

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL BENTO QUIRINO
Ensino Médio com Habilitação Profissional de Técnico em
Eletrônica (Período Integral)

GUSTAVO RAONY FELISBERTO TEIXEIRA
KAROLINE MULLER
NICOLE LOHANE OLIVEIRA CARDOSO

ANGELS: Agente de Navegação Gwen Especializado em
Localização de Sobreviventes

Campinas/SP
2025

**ANGELS: Agente de Navegação Gwen Especializado em
Localização de Sobreviventes**

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL BENTO QUIRINO
Av. Orosimbo Maia, 2600 – Cambuí, Campinas/SP – ETEC Bento Quirino

GUSTAVO RAONY FELISBERTO TEIXEIRA
KAROLLINE MULLER
NICOLE LOHANE OLIVEIRA CARDOSO

Orientador: Marcelus Guirardello
Coorientadora: Regina Kawakami

Início: fevereiro/2025
Término: novembro/2025

Campinas/SP
2025

DEDICATÓRIA

Dedicamos este projeto a Deus, pela inspiração e força em cada etapa; às nossas famílias, pelo amor e apoio constantes; e ao professor Jitsunori Tsuha por permitir que esse trabalho fosse possível e aos nossos orientadores, Marcelus Guirardello e Regina Kawakami, pela orientação e incentivo decisivos.

Por fim, homenageamos todos os socorristas, bombeiros, profissionais da saúde e voluntários que arriscam a vida para salvar outras. O projeto ANGELS é também um tributo à coragem e ao espírito solidário desses verdadeiros heróis.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, em primeiro lugar, a Deus, pela força, sabedoria e perseverança concedidas ao longo desta jornada, que nos permitiram superar desafios e concretizar este projeto.

Em seguida, ao professor Jitsunori Tsuha, nosso patrocinador, por acreditar em nosso projeto e viabilizar sua realização. Seu apoio financeiro e confiança foram fundamentais para que cada etapa desta pesquisa se tornasse possível.

Registramos nossa profunda gratidão ao orientador, professor Marcelus Guirardello, e à coorientadora, professora Regina Kawakami, pela dedicação incansável, orientação cuidadosa e incentivo constante. Suas contribuições foram essenciais para o desenvolvimento de cada fase do trabalho, ampliando nosso aprendizado e fortalecendo nossa formação acadêmica e profissional.

Estendemos nosso reconhecimento às nossas famílias, que sempre acreditaram em nosso potencial e estiveram ao nosso lado em todos os momentos. O apoio incondicional, o incentivo diário e a compreensão diante das longas horas de estudo e pesquisa tornaram possível a concretização desta jornada.

Por fim, expressamos nossa gratidão a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o êxito deste projeto, seja com palavras de motivação, gestos de apoio ou compartilhamento de conhecimento. Cada colaboração, por menor que pareça, teve grande importância para que o ANGELS se tornasse realidade.

“Na vida, nada deve ser temido, apenas compreendido. Agora é hora de
compreender mais, para que possamos temer menos.”
(CURIE, 1933)

RESUMO

O aumento da frequência e da intensidade de desastres naturais, como terremotos, enchentes e deslizamentos de terra, evidencia a necessidade de soluções tecnológicas capazes de agilizar a localização de vítimas e, ao mesmo tempo, reduzir os riscos enfrentados pelas equipes de resgate. Diante desse cenário, o projeto ANGELS: Agente de Navegação Gwen Especializado em Localização de Sobreviventes, tem como objetivo desenvolver um protótipo de robô hexápode controlado por ESP32, idealizado para atuar nas primeiras horas após catástrofes, quando a agilidade e a precisão das operações de busca são determinantes para salvar vidas. O protótipo é equipado com sensores de imagem de alta resolução e sensores ambientais, capazes de medir temperatura, umidade e detectar níveis de gases tóxicos no ar, fornecendo dados em tempo real para as equipes de salvamento. Desta forma a estrutura, impressa em 3D e composta por componentes de baixo custo, favorece tanto a replicabilidade em ambientes educacionais e de pesquisa quanto a utilização em operações com orçamento reduzido, ampliando o alcance social e científico da proposta. Com isso o desenvolvimento do ANGELS segue o método de engenharia, contemplando as etapas de planejamento, modelagem, montagem, programação e testes em cenários simulados, com avaliação da estabilidade de locomoção, da precisão dos sensores e da confiabilidade da comunicação em tempo real, estabelecendo critérios objetivos para validação do protótipo. Assim, espera-se que o projeto aumente a segurança das operações de busca e resgate, ao reduzir a exposição de socorristas a ambientes perigosos e fornecer informações rápidas e confiáveis, otimizando o tempo de resposta. Em conclusão, além de contribuir para avanços na área de sistemas embarcados, o ANGELS também promove formação prática e multidisciplinar para estudantes e pesquisadores interessados em robótica, engenharia e tecnologias de apoio humanitário, estimulando a inovação e o aprendizado aplicado.

Palavras-chave: Protótipo Hexápode; Sistemas Embarcados; Localização de Sobreviventes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Início da Montagem do Protótipo.....	12
Figura 2 - Mesa de Trabalho.....	13
Figura 3 - Montagem das Pernas do Protótipo.....	13
Figura 4 - Pernas Semifinalizadas e Testes de Movimento.....	14
Figura 5 - Teste de Ângulos de Movimentação.....	14
Figura 6 - Cálculo de Corrente na Movimentação.....	15

Sumário

1. Introdução.....	8
2. Objetivos e Relevância do Projeto.....	9
3. Desenvolvimento do Projeto.....	12
4. Resultados do Projeto.....	17
5. Conclusão.....	18
Referências Bibliográficas.....	19

1. INTRODUÇÃO

Desastres naturais, como terremotos, deslizamentos de terra e enchentes, continuam a representar sérias ameaças à vida humana e à infraestrutura urbana. Nessas situações, a capacidade de localizar e resgatar sobreviventes de forma rápida e precisa é determinante para salvar vidas. Entretanto, os ambientes atingidos costumam ser de difícil acesso e apresentam riscos elevados para as equipes de resgate, comprometendo a eficiência das operações tradicionais.

Com os avanços em eletrônica, robótica e sistemas embarcados, tornou-se viável desenvolver soluções tecnológicas que atuem em ambientes hostis, coletando dados em tempo real e auxiliando diretamente nas atividades de busca e salvamento. Nesse contexto, o projeto ANGELS (Agente de Navegação Gwen Especializado em Localização de Sobreviventes) propõe a criação de uma plataforma móvel equipada com sensores e controlada por um microcontrolador ESP32. O sistema tem como objetivo identificar e transmitir a localização de sobreviventes, fornecendo informações precisas que auxiliem as equipes de resgate a agir de forma mais eficiente.

Além da viabilidade técnica, esta pesquisa valoriza acessibilidade e impacto social, oferecendo uma solução de baixo custo e de fácil implementação em diferentes cenários de emergência. A proposta reúne recursos embarcados, sensores inteligentes e conectividade, resultando em uma abordagem integrada para enfrentar problemas reais da sociedade contemporânea.

O protótipo nasce da urgência por alternativas eficazes em momentos críticos, nos quais cada minuto pode significar a diferença entre a vida e a morte. Embora já existam tecnologias sofisticadas aplicadas em contextos militares ou industriais, muitas vezes são inacessíveis para instituições públicas, escolas técnicas ou situações com orçamento limitado. O ANGELS busca preencher essa lacuna, oferecendo uma solução viável, adaptada à realidade de quem precisa agir com poucos recursos, mas com máxima eficiência.

2. OBJETIVOS E RELEVÂNCIA DO TRABALHO

Os desastres naturais, tais como terremotos, enchentes e deslizamentos, representam uma ameaça recorrente à vida humana e às infraestruturas urbanas. Relatórios internacionais, como os produzidos pelo Centre for Research on the Epidemiology of Disasters - CRED, 2022 e pela Organização Meteorológica Mundial – OMM, 2021, indicam que a frequência e intensidade desses eventos têm aumentado em função das mudanças climáticas. O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas - PBMC, 2016 reforça essa perspectiva, destacando a urgência de medidas de mitigação e resposta rápida. No Brasil, a Confederação Nacional dos Municípios - CNM, 2021 evidencia o impacto dos desastres sobre os municípios entre 2010 e 2020, revelando perdas materiais e humanas significativas. Nesse contexto, torna-se evidente que as primeiras horas após um desastre são cruciais, pois a rapidez da resposta pode determinar a diferença entre a vida e a morte.

Diante desse cenário, tecnologias aplicadas a missões de busca e salvamento vêm ganhando destaque. Pesquisas como as de Folgueira e Sainz, 2015 e Hartman e Khalil, 2014 demonstram o potencial da robótica em operações de resgate, especialmente em ambientes de difícil acesso. O emprego de sistemas autônomos é analisado também por Silva e Pereira, 2020 e Nascimento e Lopes, 2019, que apontam a eficiência dos robôs em reduzir riscos aos socorristas e ampliar a área de cobertura das buscas. No entanto, embora existam soluções tecnológicas sofisticadas empregadas em setores militares ou industriais, muitas vezes tais alternativas apresentam alto custo e baixa acessibilidade, o que limita sua aplicação em contextos educacionais ou de baixo orçamento. É nesse espaço que o projeto ANGELS se insere, propondo uma solução de baixo custo e viabilidade prática.

A robótica móvel constitui um campo essencial para a compreensão das vantagens de diferentes formas de locomoção em terrenos irregulares. Entre as arquiteturas existentes, os robôs hexápodes destacam-se por possuírem seis pernas, o que lhes confere elevada estabilidade estática - ou seja, conseguem manter equilíbrio mesmo quando apenas três pernas estão em contato com o solo, garantindo movimento seguro em ambientes instáveis (Wehner; Hayes; Tian, 2007). Essa característica é especialmente vantajosa em cenários de desastres, onde o terreno pode estar repleto de entulhos, irregularidades e obstáculos que inviabilizam a mobilidade de rodas ou esteiras.

Segundo Gallagher, Kim e Gupta, 2013, os hexápodes permitem diferentes modos de locomoção, como marcha alternada (tripod gait) e marcha em onda (wave gait), que podem ser escolhidos de acordo com a necessidade de maior velocidade ou maior estabilidade. Já Sá, 2021 demonstra que, com técnicas de controle e otimização, esses robôs podem adaptar sua marcha às condições do terreno, ampliando a versatilidade do sistema em situações reais. Do ponto de vista de aplicações práticas, Hartman e Khalil, 2014 ressaltam que robôs de múltiplas pernas têm se mostrado promissores em operações de resgate por conseguirem acessar áreas estreitas e de difícil alcance para humanos. Além disso, projetos abertos como os disponibilizados por Makeyourpet (s.d.) e Rookidroid, 2025 comprovam que a construção de hexápodes pode ser realizada de forma acessível e replicável, reforçando a relevância do ANGELS como proposta educacional e prática.

Outro eixo fundamental para a sustentação do projeto é o campo dos sistemas embarcados. Segundo Groover, 2011, a automação industrial e o controle numérico oferecem subsídios importantes à construção de protótipos funcionais. No caso do projeto ANGELS, o microcontrolador ESP32 desempenha papel central, atuando como o “cérebro” do sistema. O manual técnico da Espressif Systems, 2022 demonstra suas capacidades de processamento, conectividade Wi-Fi e compatibilidade com diferentes sensores, o que garante robustez ao projeto. Além disso, Oliveira e Souza, 2021 destacam a aplicabilidade do ESP32 em projetos de Internet das Coisas, reforçando sua escolha como componente principal para integração e controle.

A dimensão do sensoriamento é igualmente relevante para a eficiência de sistemas de resgate automatizados. Conforme explicam Medeiros et al., 2018 os sensores são componentes indispensáveis para a robótica móvel, permitindo a coleta e interpretação de dados ambientais. A utilização de câmeras térmicas, por exemplo, é analisada por empresas como FLIR Systems, 2024 e Hikvision, 2024, que apontam sua eficácia na detecção de calor e presença de vítimas em ambientes de baixa visibilidade. Além disso, o uso de sensores ambientais como o MPU-6050 (Bosch, 2020), aliado ao controlador de servomotores PCA9685 (Adafruit, 2019), viabiliza a integração de múltiplas fontes de dados, aumentando a precisão na localização de sobreviventes e reduzindo a possibilidade de falhas.

Por fim, é importante ressaltar o impacto social e educacional da robótica em situações de emergência. A literatura aponta que, em cenários de resgate, os

bombeiros civis enfrentam riscos elevados, como destaca Fênixx, 2024. Plataformas como FireRescue1, 2024 também reforçam a importância de recursos e treinamentos adequados para esses profissionais. Nesse sentido, o projeto ANGELS representa mais que uma solução técnica: é uma iniciativa que alia tecnologia, empatia e compromisso social. Ao ser desenvolvido em um ambiente educacional, mostra como a inovação pode estar acessível e ser aplicada de forma concreta a problemas humanitários, incentivando estudantes e instituições a explorarem o potencial transformador da engenharia e da robótica.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O projeto ANGELS: Agente de Navegação Gwen Especializado em Localização de Sobreviventes é desenvolvido seguindo o método de engenharia, que organiza todas as etapas de forma lógica e progressiva para garantir a eficiência e a viabilidade do protótipo.

O processo tem início com o planejamento detalhado do modelo do robô hexápode e a preparação dos arquivos digitais para a impressão 3D das peças estruturais. O design é pensado para oferecer leveza, resistência e facilidade de manutenção, utilizando materiais como PLA e ABS, que asseguram robustez e baixo custo. A Figura 1 ilustra o início da montagem, mostrando a base principal já com a fixação inicial dos servomotores.

Em seguida, a equipe dispõe todos os componentes em bancada para organização e verificação, como apresentado na Figura 2, que evidencia a mesa de trabalho com as peças e ferramentas necessárias.

Concluída a fase de design, realiza-se a montagem mecânica do robô, fixando as peças impressas em uma estrutura modular que abriga dezoito servomotores MG996R. Cada junta é cuidadosamente calibrada para garantir movimentos precisos e simétricos, permitindo que o robô se locomova de maneira estável, mesmo em terrenos irregulares e repletos de obstáculos. A Figura 3 mostra a montagem das pernas do protótipo, enquanto a Figura 4 apresenta as pernas semifinalizadas já passando pelos primeiros testes de movimento.

Na sequência ocorre a instalação eletrônica. O microcontrolador ESP32 WROOM atua como núcleo do sistema, recebendo os sinais dos módulos PWM PCA9685 e dos sensores BME680, responsável pela medição de temperatura, umidade, pressão e detecção de gases, MPU6050, que integra acelerômetro e giroscópio, e ESP32 CAM, que capta e transmite imagens em tempo real. Toda a fiação é organizada de forma a garantir estabilidade elétrica e possibilitar manutenções futuras sem comprometer o funcionamento do robô. A calibração dos ângulos de movimentação é registrada na Figura 5, que mostra o protótipo durante o ajuste de cada perna.

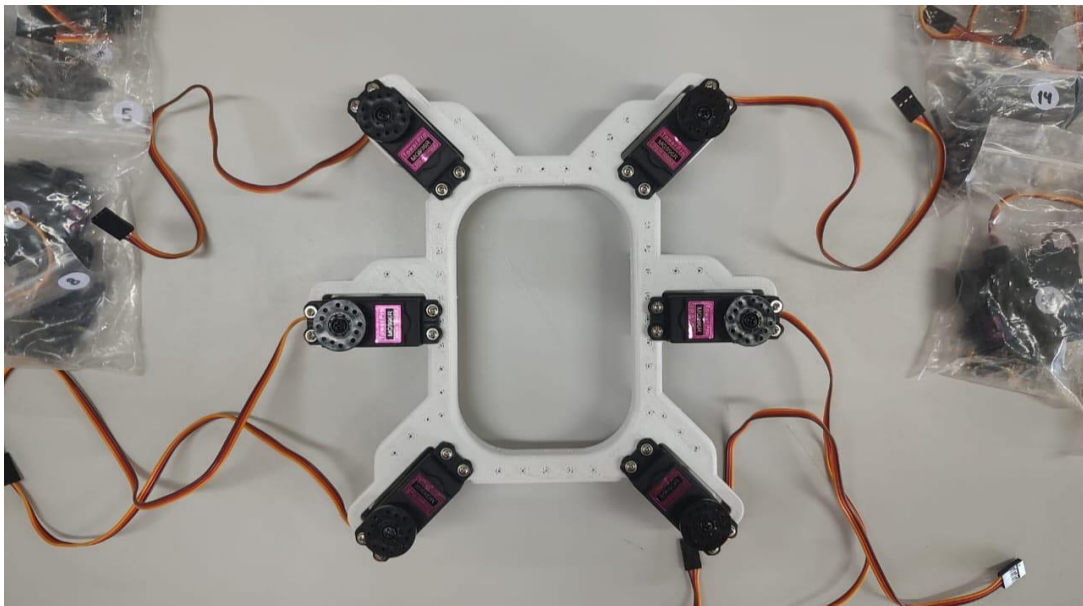
Na etapa de programação, o código é desenvolvido na IDE do Arduino, integrando as rotinas de controle dos servomotores, a leitura dos sensores e a comunicação sem fio via Wi-Fi. O software permite que o robô se desloque de forma autônoma, interprete as informações ambientais e envie, em tempo real, imagens e

dados coletados para as equipes de resgate. Essa integração entre hardware e software é essencial para que o protótipo atue com precisão e confiabilidade em cenários de emergência. A Figura 6 apresenta a medição de corrente durante a movimentação, etapa importante para garantir o consumo adequado de energia e a segurança do sistema.

Após a programação, o protótipo é submetido a uma série de testes em ambientes simulados que reproduzem as condições encontradas em desastres naturais, incluindo terrenos irregulares, obstáculos variados e mudanças bruscas de temperatura e umidade. Durante os testes, a equipe avalia a estabilidade da locomoção, a precisão das medições e a eficiência da comunicação de dados, realizando ajustes imediatos no hardware e no software sempre que necessário para aprimorar o desempenho.

O desenvolvimento do ANGELS integra conhecimentos de eletrônica, robótica, impressão 3D e sistemas embarcados, demonstrando que a aplicação de tecnologia de baixo custo é capaz de gerar uma solução prática, acessível e socialmente relevante para operações de busca e salvamento. Cada etapa confirma a viabilidade técnica e a funcionalidade do protótipo, evidenciando o potencial da robótica educacional como ferramenta para salvar vidas e contribuir para a formação de estudantes em áreas de alta tecnologia.

Figura 1: Início da Montagem do Protótipo



Fonte: Própria, 2025.

Figura 2: Mesa de Trabalho



Fonte: Própria, 2025.

Figura 3: Montagem das Pernas do Protótipo



Fonte: Própria, 2025.

Figura 4: Pernas Semifinalizadas e Testes de Movimento



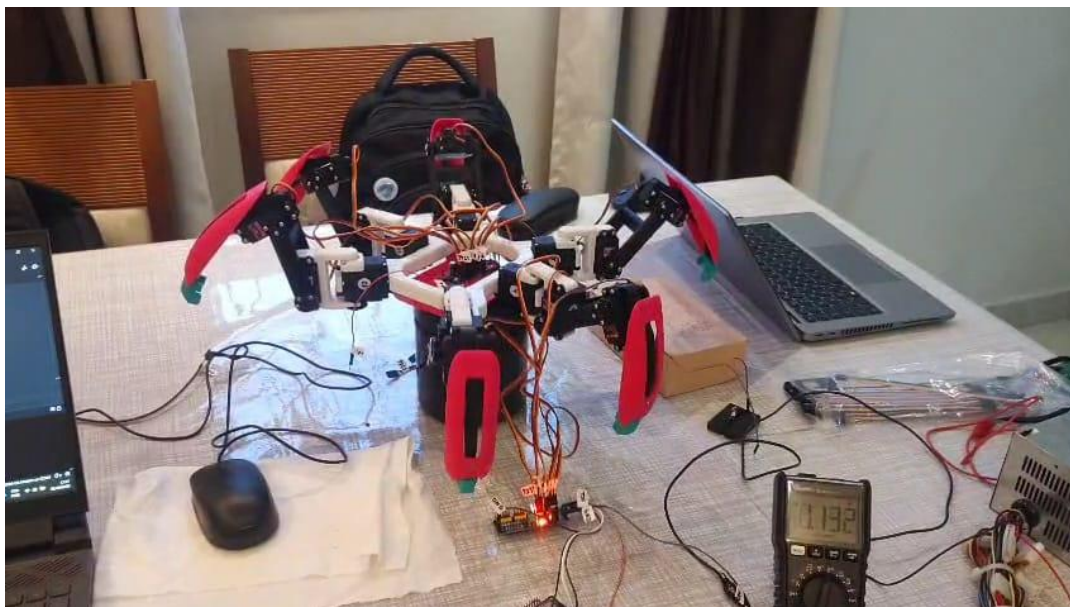
Fonte: Própria, 2025.

Figura 5: Teste de Ângulos de Movimentação



Fonte: Própria, 2025.

Figura 6: Cálculo de Corrente na Movimentação



Fonte: Própria, 2025.

4. RESULTADOS DO PROJETO

O projeto ANGELS apresenta um protótipo de robô hexápode, capaz de se locomover e avaliar variações de temperatura, umidade e detecta gases tóxicos, além de transmitir imagens em tempo real por meio do sonar.

Os testes realizados demonstram que o protótipo apresenta funcionamento consistente em ambiente simulado. A estrutura mecânica e o sistema de controle evidenciam potencial para superar obstáculos e manter equilíbrio em superfícies irregulares. Os sensores registram dados ambientais com precisão, e o sistema de comunicação assegura a transmissão em tempo real, sem perdas significativas de informação.

A análise dos testes mostra que a integração entre hardware, software e sensores funciona de forma consistente, validando a proposta do projeto. Os ajustes realizados ao longo do processo de desenvolvimento permitem aprimorar o desempenho e garantir maior confiabilidade em cenários de maior complexidade.

Do ponto de vista social e educacional, o projeto se consolida como uma solução acessível e inovadora. O ANGELS alia tecnologia e empatia, demonstrando que a robótica pode ser utilizada como ferramenta prática para salvar vidas. Além disso, o desenvolvimento do protótipo contribui para a formação de estudantes em áreas como eletrônica, programação e sistemas embarcados, fortalecendo a aplicação da ciência em problemas reais da sociedade.

5. CONCLUSÃO

O projeto ANGELS representa a união entre tecnologia, inovação e compromisso social. A proposta de desenvolver um robô hexápode acessível, equipado com sistemas embarcados e sensores inteligentes, busca responder a uma necessidade urgente, que é aumentar a eficiência e a segurança nas operações de busca e salvamento em desastres naturais.

A pesquisa demonstra que, mesmo com recursos limitados, é possível conceber soluções promissoras e de impacto, que aliam acessibilidade e potencial de aplicação prática. Mais do que apresentar um dispositivo tecnológico, o ANGELS reforça a importância de direcionar a ciência e a engenharia em benefício da vida, oferecendo uma alternativa viável para cenários de emergência.

Com a continuidade do desenvolvimento, espera-se validar a viabilidade técnica do protótipo e impulsionar novas pesquisas em robótica aplicada a situações críticas. Dessa forma, o projeto se destaca como um exemplo de que a inovação pode ser acessível, eficiente e orientada para transformar a realidade de forma positiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAFRUIT. PCA9685 16-channel, 12-bit PWM servo driver. Adafruit Industries, 2019. Disponível em: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheet/PCA9685.pdf>. Acesso em: 12 out. 2024.

BOSCH. Datasheet MPU-6050 Accelerometer and Gyroscope. Bosch Sensortec, 2020. Disponível em: <https://invensense.tdk.com/products/motion-tracking/6-axis/mpu-6050/>. Acesso em: 29 ago. 2025.

CNM – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICÍPIOS. Atlas Digital de Desastres no Brasil. Brasília: CNM, 2021.

CRED – CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS. Disaster year in review 2021. Bruxelas: CRED, 2022.

ESPRESSIF SYSTEMS. ESP32 Technical Reference Manual. Shanghai: Espressif Systems, 2022. Disponível em: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_technical_reference_manual_en.pdf. Acesso em: 5 abr. 2025.

FÊNIXX. Bombeiro civil: história, atribuições e desafios. São Paulo: Fênixx, 2024. Disponível em: <https://fenixx.com.br/bombeiro-civil-historia-atribuicoes-e-desafios-no-cenario-atual>. Acesso em: 17 ago. 2024.

FILAMENTOS 3D BRASIL. Filamentos PETG vs PLA. 2024. Disponível em: <https://www.filamentos3dbrasil.com.br/filamento-petg-vs-pla/>. Acesso em: 22 nov. 2024.

FIRERESCUE1. Firefighter Training and News. 2024. Disponível em: <https://www.firerescue1.com/>. Acesso em: 17 out. 2024.

FLIR SYSTEMS. O que é uma câmera térmica? 2024. Disponível em: <https://www.flir.com/discover/rd-science/what-is-a-thermal-camera/>. Acesso em: 4 nov. 2024.

FOLGUEIRA, J.; SAINZ, J. Robotic applications in disaster relief. Journal of Robotics and Autonomous Systems, v. 63, n. 8, p. 904–917, 2015.

GALLAGHER, S.; KIM, J.; GUPTA, K. A survey of robotic locomotion techniques. *International Journal of Robotics Research*, v. 32, n. 4, p. 402–425, 2013.

GROOVER, M. P. *Automação industrial e sistemas de controle numérico*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

HARTMAN, E.; KHALIL, S. Legged robots for disaster response. *IEEE Transactions on Robotics*, v. 30, n. 2, p. 290–302, 2014.

HIKVISION. Câmeras térmicas termográficas. 2024. Disponível em: <https://www.hikvision.com/br/products/thermal-cameras/>. Acesso em: 4 nov. 2024.

MAKEYOURPET. Hexapod. GitHub, [s.d.]. Disponível em: <https://github.com/MakeYourPet/hexapod>. Acesso em: 14 nov. 2024.

MEDEIROS, F. P. et al. *Sensores aplicados à robótica móvel: uma abordagem prática*. São Paulo: Érica, 2018.

NASCIMENTO, J. A.; LOPES, C. H. Tecnologias assistivas em emergências: estudo de viabilidade para robôs de busca e salvamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROBÓTICA, 2019, Recife. Anais... Recife: Sociedade Brasileira de Automática, 2019.

OLIVEIRA, R. G.; SOUZA, D. A. *Internet das Coisas com ESP32*. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2021.

OMM – ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL. *State of the Global Climate 2021*. Genebra: OMM, 2021. Disponível em: <https://public.wmo.int/en/resources/state-of-the-climate>. Acesso em: 17 out. 2024.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (PBMC). *Relatório Especial sobre Seca e Mudanças Climáticas no Nordeste*. Brasília: PBMC, 2016. Disponível em: <https://www.pbmc.coppe.ufrj.br/>. Acesso em: 17 out. 2024.

ROOKIDROID. Hexapod: A 3D Printed Hexapod Robot. GitHub, 2025. Disponível em: <https://github.com/rookidroid/hexapod>. Acesso em: 5 abr. 2025.

SÁ, R. T. E. *Dinâmica de um robô móvel hexápode: controlo e otimização*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica Industrial e Computadores) – Universidade do

Minho, Guimarães, 2021. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/74267>. Acesso em: 16 out. 2024.

SILVA, T. L. da; PEREIRA, R. B. Uso de sistemas autônomos em operações de resgate. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 2020, Salvador. Anais... Salvador: ABCM, 2020.

SWISS RE. Natural Catastrophes and Insurance Losses: 2022 Report. Zurique: Swiss Re, 2022. Disponível em: <https://www.swissre.com/institute/research/sigma-research/sigma-2022-01.html>. Acesso em: 17 out. 2024.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022. Nova Iorque: ONU, 2022. Disponível em: <https://www.undrr.org/gar2022>. Acesso em: 17 out. 2024.

WEHNER, A. B.; HAYES, J. L.; TIAN, Y. Hexapod robotics: the evolution of six-legged robots. *Robotics and Autonomous Systems*, v. 55, n. 6, p. 465–482, 2007.