando nisso, entra-se em mais um problema, que é a densidade demográfica próxima aos leitos dos rios, córregos, ribeirões etc. as quais normalmente costumam ser maiores dentro das cidades, justamente pela formação dos municípios muita das vezes estarem diretamente atrelados aos rios, o que faz, em casos de alagamentos, a vulnerabilidade de um maior número de pessoas em uma determinada área.

Além disso, o aumento na recorrência de casos de alagamento, demonstra que as políticas atuais para a prevenção deles, não surtem efeitos, demonstrando que a situação em relação a esse problema é alarmante e necessita de mais pesquisas e métodos para que a situação possa melhorar. Essa situação leva a muitos outros

problemas, o alagamento não é um problema isolado, com ele, outros problemas são levantados, como o acesso à moradia, saúde, afeta o comércio da área, empregos e a própria circulação de pessoas, demonstrando que o problema atua socialmente de maneira que outras problemáticas se levantem.

Concluindo-se que a problemática dos alagamentos são pouco debatidas e que, além disso, as soluções encontradas para esses problemas, muitas das vezes estão fora de alcance de muitas cidades brasileiras, fazendo com que outros métodos tenham que ser criados, não só métodos de prevenção aos alagamentos, que seria o ideal, mas por conta da falta de recursos financeiros, a prevenção de acidentes envolvendo esses casos, os quais vem se tornando um dos principais problemas que os alagamentos influenciam.

Tais informações demonstram a necessidade de implementações mitigadoras dos impactos causados pelos alagamentos no Brasil, pois fazendo o levantamento histórico, fica em evidência, que a busca por uma solução ideal não é exatamente a chave para diminuir as ações desses fenômenos e seus impactos na sociedade, ainda mais considerando as mudanças climáticas drásticas, que tornam a busca por uma solução ainda mais difícil.

Tendo em vista todos os problemas apresentados e o aumento na frequência de acidentes envolvendo alagamentos, foi idealizado um método preventivo para que a probabilidade de ocorrência dessas dificuldades seja minimizada ao máximo, visando o desenvolvimento da seguridade social, já que, como demonstrado anteriormente, esses episódios tornam-se cada vez mais recorrentes e ao ponto que a tendência climática é o seu agravamento, caso medidas de contenção a esse tipo de crise não sejam desenvolvidas, os próprios acidentes com esse fenômeno hidrológico também tende a sua deterioração.

Em suma, após encontrar as dificuldades na criação de uma solução para os riscos de enchentes e alagamentos, considerando as alterações climáticas, as dificuldades geográficas, as dificuldades tecnológicas e econômicas no Brasil, conclui-se que, até então, as criações resolutivas do problema, ainda encontram-se distantes da realidade econômica dos municípios brasileiros, assim abrindo possibilidades para um outros métodos, os quais, dentre eles, o trabalho em um meio preventivo para intervir no tráfego e aumentar as formas de sinalização e contorno aos acidentes, torna-se um dos mais viáveis dentro da realidade dos municípios brasileiros.

6. OBJETIVOS

Para garantir uma melhor compreensão sobre a importância deste projeto, é fundamental apresentar os propósitos que norteiam sua implementação. De forma simplificada, os objetivos principais do protótipo baseiam-se nas fundamentações físicas do projeto, pois é sabido que ele busca minimizar custos, evitando assim, perdas maiores em situações de fenômenos hidrológicos. O projeto não se limita a oferecer uma solução tecnológica, mas também visa promover um impacto positivo na sociedade. Isso envolve tanto a comprovação da eficácia do protótipo quanto a sua aplicação em diferentes cenários, proporcionando maior segurança às populações vulneráveis e contribuindo para a conscientização sobre a necessidade de prevenir tais desastres.

6.1. Objetivos Gerais

- Comprovar o funcionamento do projeto através do protótipo.
- Aplicar o projeto em diversas situações, em que ele tenha a capacidade de se moldar para a especificidade de cada contexto.
- Atenuar ao máximo (uma vez que aplicado em alguma realidade), os acidentes com alagamentos e inundações.
- Expandir o debate sobre o tema, através da conscientização das pessoas sobre a importância de elaborar soluções para o problema.

6.2. Objetivos Específicos

- Identificar os danos que os processos hidrológicos podem causar na vida das pessoas.
- Caracterizar possíveis indícios de inundações e alagamentos antes do acontecimento e amenizar os danos ao máximo.
- Elaborar sinalizações, como placas de trânsito ou outros tipos de alerta para indicar rotas de fuga para evitar os acidentes.
- Bloquear, de maneira momentânea, o acesso às vias que representam riscos a integridade das pessoas antes dos fenômenos ocorrerem.

7. MATERIAIS E MÉTODOS

Em termos gerais, o protótipo tem como principal objetivo criar um sistema de segurança em episódios de inundações e alagamentos. A partir de uma análise do nível do rio, é posicionada uma chave boia acima do seu nível habitual, que será responsável por iniciar a esquematização. Enquanto isso, há uma bomba d'água posicionada dentro de um reservatório, essa que será responsável por bombear a água até o aquário. Antes da água aumentar a vazão do rio, ela passa por um recipiente com furos, que fará a simulação da precipitação, simulação que distribuirá a água para as duas partes da divisão do aquário, tanto para o rio quanto à área urbana. O nível do rio aumentará através da água da chuva simulada caindo diretamente sobre o mesmo e pelo escoamento, através de um relevo levemente inclinado que, ao receber a água da chuva, a escoará até o rio. Após esse processo, o nível do rio será aumentado, até que ele atinja a chave boia, fechando o seu contato. A partir desse momento o Arduino identifica o sinal enviado pela chave, fazendo com que seja executada a programação que rotaciona o eixo do servo motor, fechando uma cancela e impedindo o acesso às vias que possuem riscos de inundações e/ou alagamentos. Além disso, o Arduino ativa a matriz de LEDs, essa que terá a função de indicar rotas para pessoas nas áreas de risco. Após esse processo, a segunda bomba d'água (dentro do aquário), devolve a água ao reservatório, para que a simulação possa ser reiniciada.

7.1. MATERIAIS

Para o desenvolvimento do protótipo, serão utilizados computadores, celulares e jornais para extraírem-se informações sobre o tema. Além disso, os componentes para a realização da maquete sendo entre eles, um aquário, Arduino, chave boia,

7.1.1. Computadores

Dispositivo eletrônico composto por hardware e software projetado para processar dados de entrada, executar operações de acordo com instruções programadas e fornecer resultados como saída.

Figura 20 - Computador



Fonte: Freepik

Será usado para fazer as pesquisas do plano e da metodologia, além de auxiliar na programação do protótipo.

7.1.2. Smartphones

É um dispositivo eletrônico portátil, que contém as funções de um celular, porém com mais recursos por se tratar de algo criado em um período mais tecnológico. Funciona a partir de um sistema operacional complexo, para gerenciar suas aplicações de forma funcional. Tem muitas aplicações, entre as mais relevantes temos a compactação dos meios de comunicação e informações, deixando-as mais práticas e fáceis de serem buscadas.

Figura 21 - Smartphone



Fonte: VectorStock

Uma das ferramentas fundamentais pelo processo de busca por informações.

7.1.3. Jornais e artigos

O jornal é um meio de comunicação, com o objetivo de informar e apresentar notícias que ocorrerão pelo mundo ou pelo seu país, continente ou cidade.

Figura 22 - Jornais e Artigos



Fonte: VectorStock

Serão utilizados para fazer a pesquisa a partir de meios mais confiáveis e responsáveis pelos meios de circulação de notícias.

7.1.4. Compartimento

Montado manualmente para ser capaz de armazenar qualquer matéria.

Figura 23 - Compartimento



Fonte: Autoria própria

Será utilizado para armazenar a área urbana e o rio, é o corpo do protótipo.

7.1.5. Arduino UNO

O Arduino é uma plataforma eletrônica, com a tarefa de combinar os dispositivos de hardware e software de uma maneira simples.

Figura 24 - Arduino UNO



Fonte: Ali Express

O Arduino é a cabeça do projeto, capaz de armazenar informações, para automatizar sistemas, e tendo capacidade de passar suas informações para uma forma física, a partir de saídas digitais e analógicas, o UNO será utilizado para testes do protótipo.

7.1.6. Chave Boia Elétrica Regulador De Nível

A chave boia é um dispositivo de segurança com o intuito de controlar o nível da água ou de qualquer líquido, para que a água não transborde e para a proteção da boia ou de outros componentes.

Figura 25 - Chave Boia



Fonte: Mercado Livre

O projeto gira em volta da segurança que estará relacionado com a chave boia, para sabermos o nível da água em um ou mais pontos. A chave boia quando detecta algum líquido manda um sinal para outro componente começar a funcionar, no nosso caso essa chave boia será utilizado como um sensor digital que entrara na porta digital do Arduino.

7.1.7. Micro Servo motor SG90 9G

O servo mecânico ou motor é um dispositivo eletromecânico que transforma sinais de controle em movimento mecânico.

Figura 26 - Micro Servo Motor



Fonte: Ali Express

Componente capaz de movimentar seu eixo de forma inteligente, facilitando os sistemas de cancelas do projeto.

7.1.8. Módulo MAX7219

A matriz de LED é um componente eletrônico, e possui 8 linhas e 8 colunas de LED totalizando 64 LEDs e formando uma matriz quadrada que são controladas pelo Arduino.

Figura 27 - Matriz De LEDs



Fonte: Ali Express

Será responsável por uma das etapas de sinalização, para indicar os desvios rodoviários.

7.1.9. Semáforo

O semáforo, é composto por três LEDs e três resistores, responsável por uma parte da sinalização e será utilizado pelo Arduino.

Figura 28 - Mini Semáforo



Fonte: Eletrogate

Será utilizado como um semáforo e também como um sinal de perigo caso tenha algum indício de alagamento.

7.1.10. Placa de acrílico

Compostos de hidrocarboneto resistentes utilizados para projetos

Figura 29 - Placa de Acrílico



Fonte: Acriloja

Usada para a construção do paralelepípedo, o qual possui a responsabilidade de simular a precipitação na área urbana.

7.1.11. Reservatório (galão d'água)

Feito para armazenar água em derivadas quantidades, dependendo de seu dimensionamento

Figura 30 - Galão d'água



Fonte: AlphaParnaiba

Utilizado para armazenar a água que circulará pelo projeto, também será o local onde ficará uma das bombas d'água.

7.1.12. Mangueira

Utilizada para conduzir líquidos de um local ao outro.

Figura 31 - Mangueira De Chuveiro



Fonte: Magazine Luiza

Utilizado para conduzir a água do reservatório ao aquário e vice-versa.

7.1.13. Vidro 3MM

Substancia cristalina e rígida, porém frágil e amorfa que é criada partir de fusões em alta temperatura de caliza, carbonato de sódio, areia de sílica e cálcio. Referida nos dias atuais ao material cerâmico transparente.

Figura 32 - Vidro Da Frente Do Reservatório



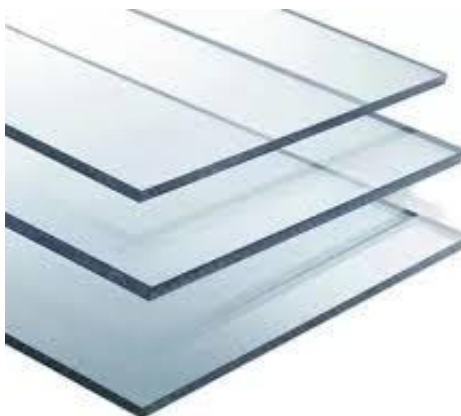
Fonte: Mercado Livre

Utilizado como o meio de observar a área interna do compartimento pela parte frontal.

7.1.14. Policarbonato

Esse termoplástico é obtido através da polimerização, que é um processo que fazem umas pequenas moléculas se ligarem para que se forme as macromoléculas.

Figura 33 - Conjunto De Policarbonatos



Fonte: Caterplast

Utilizado como corpo do nosso compartimento e base de vedação na parte inferior e lateral.

7.1.15. Sensor Ultrassônico de Distância a Prova d'água

Sensor composto por 4 entradas, sendo elas, VCC, GND, Trigger e o Echo. Sendo trigger, o emissor de ondas e o Echo o receptor de ondas.

Figura 34 - Sensor Ultrassônico



Fonte: Casa da Robótica

Será utilizado para realizar a análise do nível do rio, caso o nível alcance níveis críticos o sensor mandará uma mensagem para o Arduino e em seguida aos semáforos.

7.1.16. Arduino MEGA

Placa de ensaio eletrônica, composta por um software programável, e saídas digitais e analógicas, sendo capaz de fazer a comunicação via serial dos mesmos.

Figura 35 - Arduino MEGA



Fonte: Tech Sul Eletrônicos

Utilizado para programar os componentes utilizados no nosso projeto com base no funcionamento esperado.

7.2. MÉTODOS

Neste tópico, será introduzido os métodos da realização da pesquisa e do protótipo, expondo o método de engenharia e a IDE do Arduino, respectivamente. O primeiro está relacionado com a metodologia utilizada em torno de todas as pesquisas realizadas até então, enquanto o outro introduzirá a plataforma de programação na qual será feita o protótipo.

7.2.1. Word (Software)

É um programa de processamento de texto, utilizado para fazer diversos tipos de documentos.

Figura 36 - Logo do Word



Fonte: Microsoft

Utilizado para produzir a pesquisa o plano e o relatório.

7.2.2. Google (Software)

O Google é um software online que funciona, principalmente como mecanismo de busca, porém suas maiores receitas são com publicidade.

Figura 37 - Logo do Google



Fonte: Google

Principal ferramenta de pesquisa utilizada para o desenvolvimento do projeto.

7.2.3. *WhatsApp (Software)*

O WhatsApp é um aplicativo de mensagens instantâneas com o intuito de enviar mensagens de áudio e texto, formar grupos etc.

Figura 38 - Logo do WhatsApp



Fonte: WhatsApp

Software que possibilita o contato entre os integrantes e orientadores em ambientes externos.

7.2.4. *Arduino IDE*

Software oficial do Arduino, utilizado para comunicação do hardware ao software de forma serial, sendo sua linguagem padrão C++. Capaz de programar as entradas e saídas do Arduino, delimitando sua funcionalidade e as monitorando.

Figura 39 - Arduino IDE



Fonte: Arduino IDE

Utilizado para programar os componentes do projeto, incluindo os sensores e atuadores.

7.2.5. AutoCAD

Software para o desenvolvimento do projeto composto por modelos planos e isométricos. Muito utilizado por estudantes e profissionais que engajam em áreas técnicas industriais.

Figura 40 - AutoCAD



Fonte: AutoCAD

Foi responsável para a projeção de todas as etapas do projeto.

8. RESULTADOS PARCIAIS

Com a conclusão do projeto, tem-se, finalmente os resultados obtidos, permitindo a análise mais objetiva das metas esperadas. Considerando que o objetivo do projeto é amenizar os impactos à vida causados por inundações e alagamentos.

Feitos os testes chega-se nas seguintes conclusões: o protótipo foi capaz de demonstrar o funcionamento e o dimensionamento do projeto, colocando em evidência a aplicabilidade do mesmo, ou seja, seu funcionamento deu-se na ordem dos fatores pré-estabelecidos. O primeiro fator do protótipo é o compartimento responsável por armazenar as etapas do mesmo, sendo dimensionado de forma responsável, tendo em sua composição, barras metálicas, policarbonato que isola os materiais internos, vidro na parte frontal, que permite a visualização da parte interna, e para simular a chuva, fora colocado barras de acrílicos dimensionadas como um paralelepípedo, que ordena a precipitação para manter a água concentrada na parte inferior do compartimento, simulando assim um rio que posteriormente será o responsável simular a inundação.

Figura 41 - Maquete



Fonte: Autoria própria.

Ademais, a leitura do volume do rio é precisa, pois, os sensores analógicos conseguem resultados mais específicos, com análises mais assentes, aprimorando-se com o auxílio de um sensor digital. Além disso, os mecanismos de alerta são

integralmente funcionais, visíveis e chamativos, pois os mesmos contam com dispositivos variáveis, contando com uma flexibilidade para evoluir e se adaptar aos mais derivados locais. Os dispositivos de retenção atuam de forma eficaz, fazendo jus ao que foi designado, restringindo o tráfego de forma conveniente, isto é, controlando o acesso às vias em condições de fenômenos hidrológicos urbanos.

A programação efetuada também teve o seu resultado bem-sucedido, estando presente em todos os sensores, desde digitais à analógicos. Um exemplo utilizado é o sensor ultrassônico, que, por ser um sensor analógico, dá a possibilidade de dados mais variáveis, funcionando neste caso como um medidor de intensidade da chuva, pois é responsável por enviar o resultado da divisão do tempo pela distância do nível do rio, sendo o tempo, contado a partir do início da chuva, acionando, assim, dispositivos de alerta, neste caso, uma matriz de LEDs. Conjuntamente ao sensor ultrassônico, utiliza-se uma chave-boia, que é um sensor digital, tendo apenas dois estados, zero, quando se encontra livre d'água, e um, quando é atingida pela mesma, acionando sistemas de alerta e retenção, como uma sinalização diferenciada do semáforo e cancelas, respectivamente. Demonstrando assim, que a programação foi capaz de responder ao que foi designado, restando apenas o ajuste de redundâncias e a união final das programações, já que foram feitas separadamente.

9. PLANILHA DE CUSTOS DO PROJETO

Tabela 2 - Planilha De Custos Do Projeto

QTD	DESCRIÇÃO DO RECURSO	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)	FONTE
1	Arduino Mega	150,00	150,00	Mercado livre
1	Modulo relé	10,00	10,00	Mercado livre
1	Chave boia	45,00	45,00	Mercado livre
2	Micro Servo motor	15,00	15,00	Mercado livre
1	Sensor ultrassônico sr04t	60,00	60,00	Mercado livre
1	Matrix de LED	10,00	10,00	Mercado livre
10	Modulo semáforo	15,00	65,00R\$	Mercado livre
1	policarbonato	139,90	279,80	Leroy Merlin
1	acrílico	25,00	150,00	Mercado livre
1	Cantoneira 1x8	63,00	80,00	Ourofer
1	vidro	60,00	60,00	Camp Vidros
3	Bomba d'água	70,00	70,00	Mercado livre
2	Cola de poliuretano (PU)	36,00	72,00	Mercado livre
1	Barra chata laminada 1x4	20,00	20,00	Mercado livre
1	Perfil em U de ferro	15,00	15,00	Mercado livre
3	Acetato de Vinila (EVA)	3,00	12,00	Mercado livre
8	Casas de MDF	7,00	42,00	Mercado livre
2	Tinta Spray	19,00	38,00	Mercado livre
TOTAL			1193,8	-----

Fonte: Autoria própria

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRIL, M.J.; DELIJAICOV, PENHA, A. C; SPADONI, F. **Piscinões**: O projeto de retenção de água pluvial na região metropolitana de São Paulo. 2017. acesso em: 13 abr. 2024.

ALENCAR, A.N.K. **Urbanismo sensível às águas**: o paradigma da sustentabilidade na concepção de projetos para recuperação de rios urbanos. 2016. acesso em: 25 mai. 2024.

ALMEIDA, L.Q. Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará. 2010. acesso em: 08 jul. 2024.

BOTELHO, R.G.M. **Enchentes em áreas urbanas no Brasil**. Seminário A questão Ambiental Urbanas: expectativas e perspectivas (CD-ROM). Universidade de Brasília-Brasília (DF), 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/351118251_Enchentes_em_Areas_Urbanas_no_Brasil>. Acesso em: 20 fev. 2024.

BUSCH, A.; AMORIM, S.N.D. **A tragédia da região serrana do Rio de Janeiro em 2011**: procurando respostas. 2011.

CARMO, R. L., DAGNINO, R. S., JOHANSEN, I. C. **Transição demográfica e transição do consumo urbano de água no Brasil**. Revista Brasileira De Estudos De População. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-30982014000100010>>. acesso em: 12 mar. 2024.

CATALÁ, L. S., CARMO, R. L. **O conceito de aglomerado subnormal do IBGE e a precariedade dos serviços básicos de infraestrutura urbana**. Revista Brasileira De Estudos De População. Disponível em: <<https://doi.org/10.20947/S0102-3098a0154>>. acesso em: 22 mar. 2024.

CNM, Confederação nacional de municípios. **Avaliação do cenário de crise nos Municípios. Brasília 2023**. disponível em: <<https://cnm.org.br/comunicacao/noticias/crise-mais-de-51-dos-municipios-estao-no-vermelho-cenario-traz-cerca-de-2-mil-gestores-a-brasilia>>. acesso em; 13 mar. 2024.

COLL. L. **A estreita relação entre mudanças climáticas e o aumento de eventos extremos**. Jornal da Unicamp, 2020. Disponível em: <<https://unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2020/02/27/estreita-relacao-entre-mudancas-climaticas-e-o-aumento-de-eventos-extremos/>>. Acesso em: 4 mar. 2024.

CORTÊS, P.L. **Dados científicos não divulgados constituem uma estratégia do negacionismo climático**. Jornal da USP. Universidade de São Paulo (USP), 2023. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/uPNmW>>. Acesso em: 28 fev. 2024.

GOV, Br. IBGE. **Densidade demográfica, 2010**. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/sociedade-e-economia/15955-densidade-demografica.html>>. Acesso em: 10 abr. 2024.

GOVERNO, Portal. **Governo do Estado inicia a construção do maior piscinão da Grande SP. 2020**. Disponível em: <<https://www.saopaulo.sp.gov.br/sala-de-imprensa/release/governo-do-estado-inicia-a-construcao-do-maior-piscinao-da-grande-sp/>>. Acesso em: 19 abr. 2024.

MARENGO, J.A. **Água e mudanças climáticas**. Estudos avançados, v. 22, p. 83-96, 2008. Acesso em: 02, jul. 2024.

NÓBREGA, F.A.P. et al. **Infraestrutura urbana: infraestrutura e o crescimento populacional no Brasil**. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE, v. 1, n. 2, p. 19-25, 2013. Acesso em: 15, abr. 2024.

RIBEIRO, W.C. **Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil**. Parcerias Estratégicas, n. 27, p. 297-321, 2008Tradução. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/001782943>>. acesso em: 13 abr. 2024.

RODRIGUES, F.M.G. **Análise da evolução das transformações no rio Pinheiros e das políticas ambientais associadas**, São Paulo-SP. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Acesso em: 03 jul. 2024.

SANTANA, M.S. **Processos hidrológicos**. Curso de Capacitação de Técnicos Municipais para Prevenção e Gerenciamento de Riscos de Desastres Naturais. Serviço Geológico do Brasil (CPRM), 2017. Acesso em: 23 fev. 2024.

SEVERO, D.L. et al. **Análise hidro meteorológica do evento de 2008, no Vale do Itajaí–Santa Catarina**. Simpósio brasileiro de recursos hídricos, v. 19, p. 1-15, 2011. Acesso em: 3 jun. 2024.

SILVERIO, E.C. **Estudo da fauna de mosquitos (Diptera: Culicidae) em reservatórios de contenção de cheias em área metropolitana da cidade de São Paulo, SP**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Acesso em: 3 jun. 2024.

SOUZA, M.M.P. **Alterações climáticas provocam aumento de enchentes**. Jornal da USP, 2019. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/atualidades/alteracoes-climaticas-provocam-aumento-de-enchentes/>>. Acesso em: 28 fev. 2024.

Tucci, C. E. M. **Águas urbanas**. Estudos Avançados, Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007>>. acesso em: 23, mar. 2024.