Navegação Autônoma de Drone (VANT) com Base no Rastreamento de Pisos Táteis em Ambiente Interno

Carlos Alberto Santana dos Santos[1], **Cristiano da Silva Andrade**[1], **Stephanie Kamarry Alves de Sousa**[1], **Fábio Luiz Sá Prudente**[1]

[1] Instituto Federal de Sergipe (IFS) – SE – Brasil

{carlos.santos0841,cristiano.andrade}@academico.ifs.edu.br
{stephanie.sousa, fabio.prudente}@ifs.edu.br

Abstract. *This work presents a Proof of Concept (PoC) of an autonomous navigation system for drones aimed at assistive guidance for visually impaired people. The proposal uses a UAV to track tactile paving. The architecture integrates offline voice recognition, weighted graph mapping, and proportional control via HSV vision. Tests demonstrated the technical feasibility of the solution, with 100% accuracy in the voice interface for the proposed dictionary, an average lateral error of 3.6%, and stable processing at 36.91 FPS. However, the solution showed limitations regarding the sensitivity of visual processing to variations in brightness and dependence on an external device.*

Resumo. *Este trabalho apresenta uma Prova de Conceito (PoC) de um sistema de navegação autónoma para drones voltado ao guiamento assistivo de pessoas com deficiência visual. A proposta utiliza um VANT para rastrear pisos táteis. A arquitetura integra reconhecimento de voz offline, mapeamento por grafos ponderados e controlo proporcional via visão HSV. Ensaios demonstraram a viabilidade técnica da solução, com 100% de acerto na interface vocal para o dicionário proposto, erro lateral médio de 3,6% e processamento estável a 36,91 FPS. Contudo, a solução evidenciou limitações quanto à sensibilidade do processamento visual perante variações de luminosidade e dependência de um dispositivo externo.*

1. Introdução

A locomoção autônoma e segura em ambientes internos é um desafio persistente para pessoas com deficiência visual ou baixa visão. A presença de barreiras ou obstáculos de caráter arquitetônico muitas vezes demandam um elevado esforço cognitivo para a orientação espacial, limitando a independência desses indivíduos. Diante desse cenário, o desenvolvimento de tecnologias assistivas baseadas em robótica se mostra promissor para mitigar dificuldades, oferecendo suporte que complementa o uso tradicional de bengalas ou cães-guia [Soares et al. 2022].

Nesse contexto de inovação assistiva, os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), comumente chamados drones, surgem como ferramentas com potencial excepcional. Diferente dos robôs terrestres, que precisam lidar com obstáculos no solo, os drones oferecem uma perspectiva de navegação mais livre. Contudo, as condições do voo

tanto em áreas abertas quanto em ambientes internos impõem barreiras tecnológicas consideráveis. Para contornar essa restrição, outros estudos tem explorado exaustivamente técnicas de Mapeamento e Localização Simultâneos (SLAM) [Tyagi and Gaur 2025].

Embora essas abordagens sejam precisas, elas frequentemente demandam sensores de profundidade, conectividade com a internet e processadores de alto desempenho, dificultando sua aplicação direta em drones mais acessíveis do mercado. Soluções buscam simplificar o processamento visual através do uso de marcos artificiais, mas esbarram na necessidade de intervenção e poluição visual na infraestrutura já existente no ambiente [Springer and Kyas 2022]. Buscando uma alternativa que concilie as limitações de *hardware* dos drones com a integridade arquitetônica dos espaços, sistemas de navegação aérea autônoma baseados no rastreamento visual de pisos táteis se mostram promissores. Tratando-se de uma infraestrutura de acessibilidade padronizada e obrigatória em edifícios de uso coletivo, o piso tátil atua como um marco natural de navegação contínua.

A principal contribuição deste trabalho reside no desenvolvimento de uma arquitetura de navegação autônoma atrelada a Interação Humano-Robô (IHR) que utiliza a infraestrutura de pisos táteis como marcos naturais. Através de uma Prova de Conceito (PoC), transformou-se o VANT em um **guia aéreo** [Simões et al. 2024]. Desse modo, o presente artigo não visa apenas demonstrar o controle de um veículo aéreo, mas propor uma arquitetura funcional de tecnologia assistiva, evidenciando as potencialidades e as limitações práticas do uso de VANTs no cotidiano de pessoas com deficiência.

2. Trabalhos Relacionados

O desenvolvimento de sistemas de navegação autônoma para tecnologia assistiva tem focado, majoritariamente, em plataformas terrestres. Este trabalho apoia-se na premissa demonstrada por [Soares et al. 2022] que validou a eficácia do uso de pisos táteis como marcos naturais, demonstrando que a textura e cores padronizadas permitem o guiamento sem a necessidade de sensores de profundidade complexos. O sistema utilizou técnicas de segmentação de cor para manter a cadeira centralizada na faixa, provando que a infraestrutura arquitetônica presente em edifícios públicos atua como um mapa topológico natural e confiável para a locomoção autônoma.

Expandindo a assistência para além dos veículos terrestres, que frequentemente enfrentam o desafio contínuo de desviar de obstáculos dinâmicos no solo, investigações começaram a explorar o uso de VANTs para mitigar essa lacuna, utilizando uma perspectiva aérea privilegiada para garantir a visibilidade contínua da infraestrutura de acessibilidade e evitar obstáculos físicos presentes no plano inferior. NO estudo apresentado por [Avila et al. 2016], intitulado *DroneNavigator*, os autores propuseram que um drone de pequeno porte pode servir como um guia dinâmico para pessoas com deficiência visual não através de contato físico, mas explorando a percepção sensorial acústica e tátil humana. Durante os ensaios práticos, o participante conseguiu seguir a trajetória da aeronave orientando-se pelo ruído contínuo e pela percepção do fluxo de ar gerados pelas hélices em movimento.

Apesar da viabilidade conceitual do guiamento aéreo em ambientes internos, a implementação prática em nano e micro drones comerciais esbarra em severas limitações físicas. Como detalhado por [Sartori et al. 2025], veículos aéreos de dimensões reduzidas possuem restrições de carga útil e capacidade de processamento em-

barcado. Tais limitações inviabilizam a adição de sensores LiDAR ou computadores de bordo dedicados a processamento de Inteligência Artificial (IA). [Tyagi and Gaur 2025, Rostum et al. 2026], tentando mitigar esse gargalo, adotaram abordagens alternativas como o rastreamento de marcadores fiduciais, são pequenos objetos que agem como pontos de referência, como os *QR Codes* ou *ArUco*, para guiar rotas e processos de aterragem [Springer and Kyas 2022]. Embora o rastreamento destes marcadores demande baixo processamento, a necessidade de fixar etiquetas artificiais pelas superfícies polui visualmente a infraestrutura e demanda manutenção.

Para viabilizar o uso de visão computacional e do controle autônomo sem sobrecarregar o hardware do drone, pesquisadores têm adotado arquiteturas de processamento externalizadas, delegando a carga a bases com recursos próprios. O trabalho de [Alves et al. 2023] demonstrou a eficácia desta estratégia ao implementar um voo autônomo no drone DJI Tello focado no rastreamento de objetos, utilizando a linguagem Python para comunicação e processamento de redes neurais utilizando a biblioteca YOLO. Complementarmente, o estudo de [Xuan et al. 2025] validou o uso do OpenCV para o processamento em tempo real do fluxo de vídeo transmitido nativamente pelo Tello. Estes trabalhos demonstram que algoritmos baseados em limiarização e segmentação espacial, como a filtragem do espaço de cor, garantem taxas de atualização de quadros (FPS) suficientes para criar uma malha de controle fechada e direcionar o VANT sobre a rota desejada.

Por fim, no escopo das tecnologias assistivas, o sucesso da navegação depende da Interação Humano-Robô (IHR) e da redução da carga cognitiva. [Dos Santos et al. 2026] argumentam que o uso de Interfaces Naturais de Usuário (NUI) é essencial para mitigar a demanda mental de controladores tradicionais. Alinhado a essa busca por naturalidade, [Simões et al. 2024] validaram que o uso de voz reduz drasticamente o esforço do operador no controle de VANTs. Em síntese, a literatura evidencia que, embora o uso de marcos naturais seja viável, a transposição para o plano aéreo pode apresentar dificuldades de implementação, mas oferece a vantagem na autonomia frente a barreiras físicas no solo. Preenche-se, assim, uma lacuna tecnológica ao conciliar a robustez da infraestrutura urbana com uma arquitetura intuitiva, cujos detalhes técnicos seguem na seção subsequente.

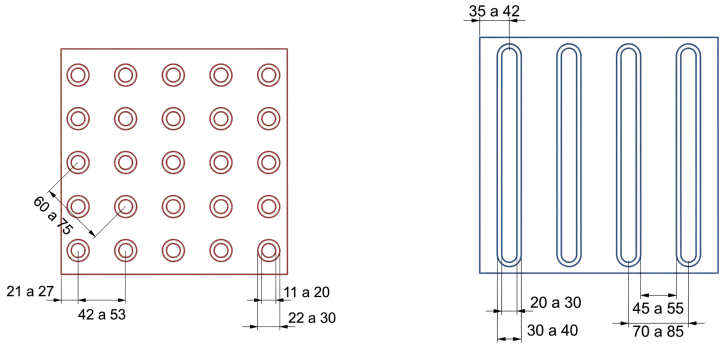
3. Metodologia

Para viabilizar a proposta de um VANT que atue como guia aéreo, o sistema foi estruturado de forma modular, integrando conceitos de visão computacional, estrutura de dados baseada em grafos e IHR através do controle por voz. Devido às limitações de *hardware* do drone utilizado, toda a carga de processamento lógico foi externalizada, garantindo que o veículo opere puramente como um atuador e captador sensorial.

3.1. Piso Tátil como Mapa Natural

A navegação autônoma proposta utiliza a infraestrutura de acessibilidade regulamentada pela norma NBR 9050 e 16537, que exige alto contraste visual e tátil em edifícios públicos para garantir a mobilidade de pessoas com deficiência visual [ABNT 2020, ABNT 2024]. Diferente de marcos artificiais, que demandam modificações e manutenção na planta arquitetônica, os pisos táteis são classificados como “marcos naturais” (Figura 1). Essa

característica permite que o drone utilize elementos característicos ao ambiente como referências de localização, reduzindo a complexidade de implementação e preservando a estética do local.



(a) Piso de alerta (b) Piso direcional

Figura 1. Os marcos naturais utilizados: (a) Piso de alerta, indicador de pontos de decisão e (b) Piso direcional, guia para rastreamento contínuo.

O sistema distingue dois pisos padronizados fundamentais: o direcional e o de alerta. O piso direcional, composto por linhas paralelas em relevo, é interpretado pelo sistema de visão como um vetor de rastreamento contínuo para a centralização do voo durante o trajeto. Já o piso de alerta, caracterizado por semiesferas em relevo, funciona como um ponto de decisão *checkpoint*. Ao detectar o padrão cromático e geométrico do alerta, o sistema suspende o avanço linear e consulta no mapeamento topológico os próximos passos a serem executados manobras ou finalizar a rota, transformando a sinalização tátil em mecanismos lógicos de controle.

3.2. Plataforma Robótica: DJI Tello

A plataforma de voo escolhida para este projeto foi o DJI Tello, um **mini drone** educacional que pesa aproximadamente 80 gramas. O equipamento é dotado de uma câmera frontal com resolução HD (720p), giroscópio, barômetro e sensores de fluxo óptico posicionados em sua base, que são responsáveis pela sua estabilização primária durante o voo. No entanto, por se tratar de um veículo de pequeno porte, o Tello possui restrições severas de carga útil e de *hardware* embarcado, sendo incapaz de processar algoritmos computacionalmente densos internamente [Sartori et al. 2025].

3.3. Arquitetura do Sistema

Para contornar as limitações computacionais do VANT, adotou-se uma arquitetura externalizada em uma estação central, um computador executando *scripts* na linguagem Python. O fluxo de comunicação ocorre via protocolo UDP, através de uma rede *Wi-Fi* gerada pelo próprio drone.

Neste arranjo (Figura 2), a central realiza a interação com o usuário relacionado aos pontos de origem e destino, o veículo transmite os *frames* de vídeo brutos capturados pela câmera diretamente para o computador que processa as imagens, calcula as matrizes de decisão e envia de volta os comandos de voo, gerando o *feedback* para o usuário. Esta arquitetura garante a execução das manobras em tempo real, técnicas que se assemelham às abordagens validadas por [Alves et al. 2023] e [Xuan et al. 2025].

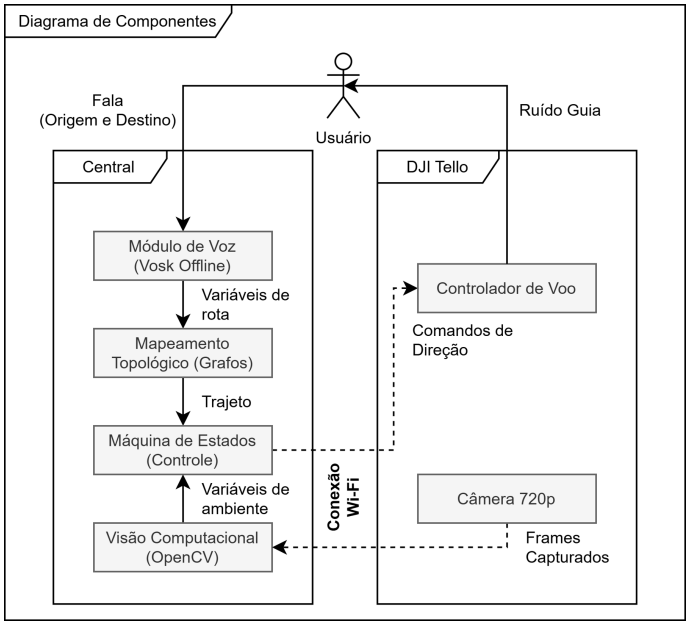


Figura 2. Arquitetura geral do sistema, com processamento externo e comunicação sem fio com o VANT.

3.4. Reconhecimento de Voz e IHR

A definição da rota via comandos de voz estabelece o pilar de acessibilidade do sistema, ao utilizar a biblioteca Vosk para processamento integralmente *offline*. Esta escolha garante a segurança em ambientes internos onde a latência com a internet comprometeria a resposta imediata [Filho et al. 2024]. O processo inicia-se com a captura do áudio do utilizador via microfone da estação central seguido por um módulo de extração léxica em Python que identifica as entidades de **"Origem"** e **"Destino"**. Após o mapeamento da rota, o sistema exige uma confirmação vocal para validar o trajeto antes do acionamento físico dos motores.

3.5. Mapeamento Topológico

Para viabilizar a navegação interna sem GPS, a representação do ambiente foi modelada como um grafo ponderado $G = (V, E, W)$, transpondo a infraestrutura física em uma rede lógica de estados. Essa abstração permite que o sistema opere por gatilhos lógicos: ao detectar a máscara de um vértice, o VANT interrompe o avanço linear para executar manobras de rotação ou pouso conforme a topologia do mapa. Após a interface de voz extrair a Origem e o Destino é utilizado o **Algoritmo de Dijkstra** para minimizar a função de custo total C do trajeto:

$$C(p) = \sum_{i \in p} w_i \tag{1}$$

Onde p é o conjunto de arestas que compõem o caminho ótimo. O resultado deste processamento é um roteiro sequencial enviado à máquina de estados, convertendo o grafo abstrato em comandos de locomoção. Esta abstração topológica (Figura 3) transformada em mapa simplifica a complexidade tridimensional do ambiente, permitindo que um drone com restrições de *hardware* navegue em áreas extensas.

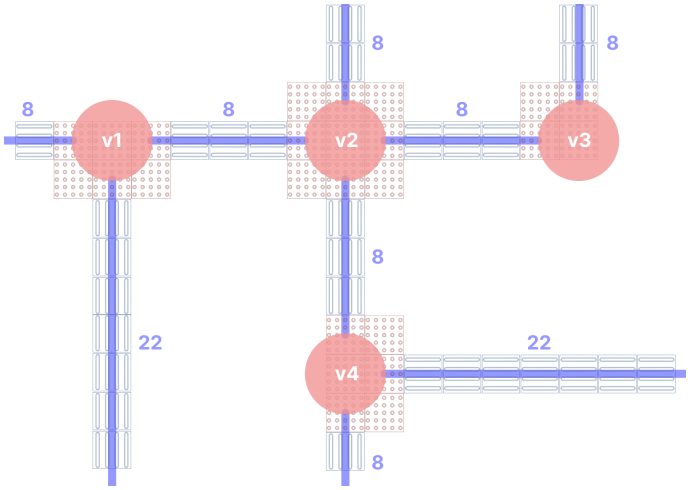


Figura 3. Representação topológica do ambiente: os vértices indicam pontos de decisão e as arestas representam os caminhos guiados com os seus respetivos pesos métricos.

3.6. Processamento Visual

O módulo de visão foi projetado para operar sob as restrições da câmara fixa do DJI Tello. Para redirecionar o campo de visão para o solo, acoplou-se um espelho com inclinação de 45° à frente da lente (Figura 4a). Os *frames* capturados são transmitidos à estação base, redimensionados para 432×320 *pixels* e convertidos para o espaço de cor HSV. Esta conversão garante que o sistema identifique os marcos mesmo sob sombras ou reflexos no ambiente (Figura 4b).



(a) (b) (c)

Figura 4. (a) Adaptação do espelho; (b) Frame original; (c) Máscara binária.

A segmentação dos alvos ocorre através de uma filtragem por limiarização (*thresholding*), resultando em máscaras binárias (Figura 4c). Os intervalos de cor foram calibrados experimentalmente antes dos testes de decolagem na escala HSV para a biblioteca de visão computacional OpenCV (Tabela 1).

Tabela 1. Intervalos de limiarização HSV calibrados.

Piso	Matiz (H)		Saturação (S)		Valor (V)	
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Direcional (Azul)	90	117	105	255	100	255
Alerta (Vermelho)	0	10	150	255	120	255

* Nota: Escala de 8 bits do OpenCV ($H \in [0, 180]$, $S, V \in [0, 255]$).

3.7. Controle de Navegação

A navegação utiliza uma malha fechada onde o erro lateral (e) é a diferença em *pixels* entre o centro da imagem ($x_{ref} = 216$) e o centroide do piso. A correção de rolagem (v_{roll}) segue uma lei Proporcional (P) com ganho $K_p = 0,25$, definido empiricamente:

$$v_{roll} = K_p \times e \tag{2}$$

Uma Máquina de Estados Finitos (FSM) coordena o avanço linear: enquanto o piso direcional é detectado, o sistema mantém $v_{fwd} = 8\%$; ao identificar o piso de alerta, o avanço é zerado para a execução de manobras de rotação ou pouso (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros nominais de controle.

Parâmetro	Valor
Ganho Proporcional (K_p)	0,25
Velocidade de Avanço (v_{fwd})	8%*
Altitude de Voo	0,6 m

* Porcentagem da potência nominal via SDK.

3.8. Protocolos de Segurança

Dada a natureza assistiva, a segurança é garantida por cinco mecanismos: (i) **Fail-safe visual:** pouso automático se o piso for perdido por $>$ 5s; (ii) **Gestão de energia:** bloqueio de decolagem com bateria $<$ 20%; (iii) **Kill-Switch:** interrupção manual via tecla 'q'; (iv) **Proteção física:** uso de protetores de hélices para prevenir danos por contato; e (v) **Confirmação de prontidão:** início do voo condicionado à validação sonora do utilizador, permitindo a adaptação ao estímulo sensorial do drone.

4. Resultados e Discussão

A validação do sistema foi realizada no Instituto Federal de Sergipe - Campus Lagarto, funcionando como uma Prova de Conceito (PoC) para avaliar a integração entre voz, mapeamento e controle de voo.

4.1. Validação da IHR

A interface de voz foi testada em dois cenários sob ruído ambiente e usuário a 0,5m da central. Inicialmente, o modelo apresentou dificuldades em compreender um dicionário original. Identificou-se que o modelo tem baixa precisão para determinadas palavras. A solução técnica foi realizar uma refatoração, substituindo os destinos por nomes diretos dos locais. Com este ajuste, o dicionário ajustado atingiu 100% de acerto (Tabela 3).

Tabela 3. Desempenho do reconhecimento de voz.

Cenário	Taxa de Acerto
Dicionário Original	87,5%
Dicionário Ajustado	**100%**

4.2. Limitações e Desafios Operacionais

Para garantir a transparência do experimento, identificaram-se duas limitações críticas:

1. **Iluminação:** A segmentação HSV mostrou-se sensível tanto a reflexos e luz direta quanto a baixa qualidade da camera do drone, para testes em diferentes solos foi necessária a recalibração dos intervalos.
2. **Conectividade:** A arquitetura depende de um *link* estável de Wi-Fi. Em distâncias maiores que 5 metros, percebeu-se queda na taxa de quadros.

4.3. Desempenho de Voo e Navegação

A execução física do teste de condução ocorreu no trajeto entre o "Laboratório de Máquinas" e o "Laboratório de Inovação" (https://youtu.be/CMnNLRwfiwc), cobrindo uma distância total de 8m. Os ensaios foram fundamentais para validar não apenas a precisão do controle, mas a eficiência do processamento externalizado e a autonomia do dispositivo em operação real.

Em termos de estabilidade, o erro lateral médio registrado foi de **15,77 pixels** (Figura 5). Conforme observado, o sistema manteve o drone com um desvio médio de apenas 3,6% em relação ao centro da imagem. As oscilações no gráfico são correções deliberadas: o drone "serpenteia" levemente sobre a linha para compensar o efeito do vento gerado pelas próprias hélices e do ambiente executado.

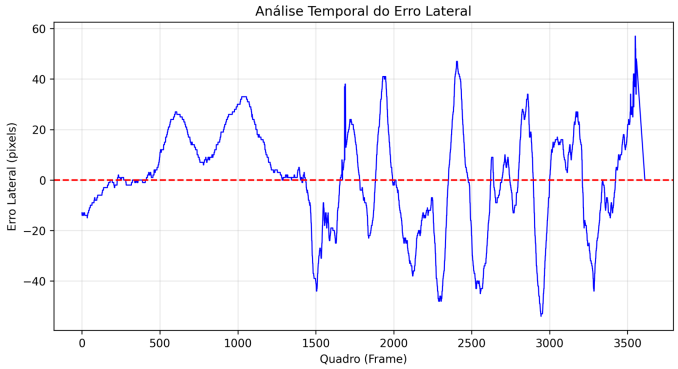


Figura 5. Resposta do erro lateral: as oscilações indicam as correções do controlador proporcional frente à latência de rede e turbulências internas.

A taxa média de FPS foi de **36,91**. Como o VANT captura imagens a 30 FPS, este *throughput* de processamento garante que o sistema atue de forma fluída, processando cada quadro em aproximadamente 27 ms. Esses recursos computacionais disponíveis são os que permitem que o comando de correção chegue ao drone antes do próximo ciclo de captura, eliminando gargalo de processamento de dados que tornaria o voo instável.

Contudo, um fator crítico observado foi a autonomia energética, a bateria no início do voo era de 67%, porém ao final, o nível de bateria registrado foi de **32%**. Considerando que pequenos drones geralmente possuem baterias de baixa capacidade, este dado é vital: ele demonstra que a arquitetura de controle é eficiente, mas o *hardware* deve ser suficiente para completar trajetos sem esgotar a fonte de energia. O uso do espelho a 45° (Figura 6) provou ser uma solução de baixo custo e peso desprezível, não impactando negativamente no tempo de voo ou na estabilidade aerodinâmica do veículo.



(a) (b)

Figura 6. Ensaios práticos: (a) e (b) VANT mantendo a centralização sobre o piso direcional durante o guiamento autônomo.

Além do controle automatizado, os ensaios validaram a eficácia da percepção acústica como elemento complementar de guiamento em uma distância operacional de 3m. O ruído emitido pelas hélices do VANT mostrou-se nítido e constante, permitindo que o usuário percebesse variações na trajetória e o eventual afastamento da aeronave.

5. Conclusão

Este trabalho apresentou e validou em ambiente controlado uma arquitetura de sistema para navegação autônoma de um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) voltada à assistência de pessoas com deficiência visual em ambientes internos. Através de uma Prova de Conceito (PoC) utilizando o drone educacional DJI Tello, demonstrou-se a viabilidade técnica de empregar a infraestrutura de acessibilidade existente, os pisos táteis, como marcos naturais para o guiamento aéreo, sendo uma alternativa a modificações estruturais caras ou complexas no ambiente. A integração harmônica entre o processamento visual, o mapeamento topológico por grafos e a IHR via comandos de voz compôs uma solução inovadora, cumprindo o objetivo central de atuar como um guia referencial dinâmico.

Os ensaios práticos evidenciaram a robustez das abordagens algorítmicas adotadas. O uso do reconhecimento de voz em modo integralmente *offline* garantiu uma interação segura a falhas de rede, enquanto a representação matemática do edifício através de grafos e o uso do algoritmo de Dijkstra provaram ser computacionalmente eficientes e escaláveis. Adicionalmente, a adaptação física, aliada à filtragem para o controle proporcional de voo, permitiu que VANT permanecesse estável no trajeto. De forma empírica, o fluxo de ar das hélices, além do som emitido pelos motores, validou o estímulo sensorial esperado, comprovando a utilidade do drone como uma referência espacial e auditiva para o usuário.

Para trabalhos futuros, as limitações intrínsecas ao *hardware* de prototipação impedem a evolução natural da pesquisa. O principal sentido é a transição para uma plataforma VANT com maior capacidade de carga útil, permitindo o embarque de microcomputadores para processamento estritamente local. Essa evolução eliminará o gargalo de conectividade e a dependência de uma central externa. Recomenda-se também a implementação da visão computacional por meio de Inteligência Artificial para garantir resiliência contra variações severas de iluminação, alcançando em um sistema assistivo robusto e autônomo.

Referências

ABNT (2020). *ABNT NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*. ABNT, Rio de Janeiro.

ABNT (2024). *ABNT NBR 16537: Acessibilidade – Sinalização tátil no piso – Diretrizes para elaboração de projetos e instalação*. ABNT, Rio de Janeiro.

Alves, G. R., Pereira, J. V. R., Freitas, M., and Silva, F. M. (2023). Voo autónomo do drone tello com yolo e reprodução do objeto "mipsey". In *XIV Congresso Internacional de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento (CICTED)*, Taubaté, SP, Brasil.

Avila, M., Funk, M., and Henze, N. (2016). Dronenavigator: Using drones for navigating visually impaired persons. In *Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, pages 277–278. ACM.

Dos Santos, C. A. S., Santos, J. P. S. S., de Sousa, S. K. A., Santos, P. C., Freire, E. O., and Givigi, S. N. (2026). Eliciting intuitive gestures in drones via controlled frustration: A multidisciplinary study. In *2026 Brazilian Conference on Robotics (CROS)*, pages 519–524. IEEE.

Filho, P. P. R. et al. (2024). Voice-controlled autonomous navigation for smart wheelchairs using ros and offline speech recognition. *Pesquisa em Robótica Assistiva e Ambientes Hospitalares*.

Rostum, H., Salih, O. M., and Vásárhelyi, J. (2026). Efficient real-time drone mapping with visual slam and python. *Pollack Periodica*.

Sartori, M., Singhal, C., Roy, N., Brunelli, D., and Gross, J. (2025). Ai and vision based autonomous navigation of nano-drones in partially-known environments. *arXiv preprint arXiv:2505.04972*.

Simões, L. E. P., Silva, R. M., Rodrigues, L. B., and da Silva, G. R. (2024). Evaluating voice command pipelines for drone control: From stt and llm to direct classification and siamese networks. *arXiv preprint arXiv:2407.08658*.

Soares, M. D. O., Chagas, J. P. J., Freire, R. S., Santos, P. C., Kamarry, S., and da Silva Macena, R. (2022). Navegação autónoma de cadeira de rodas motorizada com base nos segmentos de pisos táteis. In *Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Automática (CBA 2022)*, Fortaleza, CE, Brasil. Sociedade Brasileira de Automática (SBA).

Springer, J. and Kyas, M. (2022). Autonomous drone landing with fiducial markers and a gimbal-mounted camera for active tracking. In *arXiv preprint arXiv:2206.04617*.

Tyagi, A. and Gaur, C. (2025). Slam-based navigation and fault resilience in a surveillance quadcopter with embedded vision systems. In *Proceedings of the Research Institute*.

Xuan, L. S., Noordin, A., Ahmad, S., Rahman, A. A., Basri, M. A. M., Lazim, I. M., and Khalifa, M. S. (2025). Design and implementation of an object-following system by using dji tello drone. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, 17(4):25–31.