



IDENTIFICAÇÃO DE PESSOAS EM DESASTRES NATURAIS ATRAVÉS DE UM VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO

Wynifle Junior Machado⁽¹⁾, Gabriel Cambraia Soares⁽²⁾, Marcus Vinicius de Freitas Diadelmo⁽³⁾, Leandro Henrique Vidigal Sousa⁽⁴⁾, Arthur Caio Vargas e Pinto⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Wynifle Junior Machado, Bolsista - IFMG – Curso Superior em Engenharia Elétrica - Campus Itabirito

⁽²⁾ Gabriel Cambraia Soares, Professor orientador - IFMG - Campus Formiga

⁽³⁾ Marcus Vinicius de Freitas Diadelmo, Professor orientador - IFMG - Campus Itabirito

⁽⁴⁾ Leandro Henrique Vidigal Sousa, Técnico Administrativo - IFMG - Campus Itabirito

⁽⁵⁾ Arthur Caio Vargas e Pinto - Professor orientador - IFMG - Campus Itabirito

RESUMO

A alteração climática que se acentuou nas últimas décadas vem sendo responsável por desastres naturais que impactam diretamente a vida das pessoas. Em episódios de grandes tempestades, por exemplo, o nível de rios pode se elevar em poucos minutos e atingir casas próximas, fazendo com que indivíduos fiquem ilhados e sejam socorridos por transporte aéreo. Em função disso, este projeto propõe o desenvolvimento de um sistema embarcado em veículo aéreo não tripulado (*drone*) para identificar, de forma autônoma, indivíduos ilhados em desastres naturais. O sistema é responsável por adquirir imagens do *drone*, enviar para um *smartphone*, replicar para um computador através de um servidor *Nginx* e executar um identificador de pessoas baseada em *YOLO* (*you only look once*). Os resultados se mostraram satisfatórios em situações de baixa altitude ou de alta altitude (acima de 200 metros) com aplicação de *zoom* na câmera do *drone*, isto é, o sistema demonstrou grande aplicabilidade na tarefa para a qual foi dimensionado.

Palavras-chave: Visão Computacional. Identificação de pessoas. Desastres naturais.

1 INTRODUÇÃO

O número crescente de veículos terrestres e a falta de investimento em infraestrutura nos grandes centros faz com que a demanda por serviços aéreos aumente, o que vem impulsionando a criação e o aperfeiçoamento de veículos aéreos não tripulados. Os *drones*, como são popularmente conhecidos no Brasil, já estão sendo usados por empresas como transporte autônomo e rápido de pequenas mercadorias em rotas curtas. Por ser um veículo



aéreo e, conseqüentemente, não exigir contato com o solo, os *drones* não possuem limitações em situações de fluxo intenso de veículos terrestres ou em situações em que as ruas estejam interditadas, o que é comum em desastres de diferentes naturezas.

Nos últimos anos, a expansão e o aperfeiçoamento dos veículos aéreos não tripulados vêm fornecendo melhorias em elementos operacionais essenciais: baterias, que possuem maior autonomia; motores, que se tornaram mais leves e consomem menos energia elétrica e; câmeras, que apresentam resoluções maiores e melhores. Por esse motivo, os *drones* se transformaram em equipamentos robustos de deslocamento aéreo e altamente controláveis/guiáveis.

Diante do exposto, é proposto, neste projeto, a criação de um sistema de identificação automática de pessoas que se encontram impossibilitadas de sair de suas residências devido a desastres naturais. A identificação de humanos será feita de forma automática, em imagens adquiridas pela câmera instalada ao *drone* e em tempo real, através de um algoritmo de visão computacional que identifica características do corpo humano. As informações serão acessadas através de um aplicativo para *smartphone* que será criado, com o intuito de disponibilizar, em tempo real, fotos de pessoas que se encontram ilhadas, para que a defesa civil e o corpo de bombeiros façam o resgate com rapidez.

2 DESENVOLVIMENTO

Em 2021, foram registrados 432 eventos relacionados com desastres naturais em todo o planeta. As enchentes, que desolaram regiões da China, Índia e países da Europa, somaram 223 ocorrências, representando mais da metade dos eventos de 2021. Durante a estação das monções (junho a setembro), a Índia experimentou uma série de inundações mortais que ceifaram 1.282 vidas. Em julho, a inundação de Henan, na China, foi particularmente grave, resultando em 352 mortes e 14.5 milhões de pessoas afetadas (CRED, 2021). No Brasil, entre 2013 e 2022, ocorreram 53.960 desastres naturais, dos quais as inundações e os deslizamentos representaram 1.704 e 684 ocorrências, respectivamente (CNM, 2022).

Nos últimos anos, a robótica aérea de resgate está atraindo cada vez mais atenção, uma vez que é responsável por auxiliar na atuação direta das equipes de socorro e resgate. Roldán-Gómez, Girona e Barrientos (2021) desenvolveram um veículo aéreo para a prevenção, o

monitoramento e o auxílio no combate à incêndios. Surmann et. al. (2021) implementaram uma câmera de alta definição em um veículo aéreo para identificar a causa de incêndios em ambientes industriais, com o intuito de diagnosticar e evitar novas ocorrências, em eventos em que os robôs terrestres não podiam ser usados devido ao risco de desabamento do prédio.

Segundo Mayer, Lischke e Wozniak (2019), nos cenários de busca e salvamento, os veículos aéreos não tripulados (UAV) têm várias vantagens sobre os humanos. Primeiramente, os UAVs podem ser enviados para qualquer local sem que o operador saiba as condições exatas da área. Isso reduz a possibilidade de ferimentos ou morte do socorrista. Câmeras térmicas combinadas com algoritmos de aprendizagem de máquina podem ser usadas para identificar e rastrear humanos. Além disso, usando sistemas de rastreamento e técnicas de comunicação, os UAVs podem escanear uma grande área em um curto espaço de tempo e transmitir dados em tempo real.

Tariq et. al. (2018) criaram um protótipo de um robô aéreo para identificar pessoas em desastres naturais usando uma câmera e um sensor de presença e movimento. O *drone* é embarcado com uma placa microcontrolada Arduino, a qual recebe os dados do sensor e classifica a identificação humana. Quando o sensor identifica uma pessoa, a placa envia a localização correta para um aplicativo, o qual também recebe a imagem da câmera embarcada no UAV, como ilustra a Figura 1.

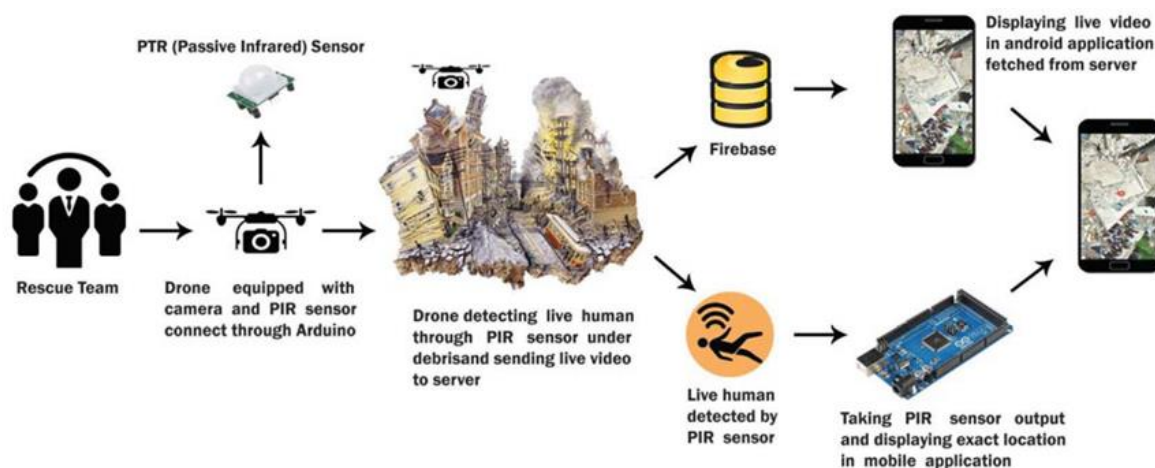


Figura 1 - Exemplo de sistema de identificação de pessoas.
Fonte: Tariq et. al. (2018).



2.2 Metodologia

No projeto, utilizou-se o *drone* DJI Mini 2 SE com a câmera nativa para realizar a identificação de pessoas. As imagens do *drone* eram enviadas para um *smartphone*, o qual as transmitia para um computador por meio de um servidor *Nginx*. Ao chegar no computador, os quadros foram inseridos em um sistema de identificação baseado em YOLO, o qual foi responsável por identificar características de pessoas e classifica-las, gerando um resultado quantitativo em porcentagem: o quanto mais próximo de 100%, maiores eram as características que a definiam como pessoa. Foi definido como limite o valor de 60% para gerar um resultado positivo na classificação.

Foram realizados testes do sistema embarcado ao veículo aéreo não tripulado nos arredores do campus avançado Itabirito. A avaliação do classificador de pessoas foi feita por meio dos seguintes parâmetros: precisão, revocação, medida-F e acurácia. Os resultados foram gerados em três situações:

1. Baixa altitude e alta proximidade, isto é, com o drone próximo dos sujeitos;
2. Alta altitude, baixa proximidade e zoom 2x, ou seja, drone distante do sujeito e aplicado zoom de 2 vezes na câmera;
3. Alta altitude, baixa proximidade e zoom 4x, ou seja, drone distante do sujeito e aplicado zoom de 4 vezes na câmera;

Para as três situações, nas quais foram avaliados dois sujeitos específicos, analisou-se a ocorrência de quatro parâmetros em 10 quadros (frames) consecutivos: verdadeiro positivo (VP), verdadeiro negativo (VN), falso positivo (FP) e falso negativo (FN).

2.3 Resultados

Os resultados gerados através da metodologia descrita são apresentados na Tabela 1. A partir dos resultados da Tabela 1, os parâmetros precisão, revocação, medida-F e acurácia foram calculados, os quais são apresentados na Tabela 2.

Tabela 1 – Análise de quadros do sistema de identificação de pessoas.
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Situação	Sujeito	Verdadeiro Positivo	Verdadeiro Negativo	Falso Positivo	Falso Negativo
Baixa altitude e alta proximidade	1	10	9	1	0
	2	6	9	1	4
Alta altitude, baixa proximidade e zoom 2x	3	1	10	9	0
	4	5	10	5	0
Alta altitude, baixa proximidade e zoom 4x	5	10	10	0	0
	6	10	10	0	0

Os resultados apontaram que em alta altitude, caracterizada por estar acima de prédios e fios de distribuição, mesmo distante das pessoas, a aplicação de um zoom de quatro vezes resultou em parâmetros excelentes, o que pode ser visualizado na Figura 2. Por outro lado, na mesma altitude, a aplicação de zoom de duas vezes gerou resultados com baixa precisão, isto é, baixo índice de identificação. Cabe destacar que a ausência de zoom, para esta altitude, gerou resultados totalmente sem identificação, uma vez que o tamanho dos sujeitos na imagem é muito pequeno. Nos momentos em que o drone estava em baixa altitude e próximo dos sujeitos, os resultados foram satisfatórios, apesar de ocorrências de falsos negativos ocasionados por angulação do tronco e sombreamento.

Tabela 2 - Parâmetros quantitativos do sistema de identificação de pessoas.
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Situação	Sujeito	Precisão	Revocação	Métrica F1	Acurácia
Baixa altitude e alta proximidade	1	90,9%	100,0%	95,2%	95,0%
	2	85,7%	60,0%	70,6%	75,0%
Alta altitude, baixa proximidade e zoom 2x	3	10%	100%	18,2%	55,0%
	4	50%	100%	66,7%	75%
Alta altitude, baixa proximidade e zoom 4x	5	100%	100%	100%	100%
	6	100%	100%	100%	100%

Nota-se grande potencial da ferramenta desenvolvida, uma vez que é possível identificar pessoas com alta precisão, revocação, métrica F1 e acurácia em grandes altitudes aplicando aproximação de 4 vezes na câmera. Por outro lado, em alguns momentos, o servidor *Nginx* não conseguiu enviar a imagem para o sistema, o que ocasionou erro e necessitou de reinicialização.



Figura 2 - Identificação de pessoas com zoom de 2x (esquerda) e com zoom de 4x (direita).
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Após os testes quantitativos, foram realizados testes na comunicação entre o drone e o aplicativo, a qual é realizada por meio do servidor *Nginx*. O vídeo com o voo do drone pode ser acessado através do seguinte link: https://youtu.be/AQfh_RyYD2w. No último teste, o drone percorreu longas distâncias em diferentes altitudes. Acima de 200 metros, notou-se que o sistema de classificação não foi capaz de identificar as pessoas, pois o tamanho das pessoas na imagem se torna muito pequeno. No entanto, ao utilizar a ferramenta de zoom em 2x e em 4x, a aproximação da imagem fez com que o sistema identificasse com uma acurácia elevada, o que pode ser comprovado no vídeo entre 03:00 e 03:30 minutos e nas Figuras 1, 2 e 3. Além disso, constatou-se que o drone escolhido possui estabilidade mesmo em dias com ventos moderados, com maiores dificuldades nos momentos de lançamento e de aterrissagem. Além disso, através do vídeo, foi possível verificar que em três momentos o programa não conseguiu receber a imagem do drone e deu erro, o que configura 3 perdas de pacotes de imagens em um período de 13 minutos. A causa deste problema é a transmissão das imagens via servidor *Nginx* que demanda de internet estável, o que não é possível de obter via sinal 4G em Itabirito. No entanto, uma queda a cada 4,33 minutos é um valor aceitável para um protótipo inicial.

3 CONCLUSÃO

O objetivo inicial do projeto foi a elaboração de um sistema de identificação de pessoas embarcado em um *drone* para ser usado em ocasiões de desastres naturais, como enchentes, deslizamentos, entre outros. O sistema elaborado apresentou parâmetros



quantitativos relevantes, sobretudo quando se aplicou *zoom* ou quando a distância entre o veículo aéreo não-tripulado e as pessoas era pequena. Logo, conclui-se que o principal objetivo do trabalho foi finalizado.

Apesar dos resultados apontarem métricas positivas na identificação de pessoas, destaca-se que o projeto possui limitações significativas. Primeiramente, o *drone* não pode ser usado durante climas chuvosos, pois o mesmo não possui isolamento de gotículas de água. Além disso, em ambientes noturnos sem qualquer fonte de luz, a câmera nativa não possui nenhuma ferramenta de adequação de iluminação. Outro ponto negativo a ser destacado é a comunicação através de um servidor *Nginx*, pois, em alguns momentos, o mesmo não era capaz de transmitir o quadro para o sistema, o que resultava em perda de pacote.

REFERÊNCIAS

CNM. **Danos e prejuízos causados por excesso de chuvas na região nordeste entre dezembro de 2021 a 30 de maio de 2022.** Brasília: CNM, 2022.

CRED. **2021 Disasters in numbers.** Brussels: CRED; 2022.

GOMEZ, J.; GIRONDA, E.; BARRIENTOS, A. **A survey on robotic technologies for forest firefighting: Applying drone swarms to improve firefighters' efficiency and safety.** Applied sciences, v. 11, n. 1, p. 363, 2021.

MAYER, S.; LISCHKE, L.; WOŹNIAK, P. W. **Drones for search and rescue.** In: 1st International Workshop on Human-Drone Interaction. 2019.

SURMANN, Hartmut et al. **Deployment of Aerial Robots after a major fire of an industrial hall with hazardous substances, a report.** In: 2021 IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR). IEEE, 2021. p. 40-47.

TARIQ, R.; RAHIM, M.; ASLAM, N.; BAWANY, N.; FASEEHA, U. **Dronaid: A smart human detection drone for rescue.** In: 2018 15th International Conference on Smart Cities: Improving Quality of Life Using ICT & IoT (HONET-ICT). IEEE, 2018. p. 33-37.