

# **ANÁLISE LOGÍSTICA PARA A SUBSTITUIÇÃO DE MOTOBOYS POR DRONES EM UMA CIDADE DE PORTE MÉDIO: ESTUDO DE CASO EM UBERLÂNDIA-MG**

LUIS OTÁVIO DE OLIVEIRA FERNANDES

Prof.<sup>a</sup> DR. CAMILLA MIGUEL CARRARA LAZZARINI

## **RESUMO**

A logística urbana se torna uma questão crítica em um mundo cada vez mais urbanizado, enfrentando desafios significativos devido ao crescimento populacional e às mudanças nos fluxos de mercadorias impulsionadas pela globalização. Neste contexto, os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), ou Drones, emergem como uma solução inovadora, oferecendo agilidade, mobilidade e acesso a áreas de difícil alcance, além de serem parte dos sistemas de transporte sustentáveis. Este estudo analisou a viabilidade do uso de drones na logística de entrega de pequenos volumes na área urbana de Uberlândia-MG afim de representar cidades de médio porte, focando em eficiência, redução de custos e impactos ambientais. Além disso, esta pesquisa também analisa as vantagens e desafios da implementação dessa tecnologia considerando seus aspectos técnicos e operacionais comparando então com o uso de motocicletas como modo de entrega que hoje é uma alternativa viável da logística urbana. Verifica-se que o uso de drone tem vantagens quanto ao custo e com redução de emissão dos níveis de CO<sub>2</sub> porém tem desafios a serem vencidos para que sua implementação seja uma realidade no Brasil principalmente com relação da segurança na entrega.

**Palavras-chave:** Logística Urbana; Drone; Motocicleta; Entregas de Pequenos Volumes

## **ABSTRACT**

*Urban logistics is becoming a critical issue in an increasingly urbanized world, facing significant challenges due to population growth and changes in goods flows driven by globalization. In this context, Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), or Drones, emerge as an innovative solution, offering agility, mobility and access to hard-to-reach areas, in addition to being part of sustainable transportation systems. This study analyzed the feasibility of using drones in small-volume delivery logistics in the urban area of Uberlandia-MG in order to represent medium-sized cities, focusing on efficiency, cost reduction and environmental impacts. In addition, this research also analyzes the advantages and challenges of implementing this technology considering its technical and operational aspects, then comparing it with the use of motorcycles as a delivery mode, which is today a viable alternative for urban logistics. It is verified that the use of drones has advantages in terms of cost and in*



*reducing CO<sub>2</sub> emissions, but there are challenges to be overcome for its implementation to become a reality in Brazil, mainly in relation to delivery safety.*

**Keywords:** *Urban Logistics; Drone; Motorcycle; Small Volume Deliveries.*

## 1 INTRODUÇÃO

A logística urbana emerge como problemática nos estudos em um mundo cada vez mais urbanizado e com mudanças estruturais no fluxo das mercadorias devido a globalização. À medida que as metrópoles e as suas populações crescem exponencialmente, os sistemas de transportes e distribuição passam por desafios proporcionais. Em meio a essa problemática surge como alternativa os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT's), também conhecidos como drones.

Com potencial para revolucionar a logística brasileira, os drones oferecem uma série de benefícios notáveis como: eficiência, agilidade, velocidade, redução de custos, possibilidade de acesso a áreas de difícil alcance, além de fazer parte da série de sistemas de transporte verdes, ou seja, que não agredem o meio ambiente.

Os drones geram expectativas altas quanto ao seu uso na logística de entrega, principalmente de pequenos volumes em áreas urbanas e/ou remotas, pela forma de transportar por via aérea, ou seja, por um espaço com considerável redução de congestionamento, trazendo redução da poluição, de custos, no transporte rodoviário urbano e na agilidade das entregas.

No entanto, esta tecnologia ainda tem que superar algumas limitações e desafios quanto a algumas questões de segurança pública que enfrentamos no nosso país.

Este trabalho tem como objetivo geral analisar o uso de drones como solução logística na entrega de pequenos volumes ou documentos na cidade de Uberlândia-MG, com foco em eficiência, redução de custos e de emissão de CO<sub>2</sub>, além de buscar promover agilidade nas entregas.

Este trabalho também irá avaliar as vantagens e desafios da implementação de drones no sistema logístico urbano considerando aspectos como visão técnica e operacional, a integração com outros modos de transporte e a percepção da população ao uso dessa nova tecnologia, buscando apontar possíveis limitações técnicas e sociais.

Será feita uma revisão bibliográfica sobre logística urbana com foco no uso dos drones e entrega de pequenos volumes com o intuito de identificar os potenciais e as limitações dessa tecnologia como modo de transporte eficiente, ágil, econômico e verde. A partir disso serão feitas



considerações sobre como vencer essas limitações para que sua implementação seja uma realidade no país.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Drones

De acordo com Singh (2025) os drones são aeronaves que operam sem a necessidade de um piloto a bordo, sendo controladas remotamente ou programadas para voos por rotas pré-definidas. Originalmente foram desenvolvidas para fins militares, no entanto, com o aprimoramento da tecnologia foram desenvolvidos drones mais ágeis e com autonomias energéticas maiores surgindo assim diversas outras possibilidades para seu uso.

Drones são dispositivos voadores não tripulados, controlados remotamente por um operador humano ou por meio de um sistema de controle autônomo, onde é possível definir rotas específicas e realizar tarefas autônomas, como realizar entregas.

Os drones hoje em dia já são uma realidade em diversos outros seguimentos como a agricultura por exemplo, apenas nos cinco primeiros meses de 2024 o Brasil teve um aumento de 24,1% na aquisição de drones agrícolas como mostra reportagem do site Globo Rural (2024). Além da utilização massiva dos drones na agricultura também podemos citar sua utilização em outras áreas como: na filmagem de eventos, monitoramento e no georreferenciamento.

Outro ponto importante a respeito dos drones é que existem algumas restrições para sua utilização, como por exemplo: os drones não podem transitar a menos de 5,4 km de aeroportos e aeródromos se estiverem voando até 30 metros de altitude e não podem voar em um raio de 9 km caso estejam a uma altitude de 30 a 120 metros, como regulamenta a Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-40; a autonomia das baterias também é um empecilho, pois pode limitar o tempo de voo da aeronave; condições climáticas como chuva e vento forte também são um impedimento na utilização de drones.

Um exemplo a ser seguido na implementação da utilização de drones para a logística urbana é a China, país onde hoje já é comum que pequenas entregas e principalmente *delivery* de alimentos cheguem até seu consumidor final por esse meio de transporte.

Um bom exemplo da utilização dessa tecnologia pelos chineses é o que ocorre na cidade de Shenzhen, cidade da província de Guangdong ao sul do país. Lá o espaço aéreo de baixa altitude colabora e incentiva novos usos para voos de drones. Mas não são somente os fatores geográficos que contribuem para que hoje Shenzhen seja responsável por 70% do mercado de

consumo de drones e por 50% do mercado industrial, assim como aponta matéria da revista EXAME (2024), Shenzhen é líder em pesquisa de utilização de drones há mais de 20 anos.

Imagem 1: Drone



Fonte: Agropos (2021)

## 2.2 Logística

Conforme De Jesus (2021), a logística, entre outros aspectos, cuida de uma operação muito importante para as empresas que movimentam materiais: a entrega do produto finalizado ao cliente, sendo que a logística pode ser descrita como a fusão de quatro atividades básicas: a aquisição, a movimentação, o armazenamento e a distribuição de um produto ou de um serviço. Em 2024 os gastos com transporte no Brasil foram de R\$ 940 bi como mostra reportagem da revista Veja (2025). Em 2017 a Fundação Dom Cabral publicou o estudo “Custos Logísticos no Brasil” que apontou a fatia de 23,4% dos custos logísticos totais como sendo para a logística urbana.

Além disso, no que se refere aos impactos ambientais o setor de transportes é responsável por 23% das emissões globais de CO<sub>2</sub> como aponta reportagem do site ECOA UOL (2024).

Outro grande problema enfrentado no setor são os acidentes. Em 2023, o Ministério da Saúde divulgou que 10,5% dos acidentes de trabalho em vias urbanas envolveram motociclistas e ciclistas de entregas rápidas, evidenciando o alto grau de exposição ao risco que esses profissionais enfrentam diariamente. No entanto, os efeitos de um acidente vão muito além das lesões físicas ou da interrupção das atividades laborais. Cada pessoa acidentada representa uma história de vida, uma família que muitas vezes depende de seu sustento e que é diretamente impactada pelas consequências do ocorrido — seja emocionalmente, financeiramente ou



socialmente. Segundo Carvalho (2022), o Brasil gasta cerca de 50 bilhões de reais por ano com acidentes de trânsito, valor que abrange desde perdas de produtividade até despesas hospitalares e funerárias. Esse cenário reforça a importância do compromisso estabelecido pela Agenda 2030 da ONU, que, por meio da Meta 3.6, propôs reduzir pela metade o número de mortes e lesões no trânsito, destacando que o desenvolvimento sustentável também passa pela preservação da vida e pelo cuidado com quem está nas ruas todos os dias.

### 2.3 Logística de entrega de pequenos volumes

A logística de entrega de pequenos volumes vem ganhando destaque nos centros urbanos, especialmente diante do crescimento do comércio eletrônico e da necessidade de serviços ágeis e personalizados. Esse tipo de operação abrange desde produtos compactos até documentos, que muitas vezes requerem transporte rápido e seguro por sua relevância jurídica ou administrativa. Este segmento desempenha papel estratégico na cadeia dos suprimentos, segundo Duarte (2019), a eficiência no transporte de encomendas expressas está diretamente relacionada à capacidade de adaptação das operações logísticas às demandas específicas de pequenos volumes, exigindo processos ágeis e flexíveis.

## 3 METODOLOGIA

Para a realização desta pesquisa considerou-se como estudo de caso uma pequena empresa logística de entregas de pequenos volumes na área urbana de Uberlândia-MG utilizando uma abordagem qualitativa e quantitativa através de procedimentos descritivos e exploratórios.

Este trabalho utilizou uma pesquisa aplicada na busca por minimizar o impacto do transporte urbano de cargas tanto no quesito urbanístico quanto ambiental, e dessa forma, os procedimentos exploratórios e descritivos foram adotados no intuito de investigar sobre os drones, suas características e seu uso como facilitador para o transporte urbano de cargas e assim, promover uma discussão e realizar levantamentos quantitativos e qualitativos sobre esse novo meio de transporte que pode ser mais ágil, seguro, eficiente e limpo energeticamente para a logística urbana de entregas de pequenos volumes.

Dessa forma, na tentativa de alcançarmos o objetivo geral definido neste trabalho, partiu-se da análise dos custos e emissões de CO<sub>2</sub> do principal veículo utilizado atualmente na cidade para a entrega de pequenos volumes que são as motocicletas. Os dados utilizados nessas análises foram obtidos por meio de pesquisas em revistas digitais, artigos científicos e sites especializados no tema.



Em seguida, utilizando-se dos dados obtidos nas revisões bibliográficas e sites especializados sobre o tema foi possível realizar essa mesma análise para os drones.

#### **4 ESTUDO DE CASO**

Para o estudo de caso desta pesquisa, considerou-se a aplicação em uma pequena empresa que presta serviços logísticos na cidade de Uberlândia em Minas Gerais, que conta com um plantel de apenas um motoboy para atender a seus clientes em um raio de até 15 km. Em questões de desempenho um motoboy faz entre 10 e 30 entregas por dia, a depender da demanda do dia. O regime de contratação considerado será o CLT com 8h diárias e 4h aos sábados.

Uberlândia é uma cidade que está localizada no Triângulo Mineiro e de acordo com o último censo do IBGE (2024) possui uma estimativa de 755 mil habitantes. Conhecida como a capital da logística, Uberlândia tem como uma característica relevante para o setor logístico a sua localização estratégica com relação aos principais mercados consumidores e dessa forma ocupa hoje a 1ª posição em quantidade de empresas do ramo logístico dentro de Minas Gerais e a 6ª posição em âmbito nacional como mostra a prefeitura municipal de Uberlândia (PMU, 2024). Outra característica da cidade refere-se a seu relevo de planalto, que facilita a instalação das empresas e promove seu desenvolvimento na prestação desse serviço.

Para este trabalho foi realizado uma pesquisa através de um estudo de caso utilizando uma abordagem qualitativa e quantitativa através de procedimentos descritivos e exploratórios.

Definiu-se o raio de atendimento de até 15 km com relação a localização da empresa pois é o raio de alcance do drone escolhido para a análise nesta pesquisa.

Será considerado como modelo padrão de motocicleta dos entregadores a Honda CG 150, pois este modelo está presente no mercado há 20 anos e o baú com capacidade de 2,7 Kg. Para esse modelo de motocicleta considerou-se o consumo de 30km/l, ou seja, a cada 30 quilômetros rodados, 1 litro de combustível é consumido, Diário do Nordeste (2013).

Imagem 2: Modelo de motocicleta Honda CG 150



Fonte: Honda (2024)

Para fins ambientais, temos como cálculo de emissão de carbono o seguinte cenário de acordo com material apresentado por De Campos (2012):

- Fator de emissão de CO<sub>2</sub> gasolina 80% de pureza (2,3KgCO<sub>2</sub>/L)

Para o cálculo dos custos relacionados as operações das entregas, será considerado o valor médio da gasolina no mês de fevereiro de 2025, sendo esses: R\$ 6,36/L de Gasolina.

Um bom modelo para ser utilizado neste estudo é o DJI Matrice 300 RTK, um drone que tem capacidade de 2,7 kg, uma autonomia média de 55 min de bateria a depender do peso da carga e distância da entrega e distância de controle de até 15 Km como mostra DJI (2023). Este modelo foi escolhido para a comparação pois tem uma capacidade de carga parecida com a de um baú de motocicleta, tem um alcance considerável e uma boa autonomia.

Em relação ao seu consumo energético, temos a partir dos dados seguintes o cálculo de energia e potência representados pelas equações 1 e 2 respectivamente:

- Capacidade média da bateria: 5.128 mAh
- Tensão média da bateria: 22,2 V

$$Energia = Potência (W) \times Tempo \quad (1)$$

$$Potência = Tensão (V) \times Corrente (A) \quad (2)$$

- A partir da equação 2 temos que a potência de um drone modelo DJI Matrice 300 RTK é igual a:  $(22,2 \cdot 5,128) \approx 113 \text{ W}$
- Considerando uma carga de 1h, o consumo de energia elétrica será de 113Wh ou 0,113 kWh.
- $300\text{km} \cdot 0,85 = 255\text{km}$

Para efeitos de cálculo considerou-se o valor médio do kWh na cidade de Uberlândia-MG no mês de fevereiro. Segundo a Cemig, concessionária que administra as redes elétricas de Minas Gerais, a bandeira tarifária no mês de fevereiro foi verde, sendo assim, o valor por kWh foi de R\$ 0,80, aproximadamente.

Imagem 3: Drone modelo DJI Matrice 300 RTK



Fonte: DJI (2023)

As considerações aqui definidas foram no intuito de realizar a comparação entre o serviço logístico de entrega de pequenos volumes por um motoboy versus um drone com relação ao custo da entrega e a emissão de CO<sub>2</sub>.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os dados apresentados anteriormente e que um motoboy realiza em média 20 entregas por dia, percorrendo 300km em 8 horas de trabalho diárias, tem-se então o cálculo a seguir que quantifica o combustível necessário para a quilometragem rodada diariamente:

$$\frac{300\text{km}}{30\text{km/l}} = 10 \text{ litros de gasolina} \quad (3)$$

e também quantifica a emissão de CO<sub>2</sub> de:

$$2,3\text{Kg CO}_2 \cdot 10\text{l} = 23\text{Kg CO}_2 \quad (4)$$





Supondo que o motoboy demore 2 minutos para ser atendido, verificar a identidade do cliente e retornar ao trabalho, temos o seguinte cálculo:

$$8h - (20 * 0,033h) = 7,33h \quad (5)$$

Sendo então possível calcular a velocidade média do motoboy a partir da equação a seguir:

$$v = \frac{d}{t} \quad (6)$$

$$v = \frac{300}{7,33} \cong 41km/h \quad (7)$$

Semanalmente o consumo será de 55 litros de combustível, pois temos 10 litros consumidos de segunda-feira a sexta-feira e 5 litros consumidos ao sábado devido a redução da jornada de trabalho para 4h, tendo uma emissão semanal estimada de CO<sub>2</sub> de 126,5Kg de CO<sub>2</sub>. Elevando as considerações a patamares mensais e posteriormente anuais temos:

- Em um mês a média de trabalho é de 22 dias ou 4 semanas, sendo assim, 220L de combustível com emissão de 506Kg de CO<sub>2</sub>
- Já em um ano a média de dias trabalhados é de aproximadamente 264 dias, consumindo assim 2.640L de combustível, o que resulta em aproximadamente 6.072 Kg de CO<sub>2</sub>.

Para a empresa considerada nesse estudo, os valores seriam os apresentados na Tabela 1:

Tabela 1: Emissão de CO<sub>2</sub> pelas entregas realizadas pelo motoboy da empresa

	Frequência	Consumo (Kg CO <sub>2</sub> )
Gasolina	Diária	23,00
Gasolina	Semanal	126,50
Gasolina	Mensal	506,00
Gasolina	Anual	6072,00

Fonte: Autor (2025)

Em contrapartida, os drones podem fazer tarefas logísticas com a emissão de CO<sub>2</sub> praticamente zerada levando em consideração que sua fonte de alimentação é uma energia limpa e renovável, ou seja, a energia elétrica produzida em sua maioria em nosso país por hidroelétricas.

Além da comparação ambiental, deve ser considerado também como critério de análise os gastos financeiros com combustível em cada um dos cenários. Sendo assim em relação as motocicletas e considerando os 300km percorridos por dia, temos os valores apresentados na Tabela 2:

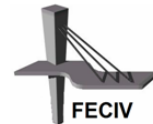


Tabela 2: Valores gastos com combustível para motocicleta

	Frequência	Consumo (L)	Valor
Gasolina	Diária	10,00	R\$ 63,60
Gasolina	Semanal	55,00	R\$ 349,80
Gasolina	Mensal	220,00	R\$ 1.399,20
Gasolina	Anual	2640,00	R\$ 16.790,40

Fonte: Autor (2025)

Considerando que o modelo analisado de drone desempenha a uma velocidade máxima de 23 m/s, uma velocidade máxima de descensão de 7 m/s ou 25,2 km/h e considerando ainda que há a ascensão e deslocamento, definiu-se uma velocidade média de 12 m/s ou 43,2 km/h e que serão feitas as mesmas 20 entregas por dia, para o mesmo percurso de 300 km.

Porém os drones tem a capacidade de seguir trajetos em linhas retas superando obstáculos e evitando limitações impostas pela infraestrutura viária. Em estudo realizado por Rodrigues (2017) observou-se que, em cinco trajetos analisados, a distância média percorrida por drones foi aproximadamente 17% menor do que a percorrida por motocicletas. Portanto deduziremos 15% da distância que fora considerada pelas motocicletas, consideraremos então 255 km percorridos diariamente, sendo assim temos novamente a equação 7 que nos auxilia a calcular a velocidade:

$$v = \frac{d}{t} \quad (7)$$

Manipulando então a equação 7, a fim de definir o tempo que o drone necessitara para realizar a mesma quantidade de entregas, temos o cálculo a seguir:

$$t = \frac{255}{42,5} = 6 \text{ horas} \quad (8)$$

Para os drones temos o seguinte cenário: considerando que a autonomia do drone é de aproximadamente 1 hora de voo e que se faz necessário 1 hora para o carregamento da bateria, foi considerado 6 cargas de 1h por dia, como apresentado na Tabela 3.

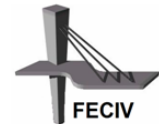


Tabela 3: Valores gastos com energia para o drone

	Frequência	Consumo (kWh)	Valor
Energia Elétrica	Diária	0,68	R\$ 0,54
Energia Elétrica	Semanal	3,73	R\$ 2,98
Energia Elétrica	Mensal	14,92	R\$ 11,93
Energia Elétrica	Anual	178,99	R\$ 143,19

Fonte: Autor (2025)

Além desses custos, é importante considerar na comparação, os custos de aquisição dos veículos, manutenção, seguros, impostos e a mão de obra para a operação de cada um.

Começando com a motocicleta, o valor de mercado atualmente de uma CG 150 é de R\$ 19.520,00 como mostra HONDA (2025). Além disso a fabricante também recomenda que as manutenções ocorram a cada 6 meses, considerando que o valor da manutenção pode variar a dependendo das avarias sofridas pelo veículo durante sua utilização consideraremos o valor de R\$ 400,00 por manutenção.

O seguro também é um custo variável que depende de alguns fatores, como, por exemplo: perfil do condutor (idade, tempo de habilitação, histórico...), localização onde o veículo trafega, valor do veículo e os tipos de cobertura. Por isso, como base de cálculo será considerado um valor médio de R\$ 700,00/ano de seguro.

Já para os impostos conforme apresentado pela SEF/MG (2025), o cálculo do valor médio segue a fórmula apresentada a seguir:

$$IPVA = \text{Valor do veículo} * \text{Alíquota do estado}$$

Sendo assim, temos os seguintes dados para o cálculo: R\$ 19.520 de valor do veículo e 2% de alíquota para motocicletas no estado de Minas Gerais, como apresenta o SEF/MG (2025).

Logo, o valor de imposto da motocicleta em questão é de:  $IPVA = 19.520 * 0,02 = R\$ 390,40/\text{ano}$ .

Por fim, para o cálculo do valor da mão de obra é preciso considerar alguns encargos além do valor propriamente dito que será pago para o motoboy. Para esse cálculo, segundo a



Consolidação das Leis do Trabalho (BRASIL, 1943) se faz necessário considerar os seguintes encargos:

- Previdência (INSS) – aproximadamente 20%
- FGTS (Fundo de Garantia) – em média 8%
- 13º Salário
- Férias + 1/3

Considerando o salário médio de R\$2.000,00, temos o seguinte valor como encargo trabalhista desse funcionário:

$$R\$2000,00 \times 0,2 = R\$400,00 \text{ (INSS)}$$

$$R\$2000,00 \times 0,08 = R\$ 160,00 \text{ (FGTS)}$$

$$(R\$2000,00 \times \text{meses trabalhados}) / 12 = R\$2.000,00 + \text{encargos} = R\$2.560,00$$

$$\begin{aligned} \text{Férias} &= R\$2.000,00 + 1/3 = R\$2.000,00 + R\$666,67 = R\$ 2.666,67 \text{ (Férias} + 1/3) + \text{encargos sendo} \\ R\$2.666,67 \times 0,2 &= R\$ 533,33 \text{ (INSS Férias)} \text{ e } R\$ 2.666,67 \times 0,08 = R\$ 213,33 \text{ (FGTS Férias),} \\ \text{logo Férias} + \text{INSS} + \text{FGTS} &= R\$2.666,67 + R\$533,33 + R\$213,33 = R\$ 3.413,33 \end{aligned}$$

Portanto, o custo mensal de um motoboy é de aproximadamente: R\$ 2.560,00

Logo em 1 ano de operação a empresa terá de custo de salário e encargos o valor de:

$$(R\$ 2.560,00 \times 12) + R\$ 2.560 \text{ (13º salário)} + R\$ 3.413,33 \text{ férias} = R\$ 36.693,33$$

Tendo, então, ao final do ano os valores apresentados na Tabela 4, como custo de operação.

Tabela 4: Custo de operação anual de motocicleta

Combustível (gasolina)	R\$ 16.790,40
Aquisição Veículo	R\$ 19.520,00
Salário+Encargos	R\$ 36.693,33
Seguro	R\$ 700,00
Imposto	R\$ 390,40
Manutenção	R\$ 800,00
Total anual	R\$ 74.894,13

Fonte: Autor (2025)

Em contrapartida, quando falamos dos valores a respeito do drone, temos os seguintes valores: Para aquisição a empresa necessitará desembolsar uma média de R\$45.000,00, sua manutenção pode ser preventiva ou corretiva. A manutenção corretiva ocorre apenas em casos em que o veículo sofre algum acidente ou avaria, então será desconsiderada nesse cenário, já a preventiva varia de acordo com alguns fatores, como, por exemplo, utilização, frequência e idade do veículo. Diante disso será considerado que sua manutenção preventiva ocorrerá a cada 6 meses



ou 400 horas de voo, na manutenção preventiva é realizado limpeza, lubrificação, calibração e troca de componentes sensíveis segundo Drone Visual (2023). O valor irá variar de acordo com a necessidade de substituição de peças, mas para cálculo será considerado um valor médio de manutenção de R\$ 500,00.

Assim, o drone realiza na média de 6 horas de voo/dia, o que corresponde em um ano a 1584 horas. Logo serão necessárias cerca de 4 manutenções preventivas no ano.

O valor do seguro, assim como da motocicleta, varia de acordo com algumas informações, como modelo do drone, cobertura de manutenção e utilização. Adotaremos o valor de R\$ 580,00/ano conforme Lex Corretora de Seguros (2025). Com relação aos impostos no cenário atual não é cobrado imposto como o IPVA para drones.

Para o cálculo de salário e encargos dos operadores dos drones, as bases de cálculo serão as mesmas dos motoboys: salário, INSS, FGTS, 13º salário e férias+1/3. Por se tratar de uma profissão relativamente nova, não existem muitos registros de valores médios pagos para pilotos de drones, ainda mais considerando suas diversas formas de utilização. Tem-se apenas registro da faixa salarial no setor agro de R\$ 3.000,00 á R\$ 10.000,00, no entanto, para a logística a faixa salarial deve ficar um pouco abaixo, tendo em vista que o setor do agronegócio movimenta uma quantia bilionária anualmente. Sendo assim, será considerado para cálculo o valor mensal de R\$ 3.500,00 de salário, considerando o fato de necessitar de uma mão de obra especializada e treinada para áreas urbanas onde há com frequência obstáculos verticais, como árvores, prédios, rede elétrica e de comunicação.

Considerando o salário médio de R\$3.500,00, temos o seguinte valor como encargo trabalhista desse funcionário:

$$R\$3.500,00 \times 0,2 = R\$700,00 \text{ (INSS)}$$

$$R\$3.500,00 \times 0,08 = R\$ 280,00 \text{ (FGTS)}$$

$$(R\$3.500,00 \times \text{meses trabalhados}) / 12 = R\$3.500,00 + \text{encargos} = R\$ 4.480,00 \text{ (13º Salário)}$$

$$R\$3.500,00 + 1/3 = R\$3.500,00 + R\$1.166,67 = R\$4.666,67 \text{ (Férias+1/3)} + \text{encargos sendo } R\$ 4.666,67 \times 0,2 = R\$ 933,33 \text{ (INSS Férias)} \text{ e } R\$ 4.666,67 \times 0,08 = R\$ 373,33 \text{ (FGTS Férias)}, \text{ logo}$$
$$\text{Férias+INSS+FGTS} = R\$4.666,67 + R\$933,33 + R\$373,33 = R\$ 5.973,33$$

Portanto, o custo mensal de um operador de drone é de aproximadamente: R\$ 4.480,00 enquanto no ano esse valor se transforma em: R\$ 64.213,33

Ao final do ano a operação por meio de drones, terá um custo equivalente aos valores apresentados na Tabela 5:



Tabela 5: Custo de operação Drone

Combustível (energia)	R\$ 143,19
Aquisição Veículo	R\$ 45.000,00
Salário+Encargos	R\$ 64.213,33
Seguro	R\$ 580,00
Imposto	R\$ 0,00
Manutenção	R\$ 2.000,00
Total anual	R\$ 111.936,52

Fonte: Autor (2025)

Os cenários apresentados têm números impactantes por si só, no entanto, para uma análise mais consistente, será considerado também um espaço amostral com 10 anos de operação das empresas supracitadas, a fim de uma análise extrapolada dos cálculos, pois considerando a vida útil de uma motocicleta que é de 150.000 km rodados e a vida útil do drone que é de 3 anos de uso, faz-se necessária essa análise extrapolada para uma melhor compreensão dos cenários. Levando em consideração o cenário apresentado, onde a motocicleta roda 300 km por dia, temos como resultado de um ano de operações:  $264 \text{ dias} * 300 \text{ km/dia} = 79.200 \text{ km/ano}$ , ou seja, a motocicleta deverá ser trocada para uma operação de qualidade, nos seguintes anos: ano 3, ano 5, ano 7 e ano 9, totalizando 4 trocas durante o período analisado, em contrapartida, o drone tem sua vida útil de 3 anos, sendo necessário então sua troca nos seguintes anos de operação: ano 4, ano 7 e ano 10. Os demais custos se mantem os mesmos durante a comparação.

Tabela 6: Custos anuais de operação em ano de aquisição de motocicleta e drone

Combustível (gasolina)	R\$ 16.790,40
Aquisição Veículo	R\$ 19.520,00
Salário+Encargos	R\$ 36.693,33
Seguro	R\$ 700,00
Imposto	R\$ 390,40
Manutenção	R\$ 800,00
Total anual	R\$ 74.894,13

Combustível (energia)	R\$ 143,19
Aquisição Veículo	R\$ 45.000,00
Salário+Encargos	R\$ 64.213,33
Seguro	R\$ 580,00
Imposto	R\$ 0,00
Manutenção	R\$ 2.000,00
Total anual	R\$ 111.936,52

Fonte: Autor (2025)



Tabela 7: Custos de operação em ano que não tenha aquisição de motocicleta e drone

Combustível (gasolina)	R\$ 16.790,40	Combustível (energia)	R\$ 143,19
Salário+Encargos	R\$ 36.693,33	Salário+Encargos	R\$ 64.213,33
Seguro	R\$ 700,00	Seguro	R\$ 580,00
Imposto	R\$ 390,40	Imposto	R\$ 0,00
Manutenção	R\$ 800,00	Manutenção	R\$ 2.000,00
Total anual	R\$ 55.374,13	Total anual	R\$ 66.936,52

Fonte: Autor (2025)

Tabela 8: Custos totais de operação com motocicleta e drone em 10 anos

	Custo de operação		Custo de operação
Ano 1	R\$ 111.936,52	Ano 1	R\$ 74.894,13
Ano 2	R\$ 66.936,52	Ano 2	R\$ 55.374,13
Ano 3	R\$ 66.936,52	Ano 3	R\$ 74.894,13
Ano 4	R\$ 111.936,52	Ano 4	R\$ 55.374,13
Ano 5	R\$ 66.936,52	Ano 5	R\$ 74.894,13
Ano 6	R\$ 66.936,52	Ano 6	R\$ 55.374,13
Ano 7	R\$ 111.936,52	Ano 7	R\$ 74.894,13
Ano 8	R\$ 66.936,52	Ano 8	R\$ 55.374,13
Ano 9	R\$ 66.936,52	Ano 9	R\$ 74.894,13
Ano 10	R\$ 111.936,52	Ano 10	R\$ 55.374,13
Total	R\$ 849.365,20	Total	R\$ 651.341,30

Fonte: Autor (2025)

Ao analisar os cenários apresentados fica evidente os pontos positivos dos drones em relação ao uso de motocicletas, pois tem-se uma emissão de CO<sub>2</sub> incomparavelmente menor, um custo com combustível cerca de 0,08% em relação ao que gastam as motocicletas e uma mobilidade muito maior. Em contrapartida, os drones tem um alcance limitado para entregas, tem um custo de aproximadamente 230% do valor de aquisição das motocicletas e a necessidade de mão de obra especializada para sua operação que custa cerca de 75% a mais do que a dos motoboys, o que justifica no final seu custo de operação mais elevado.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelos custos obtidos anteriormente verifica-se que em uma análise apenas considerando o aspecto financeiro o cenário favorável é o cenário de uso de motocicletas. Porém considerando a importância sobre a necessidade de redução de emissão de CO<sub>2</sub> e de redução de acidentes no trânsito o cenário de utilização de drones apresenta-se como uma realidade para o investimento das empresas, considerando principalmente uma parceria com a gestão pública em forma de



incentivos fiscais tanto na aquisição dos drones quanto na operação dos serviços logísticos em determinado período.

Após analisar os cenários apresentados, pode-se concluir que este trabalho se divide em duas vertentes, primeiro ficando evidente que a maioria dos drones ainda não tem capacidade e tecnologia para substituir as motocicletas na logística urbana nas cidades de porte médio e grande, pois com um raio de 15 km em média, podemos dizer que eles atendem apenas a pequenas parcelas dessas cidades.

Em contrapartida quando olhamos por outras perspectivas, os drones se apresentam como uma substituição interessante e inteligente se consideradas empresas que atuem nos segmentos de entregas de pequenos volumes, onde a carga tem um peso menor, facilitando e aumentando a autonomia do drone. Verifica-se que outra situação positiva para os drones é quanto ao acesso a áreas mais complexas e ou localidades com alta densidade de trânsito onde tem-se congestionamentos frequentes.

Pode-se destacar que os drones são meios de transportes logísticos que podem substituir motocicletas, principalmente nas cidades de pequeno porte e em atividades de entregas logísticas de documentos e ou produtos de pequeno porte.

Sugere-se para estudos e análises futuras, quanto aos desafios e como superá-los para tornar a implementação da utilização de drones na entrega de pequenos volumes uma realidade no Brasil.

Nos custos operacionais o que impactou diretamente foi a mão de obra, pois, se trata de uma mão de obra mais qualificada e então tem custo elevado, seria possível analisar a opção de adquirir 2 drones para que enquanto um é carregado o outro esteja em operação, a fim de aumentar a quantidade de entregas possíveis com a mesma mão de obra. Essa é uma alternativa de consideração que pode tornar o uso de drones ainda mais atrativo financeiramente falando. Outro fator a ser considerado a respeito da implementação de drones é quanto a segurança da entrega, pois o drone é um objeto frágil e facilmente alvejável podendo ter a encomenda roubada a depender da localidade de entrega. Na China e Estados Unidos houve a adoção de cabines delivery onde o drone entra pela parte superior e o dono do pacote precisa digitar um código na cabine para confirmar que o pacote pertence a ele e então ter acesso a sua encomenda. Um exemplo dessas cabines pode ser visto na imagem da Figura 3.



Imagem 4: Cabine para depósito de encomenda entregue por drone



Fonte: Época negócios (2025)

Outra sugestão é a utilização de pátios de empresas ou o interior de condomínios como bases para entregas particulares, visto que assim as encomendas estariam protegidas ao serem entregues. Além disso, com a maior utilização dos drones, uma regulamentação seria necessária para dispor os direitos e deveres do prestador de serviço para com o cliente, ademais seria necessário regulamentar o espaço aéreo que os drones trafegariam assegurando que eles voassem de maneira segura afim de que possíveis acidentes fossem evitados.

Este estudo teve como foco central a análise de custos, sem ser comparado os ganhos com o serviço logístico prestado. Os resultados alcançados dentro do cenário proposto e com as considerações mencionadas pode ter seus valores alterados ao considerar situações com características diferentes.

.

## REFERÊNCIAS

HONDA. Honda CG 150: a revolução radical. publicado em: março 2021. Disponível em: <<https://www.honda.com.br/motos/blog/honda-cg-150-revolucao-radical>> Acesso em: [23/03/2025]

Manual de especificações de drone modelo DJI Matrice 300 de DJI ENTERPRISE. Disponível em: <<https://www.guandalinibr.com/wp-content/uploads/2023/07/Matrice-300-Especificacoes-DJI.pdf>> Acesso em: [03/03/2025]

De Paula, João Cleber; Gentil, Célio. *A inserção de drones na logística urbana*. Repositório da faculdade Doctum. Disponível em: <[https://dspace.doctum.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/3573/Jo%20Cleber%20de%20Paula\\_Prod.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.doctum.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/3573/Jo%20Cleber%20de%20Paula_Prod.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> Acesso em: [07/11/2024]

Li, Mei Zhen. Shenzhen, hub da economia de baixa altitude da China, explora novas aplicações para drones, São Paulo, jul/2024. Disponível em:



<<https://exame.com/mundo/shenzhen-hub-da-economia-de-baixa-altitude-da-china-explora-novas-aplicacoes-para-drones/>> Acesso em: [07/11/2024]

De Campos, Érica Ferraz. *Projeto Avaliação de Ciclo de Vida Simplificada para Blocos de Concreto*. 3º Simpósio de Construção Sustentável, agosto/2012. Disponível em: <[https://www.cbcs.org.br/userfiles/download/ACV-s\\_CBSC-ABCP\\_EricaCampos.pdf](https://www.cbcs.org.br/userfiles/download/ACV-s_CBSC-ABCP_EricaCampos.pdf)> Acesso em: [04/11/2024]

De Jesus, Cleriston Soares. *Implementação da tecnologia de drones na distribuição de pequenas mercadorias no Brasil*. XI Fateclog, maio/2021. Disponível em: <<https://fateclog.com.br/anais/2021/197-194-1-RV.pdf>> Acesso em: [04/11/2024]

*Honda titan 150 CG é a eleita na categoria moto, junho/2013*. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/projetos/auto/honda-titan-150-cg-e-a-eleita-na-categoria-moto-1.331477>> Acesso em: [12/02/2025]

Singh, R., & Kumar, S. (2025). A Comprehensive Insights into Drones: History, Classification, Architecture, Navigation, Applications, Challenges, and Future Trends. arXiv. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2501.10066> > Acesso em: [01/05/2025]

DJI. *Matrice 300 RTK – Specs*. 2023. Disponível em: <https://www.dji.com/br/matrice-300/specs>. Acesso em: [04/01/2025]

DUARTE, M. P. Breve estudo sobre o transporte de encomendas expressas no e-commerce. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina. Disponível em: <https://facet.ufvjm.edu.br/wp-content/uploads/decom-tcc/2019/Marlon%20Paranhos%20Duarte.pdf>. Acesso em: [25/04/2025]

RODRIGUES, E. S. *Veículo aéreo não tripulado: uma alternativa ao transporte*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: [https://www.ltc.coppe.ufrj.br/src/uploads/2020/05/dissertacao-vant-\\_elder-soares-rodrigues.pdf](https://www.ltc.coppe.ufrj.br/src/uploads/2020/05/dissertacao-vant-_elder-soares-rodrigues.pdf). Acesso em: [25/04/2025]

DRONE VISUAL. *O que é uma manutenção preventiva para o drone?* 2023. Disponível em: <https://www.dronevisual.com/post/o-que-uma-manutencao-preventiva-para-o-drone>. Acesso em: [25/04/2025]

GLOBO RURAL. Venda de drones agrícolas cresce 24,1% no Brasil em 2024. Globo Rural, 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/globo-rural/noticia/2024/05/03/venda-de-drones-agricolas-cresce-241percent-no-brasil-em-2024.ghtml>. Acesso em: [20/03/2025]

VEJA. Brasil gastou R\$ 940 bilhões com transporte em 2024. *Revista Veja*, 2025. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/economia/brasil-gastou-r-940-bilhoes-com-transporte-em-2024>. Acesso em: [20/03/2025]

FUNDAÇÃO DOM CABRAL. *Custos logísticos no Brasil*. Belo Horizonte: FDC, 2017.



ECOIA UOL. Setor de transportes é responsável por 23% das emissões globais de CO<sub>2</sub>. *ECOIA UOL*, 2024. Disponível em: <https://www.uol.com.br/ecoia/noticias/redacao/2024/xx/xx/setor-de-transportes-e-responsavel-por-23-das-emissoes-de-co2.htm>. Acesso em: [26/03/2025]

BRASIL. Ministério da Saúde. *Indicadores de saúde e segurança no trabalho – 2023*. Brasília: Ministério da Saúde, 2023.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. *Custos dos acidentes de trânsito no Brasil: estimativa simplificada com base na atualização das pesquisas do Ipea sobre custos de acidentes nos aglomerados urbanos e rodovias*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2020. (Texto para Discussão, n. 2565). Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/atlasviolencia/artigo/112/custos-dos-acidentes-de-trnsito-no-brasil-estimativa-simplificada-com-base-na-atualizacao-das-pesquisas-do-ipea-sobre-custos-de-acidentes-nos-aglomerados-urbanos-e-rodovias>. Acesso em: [02/05/2025]

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. *Uberlândia avança como hub logístico do Brasil central ao ser a 1ª em Minas e a 6ª do País em quantidade de empresas de transporte interestadual e internacional*. 2024. Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br/2024/05/31/uberlandia-avanca-como-hub-logistico-do-brasil-central-ao-ser-a-1a-minas-e-a-6a-do-pais-em-quantidade-de-empresas-de-transporte-interestadual-e-internacional/>. Acesso em: [02/05/2025]

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Fazenda. *Como se calcula o IPVA*. Disponível em: <https://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/impostos/ipva/calculo.html>. Acesso em: [26/04/2025]

BRASIL. *Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943*. Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho. Diário Oficial da União: seção 1, Rio de Janeiro, 9 ago. 1943. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del5452.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452.htm). Acesso em: [04/05/2025]

LEX CORRETORA DE SEGUROS. Valor médio de seguro para drones em 2025. *Lex Corretora de Seguros*, 2025. Disponível em: <https://www.lexcorretora.com.br/seguros/drones>. Acesso em: [01/05/2025]

ROLFINI, Fabiana. Robôs humanoides e drones: como a 'IA incorporada' está transformando a vida na China. *Época Negócios*, 21 abr. 2025. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/inteligencia-artificial/noticia/2025/04/robos-humanoides-e-drones-como-a-ia-incorporada-esta-transformando-a-vida-na-china.ghtml>. Acesso em: [26/04/2025]



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

