



**Ensino Médio com Habilitação Profissional de Técnico em Logística  
Descentralizada E.E. Atília Prado Margarido**

ANALÚ SANTOS SILVA  
KLEYTON GOSTAVO FALCÃO DA SILVA  
LUIS MIGUEL VITAL DE SOUZA  
MARIA GABRIELA NASCIMENTO CARDOSO  
RHUAM PEDRO LOBO VIEIRA  
THIAGO TOCHIO DE MOURA  
VICTÓRIA NORBERTO TONY

**USO DE DRONES COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA  
INOVAÇÃO NA LOGÍSTICA HOSPITALAR EMERGENCIAL**

**São Carlos/SP  
2025**



**Ensino Médio com Habilitação Profissional de Técnico em Logística  
Descentralizada E.E. Atília Prado Margarido**

ANALÚ SANTOS SILVA  
KLEYTON GOSTAVO FALCÃO DA SILVA  
LUIS MIGUEL VITAL DE SOUZA  
MARIA GABRIELA NASCIMENTO CARDOSO  
RHUAM PEDRO LOBO VIEIRA  
THIAGO TOCHIO DE MOURA  
VICTÓRIA NORBERTO TONY

**USO DE DRONES COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA  
INOVAÇÃO NA LOGÍSTICA HOSPITALAR EMERGENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Logística da ETEC Paulino Botelho, como requisito obrigatório para obtenção do título de Técnico em Logística Integrado ao Ensino Médio.

Orientador (a): Prof. João Pedro Braga

**São Carlos/SP  
2025**

## FICHA DE AVALIAÇÃO

ANALÚ SANTOS SILVA  
KLEYTON GOSTAVO FALCÃO DA SILVA  
LUIS MIGUEL VITAL DE SOUZA  
MARIA GABRIELA NASCIMENTO CARDOSO  
RHUAM PEDRO LOBO VIEIRA  
THIAGO TOCHIO DE MOURA  
VICTÓRIA NORBERTO TONY

### **USO DE DRONES COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA INOVAÇÃO NA LOGÍSTICA HOSPITALAR EMERGENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, apresentado à Etec Paulino Botelho na Descentralizada E.E. Attilia Prado Margarido na Cidade: São Carlos – SP, no Sistema de Ensino Presencial Conectado, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Técnico em Logística Integrado ao Ensino Médio, com nota final igual a\_\_\_\_,conferida pela Banca Examinadora formada pelos professores:

---

Prof. Orientador João Pedro Braga  
ETEC - Paulino Botelho

---

Prof. Membro 2  
ETEC - Paulino Botelho

---

Prof. Membro 3  
ETEC - Paulino Botelho

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_de \_\_\_\_\_de 2025.

## **DEDICATÓRIA**

*Dedicamos este momento para expressar nossa profunda gratidão a todos nós, que fazem parte deste grupo. Cada um de nós tem contribuído de forma única e valiosa, e isso tem sido fundamental para que possamos avançar e alcançar nossos objetivos. A colaboração, o comprometimento e a energia de cada um tornam nossa jornada ainda mais especial. Agradecemos de coração por cada esforço, por cada ideia compartilhada, e por todos os desafios superados juntos. Que continuemos a crescer como equipe, com união e determinação, sempre buscando o melhor para todos. Nosso sincero obrigado a cada um de nós!*

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradecemos primeiramente a Deus que faz todos os dias estarmos presente na escola.*

*Agradecer também ao professor do curso João Pedro Braga que sempre ajudou e fortaleceu cada um de nós, com suas explicações e conhecimentos e sempre auxiliou nós ao decorrer do trabalho.*

## **EPIGRAFE**

*“A inteligência artificial é a nova eletricidade. Ela irá transformar todos os setores da sociedade e impulsionar o progresso humano de uma forma sem precedentes.”*

(Andrew Ng)

## RESUMO

A inovação tecnológica tem impulsionado transformações significativas na área da saúde, especialmente na logística hospitalar emergencial, onde a rapidez e eficiência na entrega de insumos médicos são fundamentais para salvar vidas. Este trabalho explora a integração de drones equipados com inteligência artificial como solução inovadora para otimizar o transporte de medicamentos, sangue e órgãos para transplante em situações críticas. A adoção dessa tecnologia pode reduzir significativamente o tempo de resposta em emergências, melhorar a acessibilidade a áreas remotas e garantir uma distribuição mais precisa e segura dos recursos hospitalares. Os drones inteligentes utilizam sensores avançados, GPS e algoritmos de aprendizado de máquina para planejar rotas eficientes, evitar obstáculos e adaptar-se dinamicamente às condições ambientais. Além disso, podem ser equipados com sistemas de monitoramento térmico, garantindo que medicamentos sensíveis, bolsas de sangue e órgãos para transplante sejam preservados adequadamente durante o trajeto. A utilização desses dispositivos na logística hospitalar emergencial traz benefícios significativos, como maior agilidade no transporte e redução de custos operacionais. No entanto, desafios relacionados à regulamentação do espaço aéreo, segurança e aceitação por parte dos profissionais de saúde ainda precisam ser superados para a ampla implementação dessa tecnologia. Este estudo analisa diferentes experiências ao redor do mundo, destacando aplicações bem-sucedidas do uso de drones na área hospitalar. Os resultados indicam que a adoção dessa tecnologia pode revolucionar a gestão hospitalar emergencial, tornando os atendimentos mais eficientes e acessíveis. Com os avanços contínuos na inteligência artificial e na regulamentação do setor, espera-se que os drones se tornem uma ferramenta indispensável na logística hospitalar, contribuindo para um atendimento mais ágil e eficaz, com impactos positivos na qualidade dos serviços de saúde e na preservação de vidas.

**Palavras-chave:** Inovação, Drones, Hospitalar, IA, Emergência, Transporte.

## **ABSTRACT**

Technological innovation has driven significant transformations in the healthcare sector, especially in emergency hospital logistics, where speed and efficiency in the delivery of medical supplies are essential to saving lives. This paper explores the integration of drones equipped with artificial intelligence as an innovative solution to optimize the transport of medicines, blood and organs for transplantation in critical situations. The adoption of this technology can significantly reduce response times in emergencies, improve accessibility to remote areas and ensure a more precise and safe distribution of hospital resources.

Smart drones use advanced sensors, GPS and machine learning algorithms to plan efficient routes, avoid obstacles and dynamically adapt to environmental conditions. In addition, they can be equipped with thermal monitoring systems, ensuring that sensitive medicines, blood bags and organs for transplantation are adequately preserved during the journey.

The use of these devices in emergency hospital logistics brings significant benefits, such as greater agility in transport and reduced operating costs. However, challenges related to airspace regulation, safety and acceptance by healthcare professionals still need to be overcome for the widespread implementation of this technology.

This study analyzes different experiences around the world, highlighting successful applications of drones in the hospital sector. The results indicate that the adoption of this technology can revolutionize emergency hospital management, making care more efficient and accessible.

With continued advances in artificial intelligence and sector regulation, drones are expected to become an indispensable tool in hospital logistics, contributing to faster and more effective care, with positive impacts on the quality of health services and the preservation of lives

## **Lista de abreviaturas e siglas**

**IA** - Inteligência artificial

**GPS** - Sistema de Posicionamento Global

**Machine Learning** – Aprendizado de Máquina

**Deep Learning** – Aprendizagem profunda

**IOT** – Internet das Coisas

**Blockchain** – Cadeia de blocos

**VANTS** – Veículos aéreos não tripulados

**Poli-Usp** – Escola Politécnica da universidade de São Paulo

**Co<sup>2</sup>** - Dióxido de carbono ou gás carbônico

**Usp Foundation** - Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo

**Startup** - Empresa emergente

**EUA** – Estados Unidos

**Marketing** - Ação para o mercado

**Science Robotics** - Robótica Científica

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 JUSTIFICATIVA</b> .....	12
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	13
3.1 – Gerais.....	13
3.2 – Específicos.....	13
<b>4 HIPÓTESE</b> .....	14
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	15
<b>6 DESENVOLVIMENTO</b> .....	16
6.1 – Conceito .....	16
6.2 – Importância .....	19
6.3 – Aplicabilidade .....	19
6.4 – Referências existentes ou semelhantes .....	21
6.5 –Propósito .....	22
6.6 – Resultado esperado .....	23
<b>7 ESTUDO DE CASO</b> .....	25
<b>8 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	27
<b>9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	28

## 1. INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica tem transformado diversos setores da sociedade, e no campo da saúde, inovações como o uso de drones equipados com inteligência artificial (IA) estão desempenhando um papel crucial na modernização da logística hospitalar. Essa tecnologia emergente oferece soluções rápidas e eficazes para o transporte de insumos médicos, medicamentos e órgãos para transplante, atendendo a uma demanda crescente por agilidade, segurança e precisão no atendimento emergencial. Com a capacidade de superar barreiras como o transporte em locais de difícil acesso, áreas afetadas por desastres naturais e desafios logísticos urbanos, os drones não só garantem a entrega eficiente de suprimentos críticos, mas também asseguram a preservação da qualidade dos materiais transportados, como temperatura e integridade dos órgãos.

O impacto da utilização de drones na logística hospitalar já se reflete em resultados concretos em diversas partes do mundo. Em países africanos, como Ruanda e Gana, drones têm sido utilizados para entregar sangue, vacinas e até órgãos para transplante, salvando vidas e ampliando o acesso à saúde em regiões remotas. No Brasil, iniciativas inovadoras, como a parceria entre o Grupo Fleury e a Speedbird Aero, demonstram o potencial dessa tecnologia na rotina hospitalar, com o transporte de amostras biológicas reduzindo consideravelmente o tempo de entrega e aumentando a eficiência operacional. Esses exemplos ilustram a viabilidade e o impacto positivo do uso de drones na saúde, destacando seu papel fundamental na transformação dos serviços de emergência.

Neste contexto, nossa proposta busca destacar a importância dessa tecnologia, seu impacto na eficiência dos atendimentos emergenciais e a viabilidade de sua implementação em cenários diversos, desde grandes centros urbanos até áreas com infraestrutura limitada. Ao integrar inovação e sustentabilidade, esperamos contribuir para a evolução da logística hospitalar, impulsionando a transformação digital no setor de saúde e promovendo melhorias significativas na qualidade de vida das pessoas.

## 2 JUSTIFICATIVA

Nosso grupo identificou um problema cada vez mais evidente nas grandes cidades: o crescimento acelerado que por consequência acaba sobrecarregando a infraestrutura urbana, tornando o trânsito um dos maiores desafios para a mobilidade. Isso impacta diretamente o transporte de suprimentos hospitalares essenciais, gerando atrasos que podem comprometer a qualidade do atendimento médico.

Pensando nisso, acreditamos que os drones equipados com inteligência artificial representam uma solução inovadora para superar essas dificuldades. Eles oferecem rapidez no transporte, acessibilidade a regiões remotas e otimização dos recursos hospitalares.

Com tecnologia avançada, esses dispositivos são capazes de traçar rotas eficientes, evitar obstáculos e se adaptar dinamicamente às condições ambientais. Isso garante que órgãos para transplante, bolsas de sangue e medicamentos cheguem ao seu destino em tempo hábil e em perfeitas condições. Além disso, sistemas de monitoramento térmico integrados asseguram a preservação de insumos sensíveis durante todo o trajeto, evitando degradações que possam comprometer sua eficácia.

Dessa forma, acreditamos que a implementação dessa tecnologia pode revolucionar a logística hospitalar e salvar vidas.

## **2. OBJETIVOS**

### **3.1 Gerais**

Investigar a viabilidade e os impactos da implementação de drones equipados com inteligência artificial na logística hospitalar emergencial, com foco na otimização do transporte de insumos médicos, sangue e órgãos para transplante, visando melhorar a eficiência, acessibilidade e segurança dos serviços de saúde.

### **3.2 Específicos**

Analisar as dificuldades logísticas enfrentadas por hospitais em grandes centros urbanos devido ao crescimento acelerado e à sobrecarga da infraestrutura viária.

Avaliar as tecnologias aplicadas aos drones inteligentes, incluindo sensores avançados, GPS e algoritmos de aprendizado de máquina, para garantir a segurança e eficácia no transporte de insumos hospitalares.

Examinar casos de uso bem-sucedidos de drones na logística hospitalar em diferentes países, identificando boas práticas e desafios na implementação da tecnologia.

Investigar os impactos da regulamentação do espaço aéreo e as questões de segurança envolvidas na utilização de drones no transporte médico.

Propor soluções e diretrizes para facilitar a adoção dessa tecnologia em hospitais e serviços de emergência, garantindo sua aceitação por profissionais de saúde e órgãos reguladores.

### 3. HIPÓTESE

Nosso grupo entende que a probabilidade de que a aplicabilidade do projeto de drones equipados com inteligência artificial na logística hospitalar emergencial pode ser extremamente positiva. Essa tecnologia tem o potencial de reduzir significativamente o tempo de entrega de insumos médicos essenciais, como medicamentos, bolsas de sangue e órgãos para transplante, garantindo maior eficiência e segurança nos atendimentos.

Os drones inteligentes utilizam sensores avançados, GPS e algoritmos de aprendizado de máquina para otimizar rotas e evitar obstáculos, permitindo um transporte ágil e confiável. Além disso, sistemas de monitoramento térmico garantem que insumos sensíveis sejam preservados adequadamente durante o trajeto.

Entre os principais benefícios da implementação dessa tecnologia, destacam-se a acessibilidade a regiões remotas, permitindo possibilidades para que comunidades distantes recebam atendimento médico com mais rapidez, e a redução de custos operacionais, possibilitando ainda que hospitais direcionem recursos para melhorias estruturais e aprimoramento dos serviços de saúde.

#### 4. METODOLOGIA

**Pesquisa de Campo:** Coleta dados diretamente no ambiente do estudo, por meio de observações, entrevistas ou questionários.

**Estudo de Caso:** Analisa detalhadamente um ou mais casos específicos para entender fenômenos complexos.

**Pesquisa-Ação:** Envolve a participação ativa do pesquisador e dos envolvidos no estudo para buscar soluções para um problema concreto.

**Pesquisa Experimental:** Manipula variáveis para testar hipóteses e estabelecer relações de causa e efeito, comum em ciências exatas e biológicas.

**Estudos de Coorte:** Acompanha um grupo de pessoas com características em comum ao longo do tempo, buscando identificar tendências e fatores de risco.

**Pesquisa Bibliográfica:** Baseia-se na análise de materiais escritos (livros, artigos e documentos) para fundamentar o estudo e revisar a literatura sobre o tema.

Nosso projeto está sendo desenvolvido através da metodologia pesquisa bibliográfica para realizar o TCC sobre a implementação de drones equipados com inteligência artificial na logística hospitalar emergencial. A partir da revisão de estudos, experiências internacionais e normas regulatórias, buscamos explorar os impactos positivos dessa tecnologia na eficiência do transporte de insumos médicos. Além disso, a pesquisa bibliográfica possibilitará identificar desafios, soluções e tendências futuras, contribuindo para uma análise aprofundada sobre o tema.

## 5. DESENVOLVIMENTO

### 6.1- Conceito

#### Inteligência Artificial (IA)

A inteligência artificial é um campo da ciência da computação que desenvolve sistemas capazes de realizar tarefas que exigiriam inteligência humana, como análise de dados, tomada de decisões e previsões. No contexto da logística hospitalar, a IA permite otimizar o transporte de insumos médicos por drones, reduzindo o tempo de entrega e aumentando a eficiência do atendimento.

**Aprendizado de Máquina (Machine Learning):** O Machine Learning é um dos pilares da IA e consiste em algoritmos que aprendem a partir de padrões de dados para tomar decisões de forma otimizada. No caso da logística hospitalar emergencial, ele pode:

- Prever a demanda hospitalar, garantindo que insumos médicos sejam entregues no momento correto.
- Ajustar rotas de drones automaticamente, evitando obstáculos e condições meteorológicas adversas.
- Monitorar o desempenho dos drones, prevenindo falhas operacionais.

**Redes Neurais e Deep Learning:** As redes neurais artificiais são modelos computacionais inspirados na estrutura do cérebro humano. Sua aplicação no Deep Learning permite que sistemas façam análises mais sofisticadas e tomem decisões baseadas em grandes volumes de dados. Na logística hospitalar, são usadas para:

- Otimização de trajetos com base em tráfego aéreo e meteorologia.
- Reconhecimento visual de obstáculos durante o voo dos drones.
- Gerenciamento automático de estoques hospitalares.

**Algoritmos de Planejamento e Otimização:** Para garantir entregas rápidas e seguras, a IA utiliza modelos matemáticos que definem a melhor rota de entrega, considerando variáveis como:

- Distância entre origem e destino.
- Clima e condições geográficas.
- Consumo energético do drone.

## **Emergência Hospitalar e suas Demandas**

A emergência hospitalar trata da necessidade de respostas rápidas em situações críticas, onde tempo e eficiência são cruciais. A tecnologia pode aprimorar significativamente a logística médica em casos de urgência.

**Transporte de Insumos Médicos:** Muitos medicamentos e suprimentos hospitalares precisam chegar ao local de atendimento dentro de um período específico para serem eficazes. Os principais exemplos incluem:

- Sangue e plasma para transfusão em pacientes em estado crítico.
- Medicamentos essenciais, como antibióticos e analgésicos.
- Órgãos para transplantes, que devem ser mantidos sob rigoroso controle de temperatura.

A entrega tradicional pode ser comprometida por trânsito, dificuldades operacionais ou infraestrutura precária, tornando a logística baseada em drones e IA uma alternativa mais eficaz.

**Impacto da IA na Gestão de Emergências:** Além do transporte eficiente, a IA pode ser utilizada para:

- Monitoramento da demanda hospitalar, permitindo a previsão de escassez de insumos médicos.
- Distribuição automatizada de medicamentos, ajustando estoques em hospitais de acordo com a necessidade.
- Análise de dados de emergências, garantindo que hospitais mais carentes de recursos sejam priorizados.

## **Drones na Logística Hospitalar**

Os drones são equipamentos fundamentais para modernizar a logística hospitalar emergencial, permitindo entregas de insumos médicos em tempo recorde. Eles são especialmente úteis em locais de difícil acesso, como comunidades rurais e regiões afetadas por desastres naturais.

**Tipos de Drones Usados na Saúde:** Existem diferentes categorias de drones empregados na logística hospitalar, cada um com suas particularidades:

- Drones de asa fixa: São eficientes para percorrer longas distâncias e transportar suprimentos a localidades remotas.
- Drones multirrotores: Mais ágeis e precisos, adequados para entregas em áreas urbanas e hospitais.

**Tecnologias Embutidas nos Drones:** Drones modernos possuem diversos sistemas de inteligência artificial e automação, incluindo:

- Sensores LiDAR para mapeamento de terrenos e prevenção de obstáculos.
- GPS e navegação autônoma para planejamento de rotas eficientes.
- Controle térmico para transporte de órgãos e medicamentos sensíveis à temperatura.

**Benefícios da Utilização de Drones:** A introdução de drones na logística hospitalar emergencial proporciona:

- Redução do tempo de entrega, permitindo atendimento mais rápido aos pacientes.
- Menos dependência de infraestrutura terrestre, como rodovias congestionadas.
- Custo operacional reduzido, eliminando despesas com transporte tradicional.

## **Tecnologias Relacionadas**

### **Internet das Coisas (IoT)**

A Internet das Coisas (IoT) conecta dispositivos médicos, drones e sistemas hospitalares em tempo real. Suas principais aplicações incluem:

- Rastreamento automático de insumos médicos, garantindo a entrega eficiente.
- Monitoramento remoto da carga transportada, assegurando condições ideais de conservação.

### **Blockchain**

O Blockchain pode ser utilizado na logística hospitalar para:

- Rastreamento de medicamentos, garantindo autenticidade e procedência.
- Proteção contra fraudes e adulteração, assegurando a confiabilidade dos insumos médicos entregues por drones.

### **Conectividade 5G**

A rede 5G permite uma comunicação ultra-rápida entre drones e sistemas hospitalares, oferecendo:

- Monitoramento em tempo real dos voos dos drones.
- Correção automática de rotas, ajustando entregas conforme demanda hospitalar.

## **6.2- Importância**

### **Entrega Ágil e Inteligente de Suprimentos**

Drones equipados com inteligência artificial são capazes de navegar autonomamente, evitar obstáculos e recalcular rotas em tempo real com base em informações ambientais. Isso permite que medicamentos, sangue, vacinas e desfibriladores sejam entregues em locais de difícil acesso, agilizando o atendimento em situações críticas.

### **Triagem Automatizada e Reconhecimento de Vítimas**

Sensores e câmeras de alta resolução acoplados aos drones permitem identificar vítimas em áreas de desastre e realizar triagem automatizada. A IA analisa os sinais vitais visíveis e prioriza os atendimentos com base na gravidade dos casos, otimizando recursos hospitalares e tempo das equipes.

### **Monitoramento e Mapeamento de Áreas Críticas**

Além das entregas, os drones com IA são utilizados para mapear zonas afetadas por calamidades, identificando rotas bloqueadas, estruturas comprometidas e áreas de risco. Esses dados permitem que hospitais planejem melhor o deslocamento de ambulâncias, profissionais e equipamentos.

### **Benefícios para a Saúde Pública e Hospitalar**

- Redução da exposição de profissionais de saúde a ambientes de risco, como zonas de guerra ou áreas contaminadas.
- Fortalecimento da vigilância epidemiológica, com análise de padrões de surtos e transmissão de dados em tempo real.
- Integração com sistemas hospitalares, facilitando o acesso remoto a prontuários e suporte à telemedicina.
- Mais eficiência nos atendimentos, com suporte logístico rápido e preciso em situações emergenciais.

## **6.3- Aplicabilidade**

O avanço da tecnologia de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), popularmente conhecidos como drones, tem viabilizado seu uso em operações logísticas críticas, especialmente na área da saúde. Apesar de o Brasil ainda enfrentar desafios como escassez de investimentos e limitações tecnológicas em relação a países desenvolvidos, iniciativas promissoras evidenciam o potencial dessa tecnologia para o setor hospitalar.

A Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP) apresentou um modelo autônomo de busca e resgate que reduz em até 66% o risco de missões em áreas de desastre, priorizando zonas de alto perigo e identificando vítimas sem necessidade de intervenção humana. Essa abordagem reforça a versatilidade dos VANTs em cenários de emergência médica.

Em âmbito comercial, empresas como o iFood, desde 2022, realizam entregas via drones em áreas urbanas, enquanto os Correios realizaram testes de transporte aéreo na Bahia. Apesar de não voltadas diretamente ao setor hospitalar, essas iniciativas pavimentam o caminho para a adoção da tecnologia em novos segmentos, incluindo o transporte de insumos médicos.

### **Casos Reais de Aplicação Hospitalar**

A experiência brasileira já conta com projetos implementados na área da saúde que evidenciam a viabilidade operacional dos drones em rotinas hospitalares. Um exemplo significativo é a parceria entre o Grupo Fleury e a empresa Speedbird Aero, que estabeleceu a primeira rota regular de transporte de material biológico por drones em Salvador (BA). Os dispositivos realizam o deslocamento de amostras como sangue, urina e cabelo entre unidades laboratoriais, reduzindo o tempo de transporte de 44 minutos para apenas 7 minutos, além de eliminar emissões de CO<sub>2</sub> associadas ao transporte terrestre convencional.

Outro exemplo prático ocorreu em Belo Horizonte, onde drones foram utilizados para transportar amostras clínicas entre unidades hospitalares, acelerando diagnósticos e tratamentos médicos, especialmente em casos oncológicos. Ainda em Minas Gerais, a tecnologia foi aplicada para o combate à dengue, com drones atuando na identificação de criadouros do mosquito *Aedes aegypti* e lançamento de larvicidas em áreas de difícil acesso.

### **Potencial Operacional dos Drones**

Os VANTs oferecem vantagens relevantes em logística hospitalar devido ao baixo custo operacional, flexibilidade de operação e autonomia de voo. Segundo Pedro Villani, “é muito mais caro colocar um helicóptero de pé com tripulação do que usar um VANT ou um drone”, evidenciando o potencial de escalabilidade da tecnologia. Em termos comparativos, modelos como o Matternet (US\$ 50 mil a 80 mil) e o Wingcopter 178 (US\$ 150 mil a 200 mil) apresentam capacidade de carga entre 5 kg e 10 kg, alcance operacional de 50 km a 100 km em um tempo de voo entre 20 minutos e 40 minutos. Considerando que o fígado humano, o órgão mais pesado entre os utilizados em transplantes, possui entre 1,2 kg e 2,0 kg, a carga suportada pelos drones é plenamente suficiente para o transporte de materiais biológicos de alta relevância, como órgãos, bolsas de sangue e medicamentos de uso crítico.

Em contraste, aeronaves convencionais como os helicópteros EC135 e AW139 possuem custos de aquisição que variam entre US\$ 5 milhões e US\$ 14 milhões, com velocidades superiores (250 km/h a 300 km/h), mas exigem equipe especializada, infraestrutura complexa e apresentam limitações para operações rotineiras.

Diante dos avanços tecnológicos e das experiências bem-sucedidas já documentadas em território nacional, o nosso projeto contempla a criação de rotas aéreas inteligentes para drones equipados com inteligência artificial, sensores de monitoramento térmico e sistemas de navegação avançados. A nossa iniciativa visa não apenas ampliar a capacidade logística dos serviços hospitalares, como também democratizar o acesso a recursos médicos essenciais para populações periféricas e áreas com infraestrutura limitada.

Esperamos que, com a adoção estratégica dessa tecnologia, seja possível reduzir o tempo médio de transporte de órgãos para transplante, garantir a integridade de equipamentos médicos sensíveis e fortalecer o sistema de atendimento emergencial hospitalar, contribuindo diretamente para a preservação de vidas e para a qualificação dos serviços de saúde pública.

A aplicabilidade do nosso projeto seria para não atrasar a entrega de órgãos para hospitais que possuam urgência e cada segundo é importante, além de não ter que possuir um local para pousagem como um helicóptero por exemplo, assim podendo ser feita a entrega em qualquer clima e não ocorrendo erros humanos, possuindo segurança e agilidade.

#### **6.4-Referências existentes ou semelhantes**

##### **Bélgica:**

Em agosto de 2022 um drone transportou tecidos humanos entre hospitais em Antuérpia, em uma experiência pioneira na Europa, com o objetivo de otimizar o tempo em operações. O drone da empresa Helicus decolou de um edifício da rede hospitalar ZNA e pousou quatro minutos depois no telhado do edifício Sint-Agustinus dos hospitais GZA, a 800 metros de distância. "A grande vantagem dos drones é que combinam velocidade, reduzindo o tempo médio de transporte, e regularidade, pois garantem confiabilidade logística", explicou à AFP Mikael Shamim, presidente da Helicus.

##### **Ruanda:**

Em outubro de 2016, o presidente Paul Kagame lançou o primeiro serviço nacional de entregas médicas por drones do mundo, sendo conduzida pela empresa Zipline, sediada na Califórnia, com apoio da UPS Foundation e da Gavi – Aliança Global para Vacinas e Imunização. Os drones, chamados Zips, realizam até 150 entregas diárias de bolsas de sangue para 21 clínicas de transfusão na região ocidental do país.

##### **Madagascar:**

A startup americana Vayu testou drones para entrega e coleta de material médico em vilarejos remotos, transportando amostras de sangue e suprimentos como vacinas e medicamentos de forma independente. O drone da Vayu, projetado especificamente para transportar suprimentos de saúde em países em desenvolvimento, é capaz de decolar e pousar verticalmente, como um helicóptero, sem usar pista, nem lançador, e de carregar dois quilos de materiais médicos por até 60 quilômetros.

**Gana:**

Em abril de 2019, a Zipline, fabricante de drones de San Francisco e a empresa de serviços logísticos, lançaram um programa em Gana para fornecer suprimentos médicos por drone. Em parceria com o governo do país da África Ocidental, a Zipline iria transportar 30 drones de quatro centros de distribuição para fornecer suprimentos médicos, como vacinas, sangue e medicamentos, a 2.000 unidades de saúde em todo o país, diariamente.

**Estados Unidos:**

Em agosto de 2021 a UPS iniciou um serviço de entregas por drones na Flórida, atuando na logística de farmácias durante a pandemia. Além disso, um hospital nos EUA utilizou um drone para transportar um órgão para transplante. “Este programa abre caminho para que os drones se tornem um elo significativo dentro da logística altamente especializada de cadeia fria”, disse Dan Gagnon, vice-presidente de marketing global da UPS Healthcare.

**Reino unido:**

O Reino Unido tem investido em soluções inovadoras para otimizar a logística hospitalar, e uma das mais promissoras é o uso de drones para transporte de sangue entre instituições médicas. Projetos conduzidos pelo NHS Blood and Transplant, em parceria com empresas como Apian, demonstraram que os drones são capazes de realizar entregas com segurança e eficiência, reduzindo significativamente o tempo de transporte — em Londres, por exemplo, o tempo caiu de cerca de 30 minutos por terra para menos de 2 minutos por via aérea. Estudos laboratoriais comprovaram que não há impacto na qualidade dos componentes sanguíneos transportados, reforçando o potencial da tecnologia como uma ferramenta estratégica no atendimento a emergências e na melhoria dos serviços hospitalares.

**6.5-Propósito**

O propósito do nosso projeto é impulsionar o avanço da tecnologia na área da saúde, utilizando drones de alta performance para o transporte eficiente e seguro de medicamentos, suprimentos médicos e, futuramente, órgãos humanos. Através da inovação e da sustentabilidade, buscamos criar uma solução de transporte rápido, ágil e de baixo impacto ambiental, capaz de atender às necessidades urgentes de pacientes em situações críticas, como idosos, pessoas com mobilidade reduzida, moradores de áreas remotas e comunidades vulneráveis.

No contexto atual, muitos pacientes enfrentam dificuldades no acesso a medicamentos essenciais, seja pela localização geográfica, pela falta de transporte

adequado ou pela dificuldade de locomoção devido à idade ou condições de saúde. Além disso, a logística de transporte de órgãos para transplantes representa um grande desafio, pois a rapidez e a segurança são essenciais para garantir a viabilidade do órgão e, conseqüentemente, o sucesso do transplante. O nosso projeto visa resolver essas lacunas, permitindo que medicamentos, insumos médicos e até mesmo órgãos cheguem de forma ágil, segura e sem a necessidade de deslocamentos demorados.

Os drones, ao realizarem entregas rápidas e eficientes, podem reduzir consideravelmente o tempo entre a prescrição de um medicamento, a coleta de um órgão ou a entrega de um insumo e a sua chegada ao paciente. Essa agilidade é crucial em situações emergenciais, como o transporte de medicamentos para tratamento de doenças crônicas, vacinas, insumos para unidades de saúde e órgãos para transplante. No caso específico dos órgãos, a rapidez no transporte pode ser a diferença entre salvar ou perder uma vida.

Além da agilidade, a tecnologia de drones oferece uma solução mais sustentável em comparação aos métodos de transporte tradicionais, que muitas vezes envolvem veículos com maior emissão de carbono. Com o uso de drones, esperamos não só otimizar a logística de distribuição de medicamentos e órgãos, mas também contribuir com a preservação do meio ambiente, reduzindo a pegada de carbono do setor de transporte.

Este projeto está inspirado em iniciativas que já estão sendo bem-sucedidas em diferentes partes do mundo, como na África e em áreas rurais de países desenvolvidos, onde drones já estão sendo usados para entregar medicamentos, vacinas, amostras de sangue e até órgãos para transplantes. Esses exemplos comprovam que, com a devida infraestrutura e regulamentação, a entrega de suprimentos médicos por drones tem o potencial de salvar vidas, especialmente em locais de difícil acesso e em situações de extrema urgência, como o transporte de órgãos vitais para transplante.

A longo prazo, nosso projeto pretende expandir essa tecnologia para diversas localidades, conectando ainda mais pessoas à saúde de forma eficiente, segura e com baixo custo. Ao integrar inovação e praticidade, buscamos transformar a maneira como os serviços médicos são entregues, garantindo não apenas um atendimento mais rápido e eficaz, mas também um impacto positivo e duradouro na qualidade de vida das pessoas.

## **6.6-Resultado esperado**

Nossa expectativa é que este projeto contribua de forma significativa para o avanço da logística hospitalar emergencial, por meio da proposição de um modelo inovador que integra drones autônomos equipados com inteligência artificial ao transporte de insumos médicos críticos, como medicamentos, bolsas de sangue e órgãos para transplante. Embora o projeto esteja em fase conceitual e exploratória, os resultados esperados envolvem a demonstração da viabilidade técnica e estratégica da aplicação dessa tecnologia no contexto hospitalar, com potencial para impulsionar mudanças estruturais na gestão de recursos em emergências.

Nossa proposta visa evidenciar que a utilização de drones inteligentes pode reduzir substancialmente o tempo de resposta em atendimentos críticos, ao permitir entregas rápidas, precisas e seguras, mesmo em áreas de difícil acesso ou com infraestrutura limitada. A incorporação de sensores ambientais, sistemas de geolocalização (GPS), algoritmos de aprendizado de máquina e monitoramento térmico possibilita a preservação adequada de insumos sensíveis durante o trajeto, garantindo a integridade dos materiais transportados e aumentando a eficácia dos procedimentos médicos subsequentes.

Além da agilidade operacional, espera-se que o projeto contribua para a otimização dos custos logísticos, ao propor uma alternativa mais eficiente e sustentável em comparação aos métodos convencionais de transporte terrestre, que frequentemente enfrentam limitações relacionadas ao tráfego urbano, distâncias geográficas e emissão de poluentes. A adoção de drones pode representar uma solução escalável e ambientalmente responsável, alinhada às diretrizes de inovação e sustentabilidade no setor da saúde.

Outro resultado que esperamos é a geração de subsídios técnicos e científicos que possam orientar futuras pesquisas, investimentos e políticas públicas voltadas à regulamentação do uso de veículos aéreos não tripulados em operações hospitalares. Ao analisarmos experiências internacionais bem-sucedidas, o projeto pretende identificar boas práticas e adaptar modelos operacionais ao contexto brasileiro, contribuindo para o desenvolvimento de protocolos de segurança, integração com sistemas hospitalares e capacitação de profissionais da saúde.

Por fim, esperamos que nosso estudo impulse o debate sobre a transformação digital na saúde, promovendo a conscientização sobre o papel da inteligência artificial e da automação na melhoria da qualidade dos serviços médicos. A longo prazo, a implementação de drones inteligentes na logística hospitalar emergencial poderá se consolidar como uma ferramenta estratégica para ampliar o acesso à saúde, reduzir desigualdades regionais e preservar vidas em situações de alta complexidade clínica.

## 6. ESTUDO CASO

Drone entrega, em 5 minutos, pulmão para transplante e prova que transporte é eficiente e seguro

Pulmão e coração são os órgãos que mais podem se beneficiar com a aeronave não tripulada, pois devem ser transplantados em até seis horas após morte do doador

Por O GLOBO — Rio de Janeiro

24/12/2022 16h02 Atualizado há 2 anos

Pesquisadores registraram voo de drone que levou pulmão em Toronto.

Pesquisadores registraram voo de drone que levou pulmão em Toronto.

Um drone modificado carregou um pulmão retirado de um doador no Toronto Western Hospital até o Toronto General Hospital. O transporte levou cinco minutos e o órgão foi transplantado com sucesso em um paciente com fibrose pulmonar. O caso foi descrito em um artigo publicado na revista científica *Science Robotics*.

Embora órgãos de doadores já tenham sido transportados entre hospitais por drone antes, pulmões e corações são considerados particularmente desafiadores. A operação demonstra que os drones são um método prático para mover órgãos para transplante.

Uma equipe da University Health Network, em Toronto, planejava entregar um pulmão por controle remoto há anos, instalando uma caixa de transporte de pulmão especialmente projetada em um M600 Pro Drone. Eles também removeram o trem de pouso e o rack de carga normal para aumentar o peso disponível — os pulmões podem não ser pesados, mas todo o equipamento necessário para mantê-los funcionando, é. Apesar da adição de um sistema de recuperação de paraquedas, câmeras, luzes e rastreadores GPS, todo o sistema pesa menos de 25kg.

Mais de 400 voos de teste foram realizados entre os telhados dos dois hospitais, nenhum dos quais foi projetado para receber helicópteros tripulados. Embora a disponibilização repentina de um órgão seja sempre resultado de uma tragédia, pelo menos nesta ocasião as condições eram excelentes, sem chuva, vento fraco e boa visibilidade.

### **Dificuldade no transporte**

Centenas de pessoas em todo o mundo estão em listas de espera para doar órgãos, e muitas morrerão antes de receberem o que precisam. A escassez de doadores é apenas parte do problema — muitos órgãos são desperdiçados porque não são entregues a um receptor compatível a tempo.

O trânsito é um dos muitos obstáculos para levar cada órgão saudável a uma pessoa que se beneficiará dele. Mesmo com luzes piscando e sirenes tocando, as

ambulâncias podem perder um tempo precioso se deslocando entre hospitais em uma grande cidade. Isso pode em breve ser uma coisa do passado.

O primeiro órgão transportado por um drone para transplante foi um rim, entregue a um paciente de 44 anos que estava há oito fazendo diálise. Qualquer órgão tem mais chances de ser bem aceito pelo paciente receptor se for implantado rapidamente, mas os rins podem durar até 48 horas fora do corpo. Economizar alguns minutos no trânsito é útil, mas raramente essencial. A entrega entre cidades é um desafio maior, mas ainda muitas vezes possível.

No entanto, corações e pulmões precisam ser transplantados dentro de 4 a 6 horas após a morte do doador. Permitindo o tempo para realizar a operação em cada extremidade, resta pouquíssimo tempo para o processo de retirada, transporte e implantação se doador e receptor prioritário não estiverem no mesmo hospital.

## **7. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A realização do nosso trabalho permitiu compreender o potencial transformador da utilização de drones com inteligência artificial na logística hospitalar emergencial. Essa tecnologia se mostrou capaz de oferecer agilidade na entrega de insumos médicos, redução de custos operacionais em relação aos veículos convencionais e manutenção da qualidade e integridade de materiais como órgãos, sangue e amostras biológicas.

Ademais que evidenciamos que o uso de drones pode tornar o atendimento em situações críticas mais rápido, seguro e eficiente, alcançando locais de difícil acesso e superando obstáculos como trânsito e distância. Apesar de ainda existirem barreiras, como a necessidade de leis específicas, protocolos de segurança e adaptação das equipes hospitalares, acredita-se que, com o avanço da tecnologia e apoio adequado, esses desafios podem ser superados.

Durante o desenvolvimento do nosso TCC, o trabalho em equipe foi essencial. O diálogo constante, o respeito às opiniões e a contribuição de todos permitiram organizar ideias, ampliar a visão crítica e transformar um tema técnico em algo mais claro e acessível. Essa experiência trouxe crescimento pessoal e acadêmico, melhorando a comunicação, a capacidade de lidar com prazos e a habilidade de escrever de forma objetiva.

Concluimos que os drones com inteligência artificial podem se tornar uma ferramenta indispensável para a saúde, salvando vidas, tornando o sistema mais ágil e eficiente e mostrando que inovação e empatia podem caminhar juntas em benefício de quem mais precisa.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SILVA, A.; COSTA, B. **Tecnologia e Inovação em Serviços de Saúde**. São Paulo: Editora Saúde Moderna, 2023.
2. MARTINS, C. D.; SOUZA, P. R. **Logística Hospitalar e Novas Tecnologias**. Rio de Janeiro: Editora Rede Humana, 2022.
3. OLIVEIRA, F. J.; LIMA, R. B. **A Revolução dos Drones na Saúde: da entrega de medicamentos à mobilidade de emergência**. Curitiba: Editora Drones Tech, 2024.
4. GONÇALVES, L. M.; PEREIRA, V. N. **Gestão de Crises e Desastres: o papel da tecnologia no atendimento de emergências**. Belo Horizonte: Editora Segurança Pública, 2021.
5. RODRIGUES, E. S.; ALMEIDA, G. P. **Atendimento Pré-Hospitalar em Domicílio: a era da telemedicina e o uso de drones**. São Paulo: Editora Atendimento Ágil, 2023.

### Inteligência artificial

<https://ronanalves.com.br/ia-e-a-gestao-hospitalar/>

Aprendizado de Máquina (Machine Learning)

[https://beanalytic.com.br/blog/machine-learning-na-saude/?utm\\_source=www.bing.com&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=Bing&referrer-analytics=1](https://beanalytic.com.br/blog/machine-learning-na-saude/?utm_source=www.bing.com&utm_medium=organic&utm_campaign=Bing&referrer-analytics=1)

### Redes Neurais e Deep Learning

<https://paanalytics.net/blog/redes-neurais-e-deep-learning-na-era-da-inteligencia-artificial/>

### Internet das Coisas (IoT)

<https://mundologistica.com.br/noticias/uso-de-iot-e-presenca-elementar-na-estrategia-de-logistica-hospitalar>

### Blockchain

<https://telemedicinamorsch.com.br/blog/blockchain-na-saude>

### Conectividade 5G

<https://logisticatotal.com.br/o-impacto-do-5g-na-logistica-atual/>

### Importância

Uso de drones com sistemas de Inteligência Artificial na ajuda humanitária em saúde: desafios e oportunidades | HealthNews

## **Aplicabilidade**

Programação de drones autônomos pode ajudar na busca de vítimas em desastres –  
Jornal da USP

Transporte por drones pode agilizar medicina de diagnóstico e salvar vidas

Pardini lança primeira rota regular de drone em BH e região metropolitana para  
transportar amostras biológicas - HOSPITAIS BRASIL

## **Bélgica**

<https://g1.globo.com/saude/noticia/2022/08/24/drone-e-usado-para-transportar-tecido-humano-entre-hospitais-na-belgica.ghtml>

## **Ruanda**

<https://portalsaudedigital.com.br/ruanda-e-o-primeiro-pais-a-fazer-entregas-de-bolsas-de-sangue-atraves-de-drones/>

## **Madagascar**

Empresa testa drone para transporte de medicamentos – Saúde Online

## **Gana**

<https://dronefriendly.com.br/v01/zipline-inicia-entregas-de-suprimentos-medicos-com-drone-em-gana/>

## **Estados Unidos**

Entrega de vacinas por drone

## **Reino Unido**

<https://news.sky.com/story/nhs-to-use-drones-to-fly-blood-samples-around-london-to-avoid-traffic-in-new-trial-13216420>

## **Estudo de caso**

<https://oglobo.globo.com/saude/noticia/2022/12/drone-entrega-em-5-minutos-pulmao-para-transplante-e-prova-que-transporte-e-eficiente-e-seguro.ghtml>.