

Instituto Nossa Senhora da Piedade
Equipe INSP Robots

**A CHUVA, OS DESLIZAMENTOS E SEUS IMPACTOS EM
NOVA FRIBURGO**

Rio de Janeiro/RJ
2023

Caio Jacob, Fernanda Haddock, Lara Carneiro, Lucas França, Maria Eduarda Manrique e Vitória Santiago.

**A CHUVA, OS DESLIZAMENTOS E SEUS IMPACTOS EM
NOVA FRIBURGO**

Trabalho submetido ao Torneio Brasil de Robótica como requisito parcial à avaliação no quesito Mérito Científico.

Técnico: Rafael Ribeiro da Silva

Mentor: Tatiana Ferreira Valladão

**Rio de Janeiro/RJ
2023**

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente aos nossos familiares, amigos e responsáveis pelo amparo e incentivo na realização deste trabalho, aos nossos pais por nos permitir ingressar neste projeto e aos familiares e amigos pelo encorajamento e apoio incondicional.

Agradecemos ao Instituto Nossa Senhora da Piedade pela oportunidade e por todos os investimentos feitos em nossa equipe e nas demais que tornaram possível nossa participação.

E por fim agradecemos ao nosso técnico e mentora, professores e demais profissionais e funcionários de nosso colégio que nos auxiliaram com excelência dando suporte técnico, dados, correções e ajudaram fortemente na realização e desenvolvimento do trabalho.

RESUMO

O foco principal deste trabalho é analisar os impactos das chuvas e dos deslizamentos de terra, especialmente em Nova Friburgo, Rio de Janeiro. Isso se baseia nos resultados que indicam que as chuvas são a principal causa de mortes em desastres naturais no Brasil, com os deslizamentos de terra sendo uma de suas consequências mais graves. A metodologia utilizada é exploratória, envolvendo a pesquisa de dados e entrevistas com especialistas de várias áreas, como geógrafos, biólogos e profissionais de águas pluviais, para embasar as soluções propostas. O objetivo é melhorar a segurança e resiliência da população de Nova Friburgo diante dos desafios climáticos e deslizamentos de terra, utilizando tecnologia e conhecimento interdisciplinar. Uma inovação destacada é o "Robô Salvador", uma ferramenta de resgate desenvolvida para operar em áreas de difícil acesso e terreno instável após deslizamentos, equipado com tecnologia LoRaWAN para localização precisa das vítimas. O sistema de alerta inclui postes com painéis de mensagem variável para comunicar situações de risco aos motoristas, câmeras de monitoramento ao longo da rodovia, sensores sísmicos para detectar movimentações anormais do solo e um sistema de alerta em aplicativos de navegação, como o Google Maps e Waze. Além disso, um aplicativo específico está em desenvolvimento para fornecer informações em tempo real sobre as condições climáticas, áreas de risco e relatos de moradores. Este projeto representa uma contribuição significativa para a prevenção de desastres naturais, fornecendo um modelo abrangente para lidar com desafios relacionados a chuvas intensas e deslizamentos de terra, que pode ser aplicado em outras regiões propensas a eventos climáticos extremos.

Palavras-chave: Chuvas, Deslizamentos de terra, Nova Friburgo

Abstract

The main focus of this work is to analyze the impacts of rainfall and landslides, particularly in Nova Friburgo, Rio de Janeiro. This is based on results indicating that rain is the primary cause of deaths in natural disasters in Brazil, with landslides being one of the most severe consequences. The methodology employed is exploratory, involving data research and interviews with experts from various fields, including geographers, biologists, and rainwater professionals, to support the proposed solutions. The goal is to improve the safety and resilience of the population of Nova Friburgo in the face of climate and land penetration challenges, using technology and interdisciplinary knowledge. An innovative aspect is the "Savior Robot", a rescue tool developed to operate in challenging-to-access and unstable terrain after landslides. It is equipped with LoRaWAN technology for precise victim location. The warning system contains lampposts with variable message boards to communicate risk situations to drivers, monitoring cameras along the highway, seismic sensors to detect abnormal ground movements, and an alert system integrated into navigation applications like Google Maps and Waze. Besides that, a specific app is under development to provide real-time weather information, identify risk areas, and collect reports from residents. The primary goal is not only to safeguard lives and property but also to raise public awareness of the region's climate risks and gather valuable data for future research and adaptation strategies. This project aims to enhance the safety and resilience of Nova Friburgo's population in the face of climate challenges and landslides, utilizing technology and interdisciplinary expertise. It represents a significant contribution to natural disaster prevention, offering a comprehensive model for addressing challenges related to heavy rainfall and landslides, which can be applied in other regions susceptible to extreme weather events.

Keywords: Rain, Landslides, Nova Friburgo.

SUMÁRIO

1. TÍTULO DO TRABALHO	8
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	9
1.1.1 ODS E SUA IMPORTÂNCIA	9
1.1.2 DESASTRES NATURAIS	10
1.1.3 LOCAL DE ESTUDO	11
1.1.3.1 ESTRADA TERÊ-FRI	12
1.2. HIPÓTESES	14
1.2.1 PROJETO DE ARQUITETURA EM COMUNIDADES	14
1.2.2 ROBÔ SALVADOR	15
1.2.3 SISTEMA DE AVISO	17
1.2.4 APLICATIVO Alerta Friburgo	20
1.2.5 CUSTO DAS SOLUÇÕES	24
1.3 OBJETIVO GERAL	25
1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	25
1.4 JUSTIFICATIVA	26
2. REFERENCIAL TEÓRICO	27
3. METODOLOGIA	30
4 RECURSOS UTILIZADOS	31
4.1 RECURSOS HUMANOS (PROFISSIONAIS):	31
4.2 EQUIPAMENTOS:	31
11. Uma redução para o Robô Toupeira	32
12. Um mandril do Robô Toupeira	32
10. Um ar condicionado	32
5. CRONOGRAMA	33
6. CONCLUSÃO	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1. TÍTULO DO TRABALHO

A chuva, os deslizamentos e seus impactos em Nova Friburgo

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

1.1.1 ODS E SUA IMPORTÂNCIA

Os “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (ODS) são um conjunto de 17 objetivos, subdivididos em 169 metas, estabelecidas pelas Nações Unidas (ONU) que visam implementar políticas públicas e estratégias que busquem promover melhorias nos países membros, combatendo os principais problemas enfrentados pela humanidade, a fim de garantir um mundo melhor. (UNICEF, S.D.)

Os ODS foram estabelecidos por meio de um acordo global realizado pelas Nações Unidas em 2015. Esses objetivos fazem parte de uma agenda global que deve ser cumprida pelos 193 países-membros até o ano de 2030. Estes abordam uma gama de problemas variados como: questões socioeconômicas, institucionais, ambientais e até parcerias e métodos de implementação das ODS. Essas são divididas em 5 componentes essenciais: Pessoas, prosperidade, paz, parcerias e planeta, pois é muito importante que empresas se comprometam a se envolver com a realização dos objetivos estabelecidos pela ONU, pois elas são responsáveis pelo desenvolvimento tecnológico e pelos recursos. (Embrapa, S.D.)

A 13ª ODS está relacionada ao modo dos países de realizar ações para combater as mudanças climáticas. Segundo o Instituto de Economia Aplicada (2019) esta abrange em suas metas a inclusão de planos para diminuir as mudanças do clima, aumentar a conscientização na educação sobre os desastres, colaborar com o compromisso de juntar 100 bilhões por ano para auxiliar as necessidades de países menos desenvolvidos ao se tratar deste tema e viabilizar maneiras de melhorar as questões ambientais.

O tema do TBR High em 2023 se refere a Meta 13.1 que diz a respeito aos desastres naturais e a capacidade de adaptação e resiliência dos países e de seus povos ao lidar com tais problemas. (IPEA, 2020)

Segundo dados mais recentes da ONU (2022), no Brasil, essa é uma das ODS menos investidas pelo governo, tendo apenas 0,8% de todo o orçamento,

sendo um valor de 1,5 milhões de dólares. Assim, percebe-se a necessidade da maior visibilidade e investimento ao se tratar de desastres naturais, levando em consideração o grande impacto disso na sociedade.

1.1.2 DESASTRES NATURAIS

De acordo com o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (2022) e com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2011), desastres naturais são aqueles que acontecem pela ação da natureza, podendo se agravar com a influência humana, contudo precisam ocorrer em meios sociais, e são divididos em diferentes tipos: geológicos, hidrológicos, meteorológicos, climatológicos e biológicos.

Os desastres geológicos são aqueles que ocorrem ou têm impacto na superfície da terra, como os abalos sísmicos, as emanções vulcânicas, os movimentos de massa (deslizamentos e tombamentos) e as erosões causadas por ação pluvial, fluvial ou eólica. No Brasil, não ocorrem tremores sísmicos de grande intensidade, pois o país está no centro da Placa Tectônica Sul Americana. Pelo mesmo motivo, não há atividade vulcânica. Na presente pesquisa, foca-se em deslizamentos que se agravam pelas chuvas. (G1, 2023)

São considerados desastres hidrológicos eventos relacionados à água, podendo ser inundações, enxurradas, alagamentos, e em maior escala, tsunamis. Por serem frutos dos movimentos entre placas tectônicas, não ocorrem maremotos no Brasil. (Velo, 2011)

Desastres meteorológicos são causados pela ação natural meteorológica, sendo por exemplo, a ocorrência sistemas de grande escala, como tornados e furacões, ou em escala regional, tendo como exemplo as frentes frias, ciclones e zonas de convergência ou de tempestade e temperaturas extremas. (Iberdrola, 2023)

Os desastres climatológicos estão relacionados ao clima de cada local, podendo englobar a seca, a estiagem, os incêndios florestais e a baixa umidade do ar. (Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, 2020[®])

Por fim, desastres biológicos são epidemias, pandemias e infestações. Um dos maiores desastres com impacto a nível global foi a pandemia da Covid 19, que resultou em 700 mil mortos no Brasil e milhões de vítimas por todo o mundo. (Brasil, 2023)

Todos os fenômenos citados anteriormente causam diversos prejuízos econômicos, estruturais e sociais, por colocarem a vida de milhares de pessoas em risco. É possível notar que muitos países não possuem ferramentas ou investimentos para prevenção e solução desses problemas. O Brasil é um desses casos. O orçamento do governo federal para a prevenção tem caído cada vez mais, a verba prevista para 2023 é a menor em 14 anos, sendo apenas de 1,17 bilhão para ações deste tipo. (G1, 2023)

Assim percebe-se a necessidade de maiores investimentos e visibilidade ao se tratar de desastres naturais, levando em consideração a diversidade geográfica e natural do Brasil, além das diferentes ações antrópicas que intensificam esse fenômeno, como o desmatamento e a urbanização desorganizada. (De Giacometti, 2018)

1.1.3 LOCAL DE ESTUDO

Pelas razões citadas acima e buscando melhorar um problema vigente na sociedade fluminense, os locais escolhidos para o foco do estudo foram Nova Friburgo e a Estrada Terê-Fri.

A cidade de Nova Friburgo se localiza na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro. Ela foi cenário do maior desastre natural do país, que ocorreu em 2011 quando sete municípios foram atingidos por chuvas fortes que provocaram deslizamentos e inundações, deixando 918 mortos e 100 desaparecidos. (CNN, 2022).

Nova Friburgo foi colonizada durante o reinado de D. João VI, que autorizou a vinda de famílias suíças do Cantão de Friburgo para a região. Os colonos estabeleceram-se na região cujo clima e características naturais eram muito semelhantes às de seu país de origem, influenciando a cultura do local. (IBGE, 2014).

A cidade possui cerca de 189.973 habitantes e uma densidade demográfica de 203,05 habitantes por quilômetro quadrado, está localizado em uma área de 935,429 km² e possui altitude de aproximadamente 846 metros (IBGE, 2022). Possui um relevo com alta declividade, formado por montanhas e rochas cobertas por Mata Atlântica. Esta é uma cidade com grande atração turística por suas cachoeiras e sua biodiversidade. (Pereira, 2010)

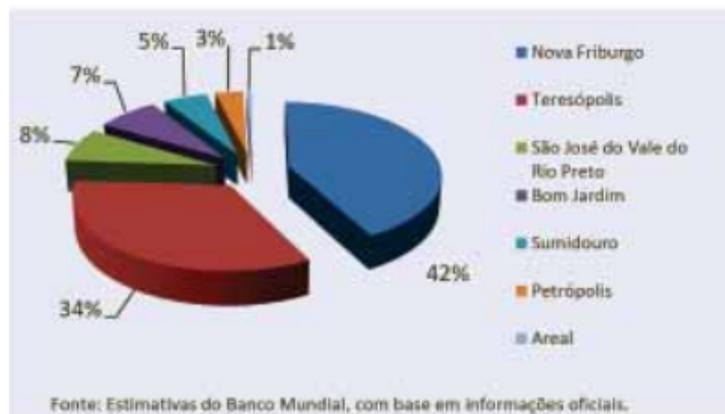
Nova Friburgo possui uma elevada altitude de e seu clima é tropical de altitude, além disso possui uma pluviosidade significativa, tendo uma média anual de 2174 mm. (Climate Data, S.D.), bem maior do que a média brasileira, que é de 1700 mm anuais (Agência Nacional de Águas, 2022).

Ao analisar as características geomorfológicas, observar a quantidade de construções em locais de risco e a negligência governamental ao lidar com o problema, não destinando muitos recursos para o mesmo, percebe-se que toda a população da cidade de Nova Friburgo é fortemente afetada pelos deslizamentos e suas consequências, fazendo necessária a mudança de postura dos envolvidos. (Barros, 2023)

1.1.3.1 ESTRADA TERÊ-FRI

Nos eventos de 2011, a cidade que teve suas estradas mais afetadas foi Nova Friburgo acumulando sozinha mais de 40% dos custos estimados para a manutenção das estradas estaduais após o desastre (Figura 1).

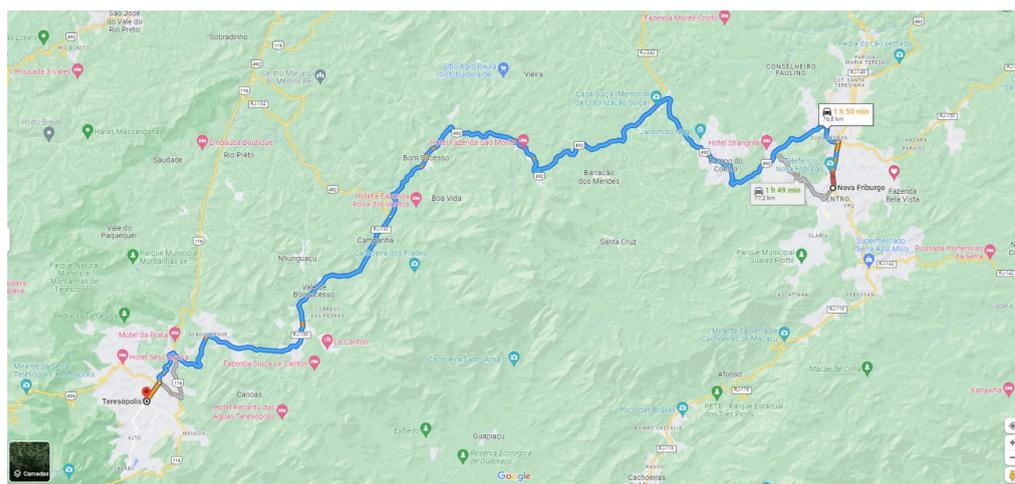
Figura 1: Transportes: distribuição das perdas e danos por município em 2011.



Fonte: Banco Mundial, 2012

A estrada RJ 130 ou Terê-Fri como é informalmente conhecida, conecta os municípios de Nova Friburgo e Teresópolis, possui 76km, e o percurso dura aproximadamente uma hora e meia em condições normais de trânsito (Google Maps). Ela é uma referência na cidade e vetor da crescente ocupação desta região. (Coopetec, 2014), sendo de suma importância para o deslocamento e desenvolvimento dos friburguenses.

Figura 2: Imagem do trajeto da rodovia RJ-130 (Terê-Fri)



Fonte: Google Maps

1.2. HIPÓTESES

Ao lidar com a amplitude de temas e soluções que podem ser desenvolvidos a partir da Meta 13.1, muitas hipóteses foram levantadas. O foco escolhido nas chuvas e deslizamentos traz diversos problemas vigentes na sociedade atual que devem ter seu destaque. No entanto, após maiores pesquisas e debates, decidiu-se focar em deslizamentos em estradas e cidades, agravados pelas chuvas.

1.2.1 PROJETO DE ARQUITETURA EM COMUNIDADES

Uma das hipóteses consideradas foi a criação de um projeto para melhorar as construções em comunidades, locais que acabam se tornando mais suscetíveis aos deslocamentos de terra que devido à falta de planejamento urbano, aumentam a possibilidade de vítimas fatais dos mesmos.

Para alterar essa realidade, foi proposta a criação de projetos para a especialização de trabalhadores da construção civil através de parcerias com professores de faculdades, engenheiros especializados, empresas e ONGs a fim de realizar a construção de casas seguras e assim diminuir a quantidade de acidentes e fatalidades.

Além disso, o idealizado foi a construção dessas casas com algum material que fosse ao mesmo tempo resistente, leve, de baixo custo e sustentável. Para isso, seria utilizado um material reciclado de tubos de pasta de dente, que foi utilizado na reurbanização da Favela dos Sonhos, em São Paulo (Globo, 2023).

A ideia foi descartada pela volatilidade da mesma, já que com a especialização desses profissionais e com o uso de materiais diferentes iria encarecer o custo para realização das construções e ao trabalhar com regiões mais desfavorecidas é importante que seja algo barato para que tenha a adesão da população local. Com esse empecilho financeiro, é visível que sua grande maioria iria continuar construindo suas moradias da mesma forma e não seria possível diminuir os riscos de deslizamentos.

1.2.2 ROBÔ SALVADOR

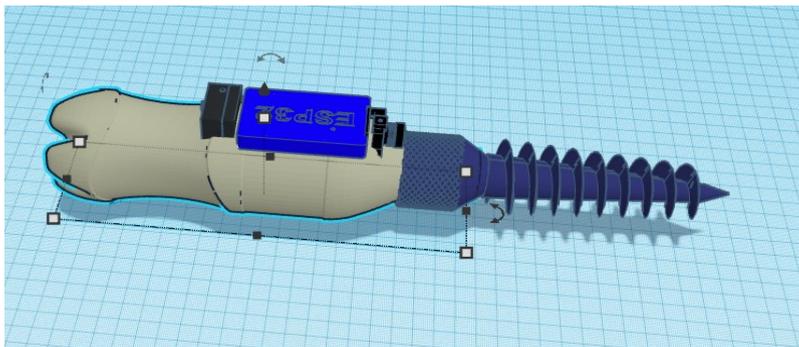
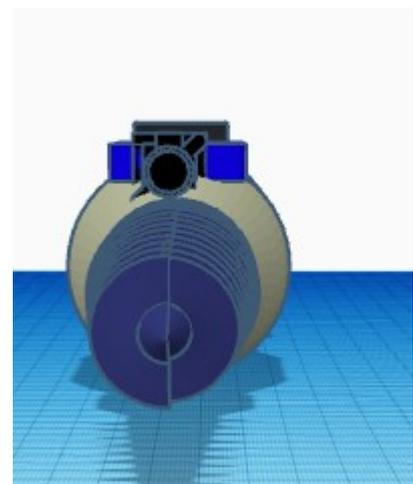
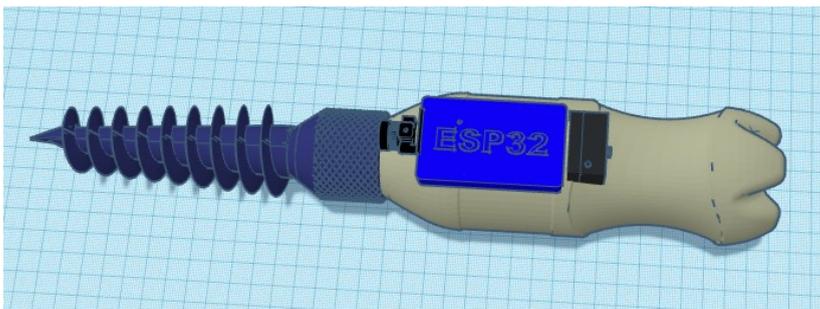
Deslizamentos normalmente acontecem em encostas, ou seja, em terrenos de difícil acesso e com a presença de lama e escombros, dificultando ainda mais o trabalho dos socorristas.

Existem alguns robôs que têm como função a busca de vítimas em escombros, como no projeto da faculdade da Universidade de Berkeley, houve a utilização de um robô-barata que possui um tamanho reduzido, possibilitando assim que ele pudesse alcançar locais difíceis para localizar as vítimas. Porém, em todos os projetos estudados não se via a preocupação com a pessoa que estivesse presa.

Para tanto, a solução de curto prazo pensada para resolver essa questão consiste em desenvolver o robô “toupeira”. Esse robô tem como função encontrar vítimas que estejam em bolsões de ar após um deslizamento e levar suprimentos básicos como: um sachê de glicose e água até que o resgate da vítima seja feito.

O robô Toupeira mede em torno de 33.57 cm e pesa 2300 kg.

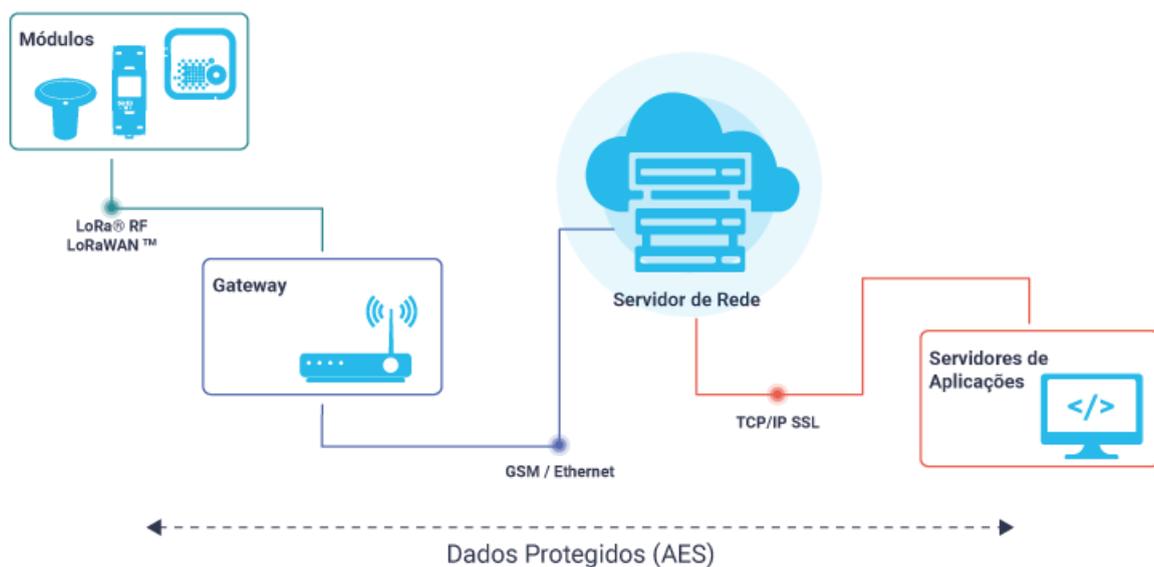
Figura 3: Robô toupeira



Para localização desse robô é utilizado um sistema chamado LoRaWAN, que tem a vantagem de um menor custo energético e possuir um longo alcance para dispositivos de radiofrequência.

O reconhecimento para varrer a área acontece com os chamados Gateway que enviam informações para o serviço de redes. Do serviço de redes, as informações são enviadas para servidores de aplicações que posteriormente enviam os dados para um software que traduz e insere as informações em um aplicativo de fácil utilização pelo Corpo de Bombeiros. O aplicativo mostrará ao operador a localização exata do robô, através do posicionamento de três Gateways em partes de um terreno formando um plano cartesiano (XY).

Figura 4: Modo de operação do sistema LoRaWAN



Fonte: Zenzor Control

Descartou-se a possibilidade de uso do GPS e de ondas simples de rádio, pois os lugares onde acontecem essas tragédias acabam tendo a conexão de rede danificada, e pela presença de camada espessa de solo o sinal de GPS e ondas de rádio não funcionam.

Além do sistema de localização, o robô terá um motor com torque de aproximadamente 110,0 kg que se liga no mandril de uma furadeira, onde é

acoplado a broca de perfuração. Essa broca tem como função remover a terra e fazer com que o robô entre nos escombros e remova a lama para buscar as vítimas.

O controlador usado para esse projeto é o ESP32, por ser um controlador pequeno, com um processamento em Dual-Core 32-bit Lx6, com um clock máximo de 240 MHz, memória RAM de 520 KBytes e Flash de 4MB.

Alguns sensores específicos, como o de temperatura, que servem para detectar o calor do corpo humano e utilizamos uma câmera, que auxilia a ver o estado de saúde da pessoa e o caminho que o robô está seguindo.

1.2.3 SISTEMA DE AVISO

Uma das maiores preocupações é o impacto causado de forma direta na vida da população e a falta de uma maneira eficaz para auxiliar as pessoas acaba aumentando os riscos das mesmas sofrerem consequências relacionadas a esses eventos.

Para poder avisar a população quando acontecerem os movimentos de massa, será implementado um sistema de alerta utilizando diversas maneiras de comunicar a situação e evitar o maior número possível de vítimas.

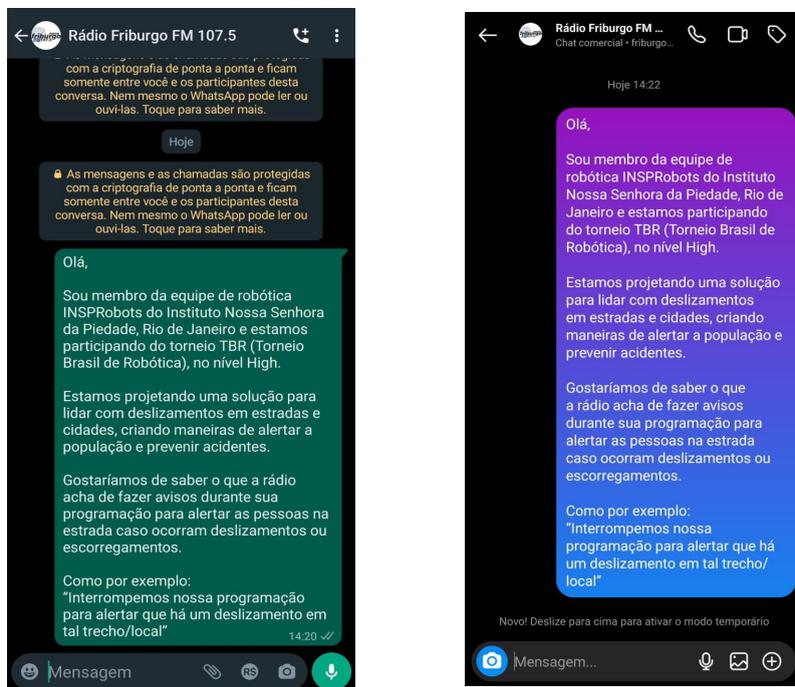
- Avisos nos postes: Serão colocados postes de eucalipto tratado em autoclave, um material de durabilidade e ecologicamente responsável, em locais estratégicos antes, durante e depois do trajeto da estrada Terê-Fri com painéis de mensagem variável (PMV) fixos em cada poste, que tem o intuito de comunicar mensagens para os motoristas na rodovia em caso de algum movimento no solo ou em caso de deslizamento em qualquer ponto da estrada.

Figura 5: Sistema de avisos Terê-Fri



- Monitoramento por câmeras: 24 câmeras a cada 6,4 km (uma em cada poste) serão espalhadas pela rodovia RJ 130 para poder verificar os impactos dos movimentos de terra.
- Sensor sísmico: Foi escolhido utilizar um sensor sísmico subterrâneo, já utilizado nessa função em outros locais (como residências e meios urbanos), que consiga ser calibrado para verificar se a movimentação na terra está normal ou se há algum risco de ocorrer algum problema e assim identificar por meio de um algoritmo de IA avançado o tipo de atividade e comunicá-lo às autoridades e cidadãos.
- Aviso nas rádios locais: As rádios locais FM e AM de Nova Friburgo teriam um plantão para alertar motoristas que ainda não passaram na localidade do acidente a fim de diminuir e evitar o número de vítimas.

Figura 6: Comunicação com rádios locais

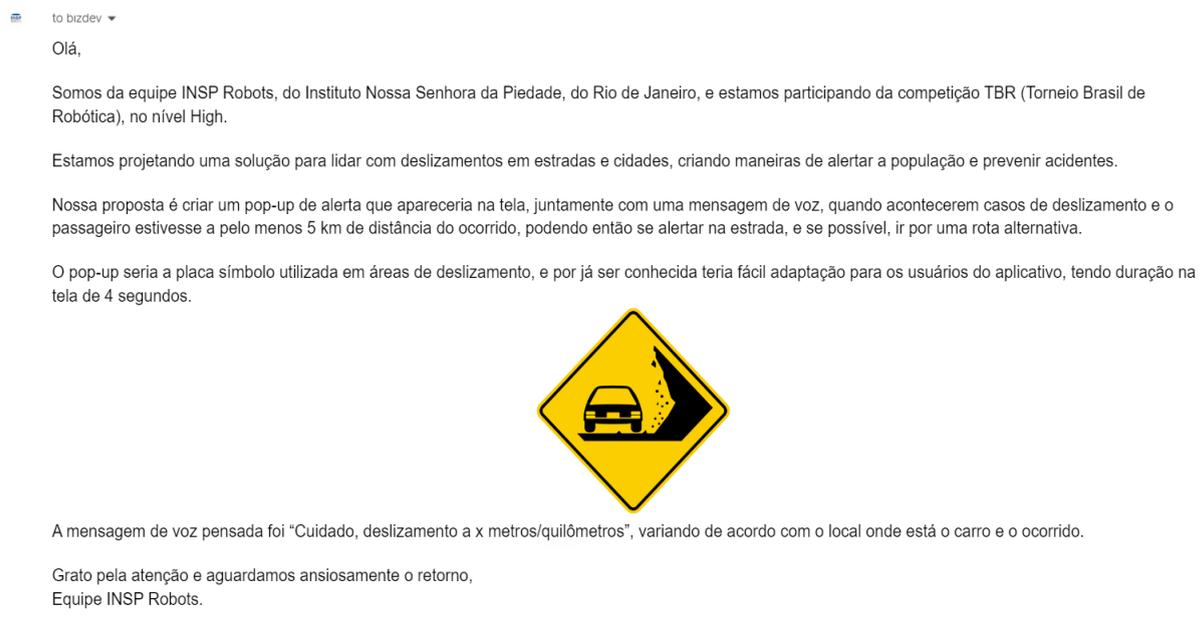


- Alerta Pop-up: Colocar um pop-up de alerta que apareceria na tela do usuário com duração de 4s de nos aplicativos de rota, como: Google Maps e Waze, juntamente com um alerta de voz, quando acontecerem casos de deslizamento e o veículo estivesse num raio de menos 5 km de distância do ocorrido.

Figura 7: Pop-up



Figura 8: E-mail encaminhado para o Waze indicando a ideia.



1.2.4 APLICATIVO Alerta Friburgo

É de extrema importância que os moradores e frequentadores do local saibam como a sua cidade está durante as fortes chuvas, para que os mesmos possam se preparar adequadamente e tomar medidas de segurança, como evitarem áreas de perigo e se dirigirem a ambientes seguros.

Pensando nisso, desenvolveu-se um aplicativo na plataforma Fabaap para ajudar as pessoas da região a ter informações de como a cidade está passando pela chuva, tendo acesso assim aos locais de ocorrência de deslizamentos, alagamentos, locais seguros para ficar, deslizamentos nas estradas e relatos de pessoas que já passaram por outras experiências semelhantes para assim trazer segurança para as pessoas que não estão preparadas ou acostumadas com as grandes chuvas.

O aplicativo foi pensado com interface de usuário intuitiva e de fácil uso para que todos consigam ter acesso. Além disso, após versão beta, a compatibilidade será com múltiplas plataformas, como iOS, Android e web, para alcançar o maior número possível de usuários.

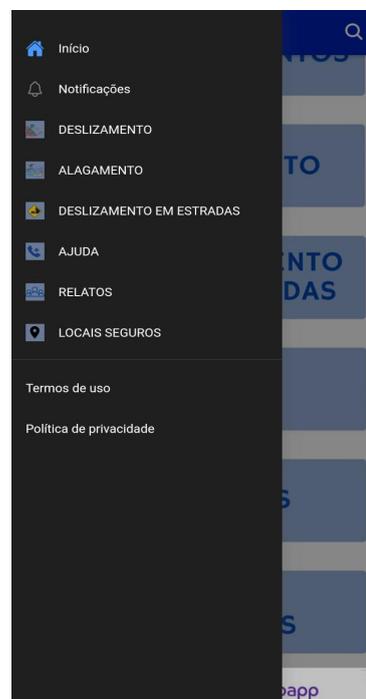
Este ainda tem como função aumentar a conscientização pública sobre os riscos climáticos específicos da região, incentivando a adoção de medidas preventivas e permitindo que os residentes evitem áreas alagadas e minimizem danos.

Os dados coletados pelo aplicativo serão usados por pesquisadores, cientistas e autoridades ligadas a catástrofes naturais e fenômenos climatológicos, ajudando na análise de tendências climáticas de longo prazo e no desenvolvimento de estratégias de adaptação.

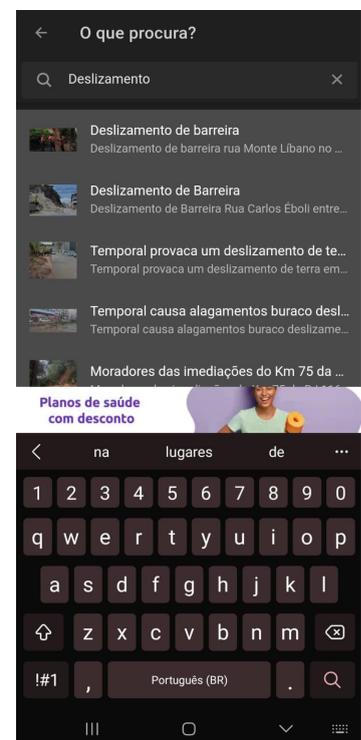
Figura 9: Telas do aplicativo



Tela Inicial do app



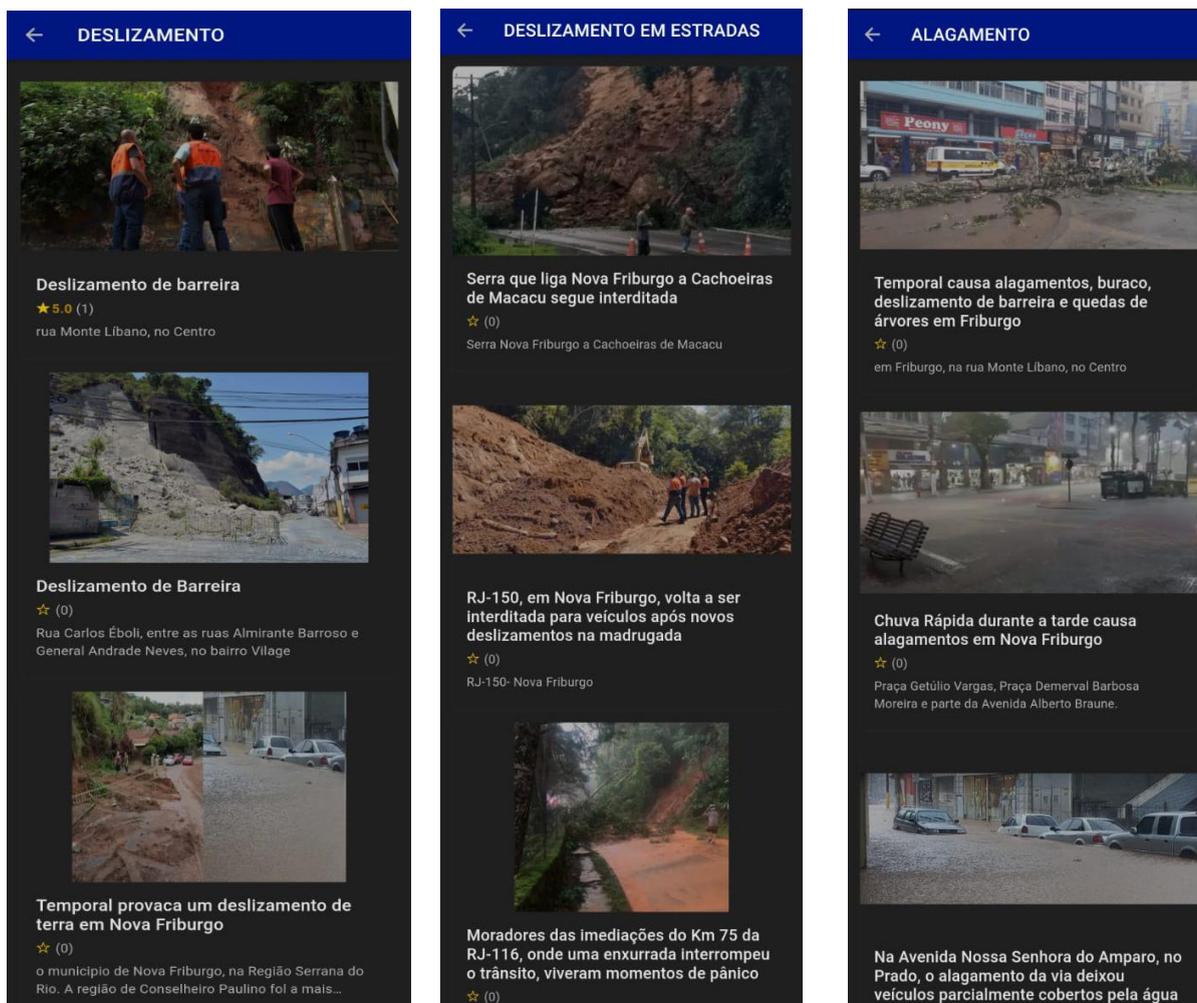
Menu do app



Barra de busca

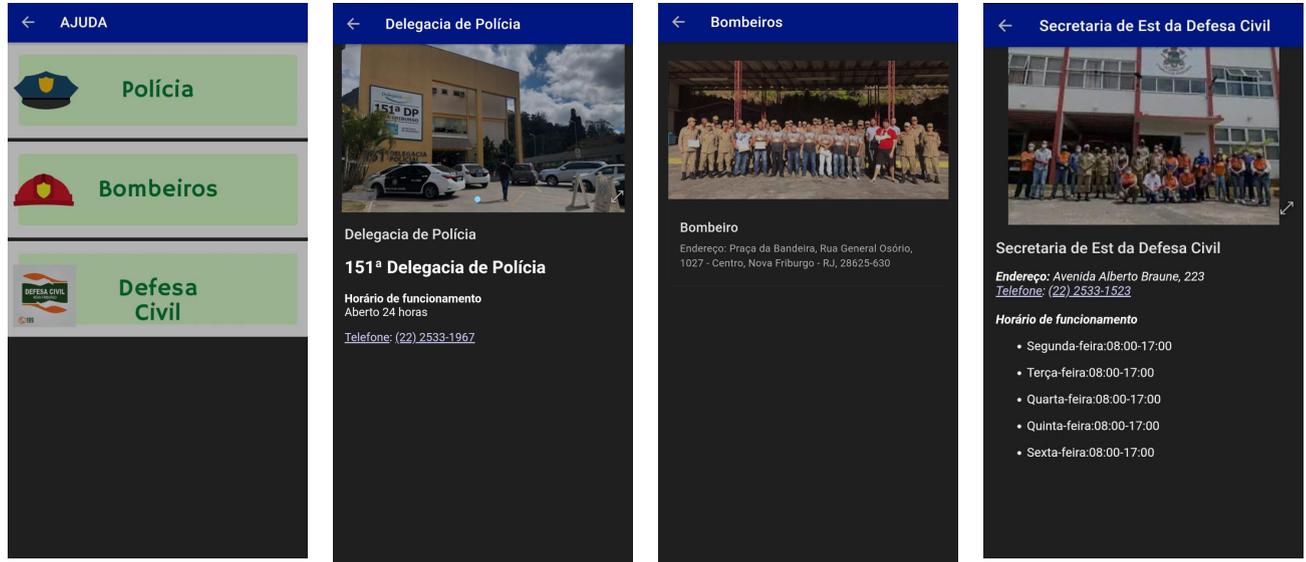
Nas abas de deslizamento, deslizamentos em estradas e alagamentos a população pode informar onde estão ocorrendo esses desastres naturais.

Figura 10: Abas de deslizamentos, deslizamentos em estradas e alagamentos



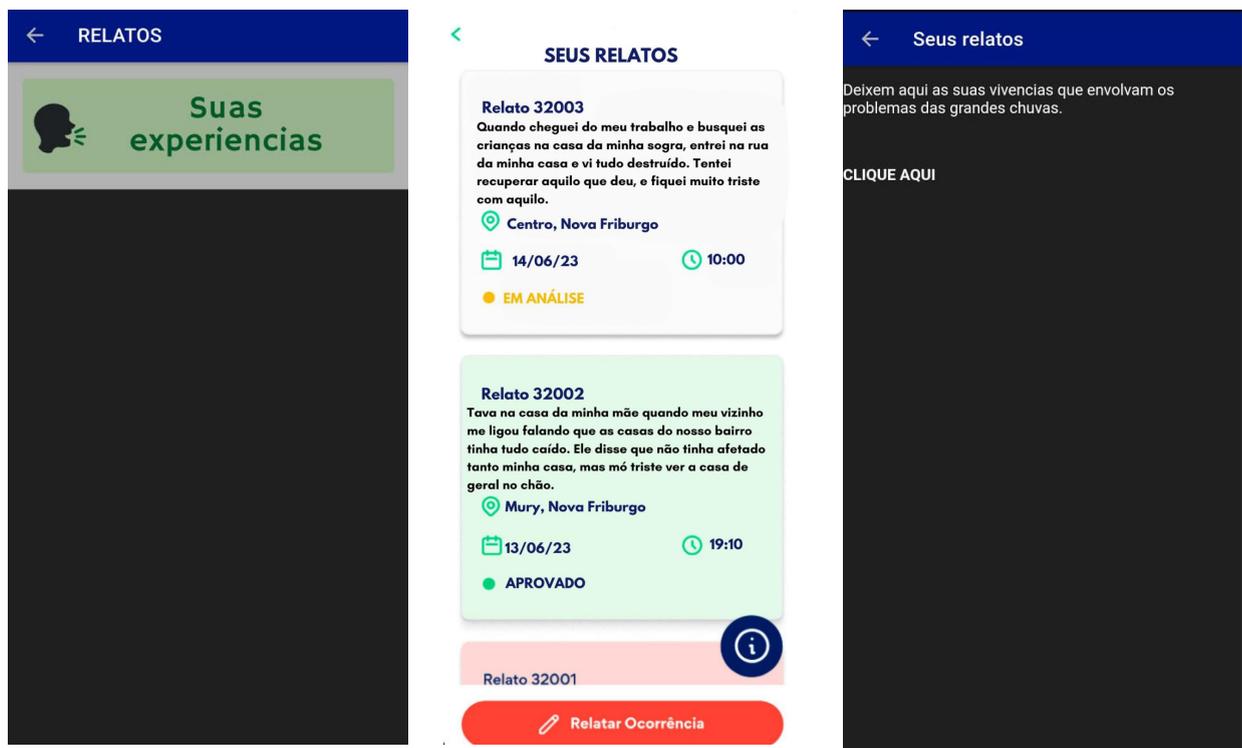
O app ainda conta com uma aba de ajuda que indica o número e endereço do corpo de bombeiros e polícia. (Figura 11: Telas de ajuda)

Figura 11: Telas de ajuda



Na aba de relatos é possível que os moradores que já passaram por isso e o que fizeram para sobreviver relatem suas histórias, isso trará conforto a aqueles que estão nessa situação. (Figura 12: Relatos)

Figura 12: Relatos



1.2.5 CUSTO DAS SOLUÇÕES

Produto	Quantidade	Valor individual	Valor total	Referência
Poste de Eucalipto Tratado em Autoclave	24	R\$ 639,00	R\$ 15.336,00	Gama Madeiras tratadas
Painel de Mensagem Variável	24	Aguardando orçamento	Aguardando orçamento	DLed
Câmera de Segurança Intelbras	24	R\$ 150,00	R\$ 3.600,00	Amazon
Sensor sísmico	10	R\$1545,00	R\$15.450,00	JBP Distribuidora
Computadores Centro de Monitoramento	2	R\$ 2.949,00	R\$ 5.898,00	Magazine Luiza
Monitor Centro de Monitoramento	6	R\$ 849,00	R\$ 5.094,00	Magazine Luiza
Cadeiras Centro de Monitoramento	5	R\$ 281,84	R\$ 1.409,20	Magazine Luiza
Mesas Centro de Monitoramento	5	R\$ 200,00	R\$ 1000,00	Leroy Merlin
Ar-condicionado Centro de Monitoramento	1		R\$ 1.898,00	Magazine Luiza
Câmera de Segurança Centro de Monitoramento	2	R\$ 99,85	R\$ 199,70	Americanas
Aluguel Centro de Monitoramentos	1		R\$ 220.00,00/mês	Zap imóveis
Motor do Robô Toupeira	1		R\$ 49,90	Robocore
Broca do Robô Toupeira	1		R\$ 59,00	Mercado Livre
Esteira do Robô Toupeira	4	R\$ 42,00	R\$ 168,00	Amazon
Controlador do Robô Toupeira	1	0	R\$ 135,00	Robocore
Sensor de temperatura do Robô Toupeira	1	0	R\$ 13,90	Robocore
Redução para o Robô Toupeira	1	0	R\$ 242,00	Robocore
Câmera do Robô Toupeira	1	0	R\$ 397,89	Magazine Luiza
Mandrill do Robô Toupeira	1	0	R\$ 21,90	Mercado Livre
Glicose do Robô Toupeira	5 unidades	0	R\$ 15,70	DiabetesFarma
Custo Licenciamento e Manutenção do Aplicativo	1	0	R\$ 165,00/mês	Fabapp

1.3 OBJETIVO GERAL

Analisar o impacto das chuvas e sua influência nos deslizamentos de terra e propor soluções para impedi-los e remediá-los.

1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Indicar as problemáticas geradas pelos deslizamentos em estradas e meios sociais e seus resultados na vida da população.
- Estabelecer maneiras de prevenir e diminuir os efeitos das movimentações de massa.
- Elaborar meios de auxiliar pessoas diretamente impactadas em deslizamentos.

1.4 JUSTIFICATIVA

Ao lidar com os movimentos de massa, agravados pelos efeitos das chuvas e da ação do homem, é perceptível que há um grande impacto na vida da população presente e uma instabilidade na vegetação local. (Gonçalves Costa, 2010)

Segundo Regueira (2019), no Brasil a maior causa de mortes quando trata-se de desastres naturais estão ligadas às chuvas, que por sua vez, acarretam nos deslizamentos de terra.

A falta de recursos para lidar com esses desastres e sua condição geográfica favorável a escorregamentos de terra fez com que 4.146 pessoas morressem em decorrência de deslizamentos de terra no Brasil de 1988 a junho de 2022. (Macedo e Sandre, 2022)

Principalmente na Região Serrana do Rio de Janeiro, observa-se a erosão como um problema relevante, e, levando em consideração as áreas afetadas e com maior incidência desses movimentos de terra, o município de Nova Friburgo foi escolhido.

Além disso, podemos notar que os investimentos em medidas preventivas e para a restauração de áreas onde ocorrem desastres naturais têm caído gradativamente, e de acordo com o fundador da Contas Abertas, Gil Castello Branco, o valor investido não é suficiente para a prevenção de desastres. O artigo da CNN aponta que os investimentos caíram 66% de 2013 a 2021, o qual em 2010 era de 2,84 bilhões para 514 milhões até o dia 28 de maio de 2021.(Arbex e Hirabahasi, 2022)

Sendo assim, é muito importante que medidas de prevenção e segurança sejam tomadas para garantir mais tranquilidade, qualidade de vida e resiliência aos moradores ao enfrentar esse tipo de problema, com isso muitas vidas poderão ser salvas e locais preservados.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo a Secretaria Nacional de Defesa Civil (2007), desastres são configurados a partir de

“resultados de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais.

Sabendo da importância de se minimizar os impactos em casos de eventos de chuva intensa e extrema, conhecer os padrões de distribuição, avaliar e prever com antecedência este tipo de evento, torna-se de suma importância tanto para a comunidade científica quanto para a sociedade”

São muitos os fatores que influenciam os problemas com as chuvas na cidade do Rio de Janeiro, os mesmos são prejudicados pela falta de assistência do Estado em relação ao assunto e pela precariedade das regiões mais pobres da cidade. Em 2012, foi criado o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais a fim de prevenir a ocorrência desses eventos e emitir alertas para todo o país. (Costa, Conceição e Amante, 2018)

O ambiente geográfico da cidade é crucial ao se tratar da quantidade de chuvas. O Rio está localizado na Mata Atlântica, tendo um clima tropical quente e úmido, influenciado pela proximidade do mar. Além disso, a morfologia local varia entre planícies, sendo 64% do território, e tendo pontos de alta elevação, sendo os principais o Maciço da Pedra Branca, o Maciço da Tijuca e o Maciço do Gericinó-Mendanha, sendo todos eles em uma altitude de aproximadamente 1000 m do nível do mar, e tendo 20% do território com uma elevação de 100 m. O nível pluviométrico anual da cidade é de 1500 mm. Todos esses fatores combinados geram um ambiente completo e complexo para o estudo de desastres. (Costa, Conceição e Amante, 2018)

Tabela 3: Valores Mínimo, Máximo, Médio e Desvio Padrão em milímetros do total pluviométrico anual de todas estações analisadas.

Locais	Mínimo	Máximo	Médio	Desvio Padrão
Rocinha	883,10	2519,20	1667,41	444,71
Tijuca (Sumaré)	852,80	2580,90	1455,27	445,05
Santa Teresa	722,60	2022,20	1274,31	363,16
Ilha do Governador	520,00	1796,80	1055,22	307,78
Penha	598,50	1363,40	877,70	219,20
Madureira	695,60	1495,20	1015,05	241,82
Bangu	696,20	1369,00	1005,12	209,55
Cidade de Deus	684,20	1682,40	1048,17	279,80
Guaratiba	660,40	1914,70	1050,54	281,10
Santa Cruz	771,50	1740,00	1177,97	229,51
Anchieta	645,40	1607,80	1117,51	267,61
Grota Funda	902,00	2058,60	1363,72	319,86
Campo Grande	679,80	1638,00	1052,20	251,34
Sepetiba	468,20	1641,40	1089,59	327,77
Recreio	634,60	1588,80	1087,98	264,54

Fonte: (Costa, Conceição e Amante, 2018)

Ao analisar o índice pluviométrico e relacionar com a localidade que cada estação se encontra, é visível que nos locais de maior altitude com a influência marítima a quantidade de chuva é maior e vemos que é existente a ocorrência de chuvas orográficas, que são chuvas causadas pelo acúmulo de água nas nuvens que ao encontrar obstáculos, como montanhas ou serras, acabam realizando a precipitação.

Portanto, vemos que fatores geográficos combinados com a influência marítima e com o bioma local ajudam a aumentar a quantidade pluviométrica desse ambiente, sendo maior nas regiões litorâneas.

“Ao comparar os estudos dos autores Dereczynski (2009) e Silva e Dereczynski (2014), com as análises feitas neste estudo, foi constatado que em todas as estações analisadas ocorreu um aumento, no total pluviométrico máximo anual.”

(Costa, Conceição e Amante, 2018)

“No entanto, por meio de uma análise mais criteriosa foi possível observar que há redução do total anual na cidade do Rio de Janeiro. Em todas as estações os totais anuais mostraram aumento na precipitação do início das séries até aproximadamente os primeiros dez anos de estudo. Posteriormente a esse período há redução nos totais precipitados.”

(Costa, Conceição e Amante, 2018)

"Um dos desastres mais recentes aconteceu na cidade de Petrópolis, na região serrana do estado do Rio de Janeiro. As fortes chuvas que acometeram o município no mês de fevereiro de 2022 provocaram enxurradas extremamente violentas e grandes deslizamentos de terra que deixaram quase 1.000 pessoas desabrigadas, 191 desaparecidas e causaram 152 fatalidades até o momento".

(CNN, 2022)

Onze anos antes dos eventos em Petrópolis, a região serrana do Rio de Janeiro enfrentou uma tragédia que é atualmente considerada a pior catástrofe natural da história do Brasil e uma das piores do mundo. Em 11 de janeiro de 2011, as chuvas na região excederam a média esperada para o mês inteiro, resultando em deslizamentos de grandes proporções nas cidades de Petrópolis, Nova Friburgo e Teresópolis. (Brasil Escola, S.D.)

O número total de vítimas fatais chegou a 918, e atualmente, 99 pessoas ainda estão desaparecidas. Durante a época da tragédia, aproximadamente 35 mil indivíduos ficaram desabrigados devido à destruição de suas casas ou ao risco iminente de desabamento. (Brasil Escola, S.D.)

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada no trabalho foi o método exploratório. Segundo Pereira et al (2018), este método consiste na investigação de dados, a partir de um tema central, no qual se tem pouca ou nenhuma informação prévia sobre.

Partindo do tema da TBR High “Propor medidas que reforcem a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais” realizaram-se pesquisas bibliográficas iniciais com base nas palavras-chave: chuva, desastres naturais, urbanização, deslizamentos e Nova Friburgo. Com isso conseguiu-se delimitar o problema.

Posterior a definição do problema, foram realizadas entrevistas com profissionais de diversas áreas a fim de embasar o desenvolvimento das soluções e ter o prognóstico do resultado. Foram entrevistados: os geógrafos Túlio Heckmaier e Rafael Silva, os biólogos Bianca Esteves e João Soares e Emanuel Barata, responsável pela comunicação da empresa da Águas de Nova Friburgo, empresa que realiza a distribuição da água e o recolhimento das águas pluviais.

A partir das entrevistas e pesquisas bibliográficas foi possível gerar dados de cunho qualitativo e embasar a criação das soluções a partir disso.

4 RECURSOS UTILIZADOS

4.1 RECURSOS HUMANOS (PROFISSIONAIS):

1. Geógrafos: Tulio Heckmaier e Rafael Silva
2. Biólogos: Bianca Esteves e João Soares
3. Técnicos e Orientadores: Rafael Ribeiro e Tatiana Valladão
4. Comunicador Águas de Nova Friburgo- Emanuel Barata
5. Comunicador Global Tech- Denys Vieira

4.2 EQUIPAMENTOS:

1. Computadores com internet
2. Celular com o app Fabapp.

4.3 MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DE MODELOS:

Robô Toupeira

1. Esp-32
2. Um sensor de Temperatura
4. Uma Câmera
5. Sistema LoRaWAN
6. 4 esteiras de metais
7. Um motor do Robô Toupeira
8. Uma Broca do Robô Toupeira

9. Um pack de bateria
10. Um controlador do Robô Toupeira
11. Uma redução para o Robô Toupeira
12. Um mandril do Robô Toupeira
13. Cinco unidades de glicose do Robô Toupeira

Sistema de Alerta:

1. Sensores sísmicos
2. 24 Câmeras
3. 24 Postes de Eucalipto Tratado em Autoclave
4. 24 Placas de mensagem variável
5. Aluguel Centro de Monitoramentos
6. 2 Computadores Centro de Monitoramento
7. 6 Monitores Centro de Monitoramento
8. 5 Cadeiras Centro de Monitoramento
9. Cinco mesas Centro de Monitoramento
10. Um ar condicionado
11. Duas câmara de Segurança Centro de Monitoramento
12. Energia elétrica
13. Wifi

5. CRONOGRAMA

Atividade	Responsável	Recursos Necessários	Prazo final	Meses					
				abr	mai	jun	jul	ago	set
Pesquisar sobre catástrofes	Fernanda, Vitoria, Lara e Maria Eduarda	Computador	20 dias						
Pesquisar sobre deslizamento	Fernanda, Vitoria, Lara e Maria Eduarda	Computador	15 dias						
Organizar nossas postagem	Fernanda e Lara	Computador	1 semana						
Pesquisar sobre Nova Friburgo	Fernanda, Vitoria, Lara e Maria Eduarda	Computador	25 dias						
Elaboração do trabalho	Todos	Computador	1 mês						
Pesquisar sobre as soluções	Todos	Computador	1 mês						
Pesquisa sobre chuva	Fernanda, Vitoria, Lara e Maria Eduarda	Computador	3 meses						
Pesquisa sobre os municípios do Rj	Lara, Fernanda e Vitória	Computador	2 semanas						
Poster do Mérito Científico	Lara, Fernanda e Vitória	Computador	1 semana						
Pesquisa sobre as estradas de Nova Friburgo	Fernanda, Lara e Vitória	Computador	1 semana						
Pesquisa sobre urbanização	Fernanda, Lara e Vitória	Computador	2 semana						
Pesquisa sobre drenagem	Fernanda, Lara e Vitória	Computador	3 semana						
Pesquisa sobre sistema de alerta	Fernanda, Lara e Vitória	Computador	2 semana						

Pesquisa sobre ODS	Fernanda, Lara e Vitória	Computador	2 semana						
Pesquisa sobre dados	Fernanda, Lara e Vitória	Computador	3 semana						
Desenvolvimento do robô toupeira	Lucas	Computador	1 semana						

6. CONCLUSÃO

O tema da competição trata de mudanças climáticas, e a adaptação humana a elas, por isso os locais de estudo escolhidos foram Município de Nova Friburgo e a estrada RJ 130 que sofrem recorrentemente com deslizamentos e chuvas que dificultam a vida da população.

A metodologia utilizada neste projeto foi a exploratória, a qual a partir de um tema central foram realizadas pesquisas e entrevistas para um trabalho em coeso.

As soluções elaboradas foram: Um robô salvador que auxilia na localização e levará fonte de alimento e água para pessoas em escombros, um sistema de aviso que funciona em estradas com sensores e monitoramento que alertará motoristas para evitar acidentes e um aplicativo que funciona no meio urbano feito para alertar moradores sobre deslizamentos de chuvas, áreas de risco e locais seguros.

Essas ações em Nova Friburgo são fundamentais para proteger a vida e a propriedade de seus moradores, bem como para promover a resiliência da região diante dos desafios climáticos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Silva, J. A., Barroso, R. C, Costa A. J, Fontana R. L. - A urbanização no mundo contemporâneo e os problemas ambientais. 2014. Disponível em [:https://periodicos.set.edu.br/cadernohumanas/article/view/1723](https://periodicos.set.edu.br/cadernohumanas/article/view/1723) Acesso em: 21/08/2023

Santos G.G., Griebeler N.P. e de Oliveira L.F.C. - Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. 2010. Disponível em [:https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/HLxGt8xsqhh5YnZrTbCgmh/](https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/HLxGt8xsqhh5YnZrTbCgmh/) Acesso em: 21/08/2023

Lisboa, V. - O Clima já mudou, e adaptação é urgente, afirmam especialistas. Ação humana leva à mais rápida trajetória de aquecimento em 2 mil anos. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-02/clima-ja-mudou-e-adaptacao-e-urgente-afirmam-especialistas> Acesso em: 07/08/2023

G1 - Nível do mar sobe 2 vezes mais rápido e derretimento de geleiras bate recorde, adverte ONU. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2023/04/21/nivel-do-mar-sobe-2-vezes-mais-rapido-e-derretimento-de-geleiras-bate-recorde-adverte-onu.ghtml> Acesso em: 07/08/2023

Adapta Clima - Desastres no Contexto da Mudança do Clima. 2023[®]. Disponível em: <http://adaptaclima.mma.gov.br/desastres-no-contexto-da-mudanca-do-clima> Acesso em: 11/08/2023

Saito S.M. Desastres Naturais: conceitos básicos [S.D.] Disponível em: http://www3.inpe.br/crs/crectalc/pdf/silvia_saito.pdf Acesso em: 11/08/2023

Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional - Entenda a diferença entre os tipos de desastres naturais e tecnológicos registrados no Brasil. 2022 Disponível em:

<https://www.gov.br/mdr/pt-br/ultimas-noticias/entenda-a-diferenca-entre-os-tipos-de-desastres-naturais-e-tecnologicos-registrados-no-brasil> Acesso em: 11/08/2023

Veloso, J. A. - Tsunamis no Brasil? 2011. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/34843/37582> Acesso em: 14/08/2023

Iberdrola - Fenómenos meteorológicos: extremos causas e exemplos. 2023[©]. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/fenomenos-meteorologicos-extremos> Acesso em: 14/08/2023

Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro - Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade)- com simbologia. 2020[©] Disponível em: <http://www.defesacivil.rj.gov.br/index.php/para-municipios/modelos-de-documentos> Acesso em:19/09/2023

Ministério da Saúde - Brasil chega à marca de 700 mil mortes por Covid-19. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2023/marco/brasil-chega-a-marca-de-700-mil-mortes-por-covid-19> Acesso em: 19/09/2023

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, Histórico da criação do Cemaden. 2017. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/> Acesso em: 01/09/2023

Adapta Clima, Desastres no Contexto da Mudança do Clima. 2023 [©].Disponível em: <http://adaptaclima.mma.gov.br/desastres-no-contexto-da-mudanca-do-clima> Acesso em: 01/09/2023

Unicef - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, [S.D.] Disponível em: <https://www.unicef.org/> Acesso em: 01/09/2023

Nações Unidas Brasil - Objetivos de Desenvolvimento sustentável. 2023 [©]. Disponível em:<https://brasil.un.org/> Acesso em:19/09/2023

Pacto Global - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), [S.D.] Disponível em: <https://www.pactoglobal.org.br/ods> Acesso em: 15/09/2023

Estratégia ODS - Conheça os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis, [S.D.] Disponível em: <https://www.estrategiaods.org.br/conheca-os-ods/> Acesso em: 15/09/2023

Embrapa - O que são os ODS [S.D.]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods/o-que-sao-os-ods> Acesso em: 12/09/2023

IPEA, ODS 13 - Ação contra a mudança global do clima. 2019[©]. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods13.html> Acesso em: 12/09/2023

ONU - Ação contra a mudança global do clima [S.D.] Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/13> Acesso em: 04/09/2023

Gonçalves, J.C. - Impactos e medidas econômicas relacionados a desastres. 2010. Disponível em: http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542010000300009&lng=pt&nrm=iso Acesso em: 04/09/2023

Barros, L. - Tragédias com deslizamentos de terra podem ser evitadas negligência governamental. 2023. Disponível em: <https://avozdaserra.com.br/colunas/al-m-das-montanhas/tragedias-com-deslizamentos-de-terra-podem-ser-evitadas> Acesso em: 06/09/2023

Macedo, E.S. e Sandre L.H. Mortes por deslizamentos no Brasil: 1988 a 2022. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, v.12, n.1, p.110-117, 2022. Disponível em: <https://www.abge.org.br/downloads/10.pdf> Acesso em: 06/09/2023.

Arbex, T. e Hirabahasi, G. - Investimento do governo com prevenção e respostas a desastres tem caído nos últimos 9 anos.2022. Disponível em:

<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/investimento-do-governo-com-prevencao-e-repostas-a-desastres-tem-caido-nos-ultimos-9-anos/> Acesso em: 01/09/2023

Veja - Cidades serranas terão de esclarecer destino das verbas. 2011. Disponível em:

<https://veja.abril.com.br/brasil/cidades-serranas-terao-de-esclarecer-destino-das-verbas> Acesso em: 05/09/2023

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Cidades e Estados Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj.html> Acesso em: 31/07/2023

Climate Data, Rio de Janeiro [S.D] Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/rio-de-janeiro-853/> Acesso em: 31/07/2023

Prefeitura do Rio de Janeiro - Alerta Rio dados meteorológicos: Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro, Info Estações [S.D] Disponível em: <http://www.sistema-alerta-rio.com.br/dados-meteorologicos/info-estacoes/> Acesso em: 14/07/2023

INPE - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Rio de Janeiro [S.D] Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br/rj/rio-de-janeiro> Acesso em: 02/07/2023

N.C. Néto, E.B. Santos - Análise Espaço-Temporal dos Eventos de Precipitação Intensa no Estado do Rio de Janeiro. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/MgG9YvLfYqBbhG9sjfxJqDG/abstract/?lang=pt> Acesso em: 05/07/2023

S.S.Lima e N.B. Armond - Chuvas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: caracterização, eventos extremos e tendências. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/wcxM8bTfmLM6JNYxBcshNZc/> Acesso em: 08/07/2023

Alexander J.S da Costa, Conceição R.S., Amante, F.O - Enchentes Urbanas E Crescimento Da Cidade Do Rio De Janeiro: Estudos Em Direção A Uma Cartografia

Das Enchentes Urbanas. 2018. Disponível em:
https://docs.google.com/document/d/1ByeV8qhe1BI8OKrL_Rck3FCrWWTC5gh6R2eAyO0V0aU/edit Acesso em: 19/09/2023

INPE - App SOS chuva. 2017[©]. Disponível em:
<http://satelite.cptec.inpe.br/soschuvaapp/> Acesso em: 18/09/2023

Climatempo - Climatologia Rio de Janeiro. 2023[©]. Disponível em:
<https://www.climatempo.com.br/climatologia/321/riodejaneiro-rj> Acesso em:
18/09/2023

O Globo - Chuvas provocam deslizamento em estradas do Rio. 2023. Disponível em:
<https://oglobo.globo.com/rio/noticia/2023/01/chuvas-provocam-deslizamento-em-estradas-do-rio.ghtml> Acesso em: 19/09/2023

G1 - Chuva forte causa deslizamentos de terra, alagamentos e bloqueia estradas em Angra dos Reis e Paraty. 2022. Disponível em:
<https://g1.globo.com/rj/sul-do-rio-costa-verde/noticia/2022/04/01/chuva-forte-causa-deslizamentos-de-terra-alagamentos-e-bloqueia-estradas-em-angra-dos-reis-e-paraty.ghtml> Acesso em: 19/09/2023

Do Vale J.H. - Deslizamento fecha a BR-040 entre Minas Gerais e o Rio de Janeiro. 2017. Disponível em:
https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2017/11/07/interna_gerais.914780/deslizamento-fecha-a-br-040-entre-minas-gerais-e-o-rio-de-janeiro.shtml Acesso em:
14/09/2023

Fantástico - Conheça a 'Favela dos Sonhos', comunidade com casas feitas com tubos de pasta de dente e outros materiais recicláveis. 2023. Disponível em:
<https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2023/06/25/conheca-a-favela-dos-sonhos-comunidade-com-casas-feitas-com-tubos-de-pasta-de-dente-e-outros-materiais-recicla-veis.ghtml> Acesso em: 19/09/2023

Veysseyre S. - Estudo de caso: As regras tácitas da construção nas favelas. 2014. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/625874/estudo-de-caso-as-regras-tacitas-da-construcao-nas-favelas> Acesso em: 12/08/2023

Carvalho C.S. e Galvão T. Prevenção De Riscos De Deslizamentos Em Encostas Em Áreas Urbanas. In: MORAIS, Maria da Piedade; KRAUSE, Cleandro; LIMA NETO, Vicente Correia (ed.). Caracterização e tipologia de assentamentos precários: estudos de caso brasileiros. Brasília, DF: IPEA, 2016. cap. 8, p. 189-248. Disponível em: <http://livroaberto.ufpa.br/jspui/handle/prefix/366>. Acesso em: 19/09/2023

Prefeitura do Rio de Janeiro - Suscetibilidade a deslizamentos. 2015. Disponível em: <https://www.data.rio/apps/suscetibilidade-a-deslizamentos/explore> Acesso em: 17/07/2023

Ximenes, L. A., Cardoso, A. L. e Luft, R.M. - Política de urbanização de favelas no Rio de Janeiro: dimensões institucionais e normativas. Cad. Metropole 25 (58) - Sep-Dec 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2023-5810> Acesso em: 19/09/2023

da Costa, A.J., Conceição, R.S e Amante, F.O, As Enchentes Urbanas E O Crescimento Da Cidade Do Rio De Janeiro: Estudos Em Direção A Uma Cartografia Das Enchentes Urbanas. GeoUERJ. 2018. Disponível em: https://docs.google.com/document/d/1ByeV8qhe1BI8OKrL_Rck3FCrWWTC5gh6R2eAyO0V0aU/edit Acesso em: 19/09/2023

G1 - Em 2011, a chuva na Região Serrana deixou mais de 900 mortos. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/2022/02/15/em-2011-chuva-na-regiao-serrana-deixou-mais-de-900-mortos.ghtml> Acesso em: 07/07/2023

O Globo - Em 2011, chuvas na região serrana do Rio deixaram 918 mortos. 2022. Disponível em:

<https://exame.com/brasil/em-2011-chuvas-na-regiao-serrana-do-rio-deixaram-918-mortos/> Acesso em: 07/07/2023

Busch A. , e Amorim S. - A tragédia da região serrana do Rio de Janeiro em 2011: procurando respostas. 2010. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/328/2/A%20trag%C3%A9dia%20da%20regi%C3%A3o%20serrana%20do%20Rio%20de%20Janeiro%20em%202011%20procurando%20respostas.pdf> Acesso em: 07/07/2023

Google maps - Estrada RJ 130 [S.D] Disponível em: <https://www.google.com/maps/dir/-22.3893111,-42.953368/Friolog+Transportes+-+Nova+Friburgo/@-22.2510146,-42.9201926,11z/am=t/data=!4m9!4m8!1m0!1m5!1m1!1s0x978aac9af18fa9:0x991278d1b25d68ab!2m2!1d-42.545311!2d-22.254029!5i1!5m1!1e2?hl=pt-BR&entry=ttu> Acesso em: 19/09/2023

Concessionária Rota 116, Serviços [S.D]. Disponível em: <http://www.rota116.com.br/> Acesso em: 19/09/2023

Coutinho, K. - DER dá prazo para entrega da RJ-130; trechos da Terê-Fri ainda estão cheios de buracos. 2023. Disponível em: <https://www.portalmultiplix.com/noticias/seguranca/der-da-prazo-para-entrega-da-rj-130-trechos-da-tere-fri-ainda-estao-cheios-de-buracos> Acesso em: 20/08/2023

Coelho, C. Estrada Terê-Fri: em dois meses, somente um quilômetro recuperado. 2023. Disponível em: <https://avozdaserra.com.br/noticias/estrada-tere-fri-em-dois-meses-somente-um-quilometro-recuperado> Acesso em: 05/09/2023

Coelho, C. - Estrada Terê-Fri: obras de recuperação devem ficar prontas em setembro. 2023. Disponível em: <https://avozdaserra.com.br/noticias/estrada-tere-fri-obras-de-recuperacao-devem-ficar-prontas-em-setembro> Acesso em: 07/09/2023

Chaboudet, B. e Cordeiro, A. - Riscos de deslizamentos na RJ-116 preocupam motoristas. 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=DVj-V9WzabU>
Acesso em: 25/08/2023

G1 - BR-116 continua interditada após queda de barreira em Teresópolis, no RJ. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/2022/01/11/br-116-continua-interditada-apos-queda-de-barreira-em-teresopolis-no-rj.ghtml> Acesso em: 30/08/2023

De Mello, H.B. - Nova Friburgo é um parque. E deve ser a nossa vida! 2009. Disponível em: <https://acervo.avozdaserra.com.br/noticias/nova-friburgo-e-um-parque-e-deve-ser-a-nossa-vida> Acesso em: 12/08/2023

Instagram da defesa civil de Nova Friburgo [s.d] Disponível em: <https://www.instagram.com/defesacivilfriburgo/> Acesso em: 05/07/2023

Prefeitura de Nova Friburgo (c2023) Disponível em: <https://www.pmnf.rj.gov.br/site/>
Acesso em: 08/07/2023

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) - Cidades Nova Friburgo Panorama. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/nova-friburgo/panorama> Acesso em: 09/07/2023

Instituto Brasileiro de Florestas, Bioma Mata Atlântica (2020). Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica> Acesso em: 05/07/2023

Climate Data Clima Nova Friburgo [s,d]. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/nova-friburgo-33678/>
Acesso em: 05/07/2023

IPHAN, História - Nova Friburgo (c2014) <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1508/> Acesso em: 25/08/2023

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Estatísticas de Chuvas e Vazões (2023) Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/3ec95f52-d294-4102-807f-e71c56959fde> Acesso em: 29/08/2023

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) - Teresópolis: Panorama. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/teresopolis> Acesso em: 30/08/2023

Climate Data Clima Teresópolis [s,d] Disponível em: https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/teresopolis-4578/#google_vignette Acesso em: 05/09/2023

Redação Multiplix - Nova Friburgo e Teresópolis entram em estágio de atenção devido às chuvas que causam transtornos. 2023. Disponível em: <https://www.portalmultiplix.com/noticias/cotidiano/nova-friburgo-e-teresopolis-entram-em-estagio-de-atencao-devido-as-chuvas-que-causam-transtornos> Acesso em: 05/09/2023

Frossard N. - Temporal causa alagamentos, buraco, deslizamento de barreira e quedas de árvores em Friburgo. 2023. Disponível em: <https://www.portalmultiplix.com/noticias/cotidiano/temporal-causa-alagamentos-buraco-deslizamento-de-barreira-e-quedas-de-arvores-em-friburgo> Acesso em: 05/09/2023

Ramos, A. e Marques, A. - RJ-150, em Nova Friburgo, volta a ser interditada para veículos após novos deslizamentos na madrugada. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/2023/02/23/rj-150-em-nova-friburgo-volta-a-ser-interditada-para-veiculos-apos-novos-deslizamentos-na-madrugada.ghtml> Acesso em: 11/09/2023

Coelho C. - Estragos do fim de semana foram além de deslizamentos e interrupção de estradas. 2023. Disponível em:

<https://avozdaserra.com.br/noticias/estragos-do-fim-de-semana-foram-alem-de-deslizamentos-e-interruptao-de-estradas> Acesso em: 23/07/2023

RBtec Sistemas de Proteção Perimetral, Seismo Sensor de solo autônomo (c2023)

Disponível em:
<https://www.rbtec.com/pt/sensores-de-perimetro-e-protecao-subterranea/sensores-e-enterrados-no-subsolo/unattended-ground-sensor-security-system-ugs/#:~:text=Quando%20uma%20atividade> Acesso em: 19/09/2023

Ramos, A. Estudantes mexicanos criam robô aracnídeo para a busca e resgate de pessoas (2019) Disponível em:
<https://engenhariae.com.br/tecnologia/estudantes-mexicanos-criam-robo-aracnideo-para-a-busca-e-resgate-de-pessoas> Acesso em: 18/09/2023

Tobias, V. Insetos-robôs podem auxiliar na busca de vítimas em desastres naturais (2019) Disponível em:
<https://br.bolavip.com/tecnologia/insetos-robos-desastres-naturais-acontecem-em-todas-as-partes-do-mundo-desastres-naturais-20220330-0056.html> Acesso em: 15/09/2023

Inforpress, Estudantes palestinos inventam robô para ajudar a resgatar vítimas presas em escombros (2022) Disponível em:
<https://www.balai.cv/noticias/sociedade/estudantes-palestinos-inventam-robo-para-ajudar-a-resgatar-vitimas-presas-em-escombros/> Acesso em: 12/09/2023

Exame, Robô barata é criado para localizar pessoas soterradas (2016). Disponível em:
<https://exame.com/ciencia/robo-barata-e-criado-para-localizar-pessoas-soterradas/> Acesso em: 13/09/2023

Alecrim, E., NASA apresenta o FINDER, radar portátil capaz de encontrar pessoas soterradas ainda com vida (2013). Disponível em:
<https://tecnoblog.net/noticias/2013/09/25/nasa-finder-radar-portatil-encontra-pessoas-soterradas-com-vida/> Acesso em: 16/09/2023

Zensorcontrol, LORAWAN - O QUE É? (c2023) Disponível em: <https://zensorcontrol.pt/pt/lorawan-o-que-e#:~:text=O%20termo%20LoRaWAN%20adv%C3%A9m%20da.de%20manuten%C3%A7%C3%A3o%20e%20elevada%20seguran%C3%A7a> Acesso em:12/09/2023

RoboCore, ESP32 - WiFi + Bluetooth (c2023) Disponível em:<https://www.robocore.net/wifi/esp32-wifi-bluetooth> Acesso em:19/09/2023

Pereira, A. S.; Shitsuka, D. M.; Parreira J. P. & Shitsuka, R. - Metodologia da pesquisa científica. 1ªedição - UAB/NTE/UFSM - Santa Maria/RS. 2018

De Giacometti, K. Ações Antrópicas e Impactos Ambientais: Industrialização e Globalização. Uninter. 2018 Disponível em: <https://repositorio.uninter.com/bitstream/handle/1/108/Kerly%20de%20Giacometti.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 19/09/2023

COPPETEC - Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio De Janeiro: RT-03 - Vulnerabilidade a Eventos Críticos. Volume 1. 2014. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/Diagn%C3%B3stico-Vulnerabilidades-Vol.-I-Corpo.pdf> Acesso em: 19/09/2023

Banco Mundial - Avaliação de perdas e danos: Inundações e deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro em Janeiro de 2011. Brasília. 2012. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/cooperacao-internacional/ativacoes-no-brasil/camados/imagens/inundacoes-e-deslizamentos-na-regiao-serrana-do-rio-de-janeiro.pdf> Acesso em: 19/09/2023