



## APLICABILIDADE DO DRONE AUTÔNOMO NA REALIZAÇÃO DO INVENTÁRIO<sup>1</sup>

**Moises Aparecido dos Santos** | moises.santos12@fatec.sp.gov.br | FATEC

**Raphaela Martins Mendonça** | raphaela.mendonca@fatec.sp.gov.br | FATEC

**Yuri Andrew de Melo** | yuri.melo3@fatec.sp.gov.br | FATEC

**Nanci de Oliveira** | nanci.oliveira@fatec.sp.gov.br | FATEC

**Rubens Barreto da Silva** | rbarreto@fatec.sp.gov.br | FATEC

### RESUMO

O inventário de caixas fechadas nas empresas de autopeças do estado de São Paulo, atualmente, é realizado manualmente com o auxílio de um coletor de dados. Este processo é executado em aproximadamente 32 horas. Esse trabalho consiste em analisar a utilização de um drone autônomo no processo, com o objetivo de demonstrar a economia e o ganho operacional, que pode ser administrado com o uso do equipamento (Drone) e das ferramentas tecnológicas (RFID, coletores de dados e SAP). Foram feitas comparações entre o trabalho manual, através das horas utilizadas, a mão-de-obra, horas extras com os encargos trabalhistas e a utilização do drone para a operação do inventário. Com a implantação do drone autônomo, além de utilizar menos colaboradores, houve uma redução nos custos de aproximadamente 43% em comparação com o realizado de forma física.

**Palavras-chave:** Drone autônomo; inventário; RFID.

### ABSTRACT

The inventory of closed boxes at auto parts companies in the state of São Paulo is currently carried out manually with the aid of a data collector. This process runs in approximately 32 hours. This work consists of analyzing the use of an autonomous drone in the process, with the objective of demonstrating the economy and operational gain, which can be managed with the use of equipment (Drone) and technological tools (Rfid, data collectors and SAP). Comparisons were made between manual work, through the hours used, labor, overtime with labor charges and the use of the drone for the operation of the inventory. With the deployment of the autonomous drone, in addition to using fewer employees, there was a reduction in costs of approximately 43% compared to doing it physically.

**Keywords:** Autonomous drone; inventory; RFID.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos e conforme a humanidade avançou, novos problemas surgiram e, para solucioná-los, a tecnologia sempre foi a grande aliada. Atualmente, os objetivos das organizações estão voltados para avanços tecnológicos e robotizados. (Cavalcanti, 2015 apud LEE e LEE, 2020)

As constantes divergências no estoque físico e no sistêmico, evidenciam que somente o inventário anual não é eficiente o suficiente para manter uma alta acuracidade dentro das empresas. Sendo assim, torna-se imprescindível a implementação do inventário cíclico para reduzir os impactos negativos pela falta de controle. (CARDIM et al., 2020)

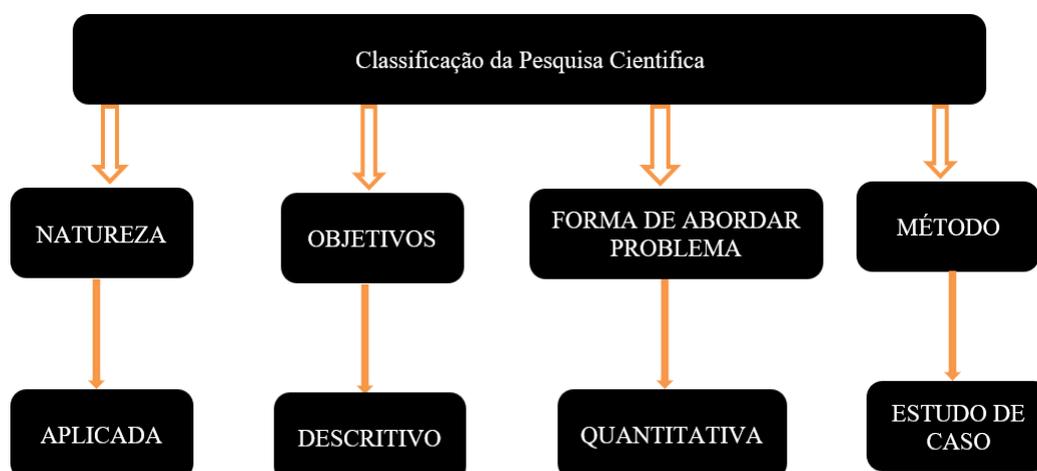
De acordo com Novillo (2018), a realização de um inventário de um armazém é uma operação tediosa feita manualmente, mesmo sendo utilizado leitores de códigos para registro das embalagens. Por esta razão, uma automatização com drone pode aumentar a sua eficiência e eliminar eventuais erros humanos para a realização dos inventários. Drones controlados de forma autônoma é a melhor solução para registrar pacotes localizados em áreas de grande altitude e de difícil acesso.

## 2. EMBASAMENTO TEÓRICO

Os métodos científicos são constituídos por etapas e instrumentos que guiam o projeto com critérios de caráter científico que apoiem sua teoria inicial, conforme Ciribelle (2003 apud PRAÇA, 2015, p. 74).

A Figura 1 exibe as classificações abordadas para a produção desta pesquisa científica.

**Figura 1 |** Quadro da Classificação da Pesquisa Científica



Fonte: Autores do Projeto (2022)

A natureza escolhida do estudo foi a aplicada, pois segundo Nascimento (2016) a pesquisa aplicada é dedicada à geração de conhecimento para solução de problemas específicos, é dirigida à busca da melhor origem para determinada aplicação prática em situação isolada. Pode ser chamada também de proposição de planos, pois busca apresentar soluções para determinadas questões organizacionais.

A pesquisa aplicada se envolve no projeto, pois com a aplicação do drone na realização do inventario, é possível analisar a resolução de problemas que ocorrem na atividade.

O objetivo determinado foi o descritivo, por seguinte Medeiros (2003) na pesquisa descritiva realiza-se o estudo, o registro e a interpretação dos fatos do mundo físico com a possível isenção do pesquisador. Com isso o objetivo descritivo é observar e registrar os fenômenos ou sistemas técnicos. Desse modo o objetivo descritivo se alinha com o tema, pela comparação dos fenômenos realizados fisicamente e com o drone, gerando dados para a tomar a melhor decisão sobre qual tipo de inventario realizar.

A abordagem é quantitativa. Tem cunho investigativo, com base na quantificação dos dados. Por meio de recursos estatísticos visa medir os dados e transformá-los em informações que, podem ser apresentados por meio de gráficos, tabelas ou textos (KNECHTEL, 2014)

O estudo de caso, conforme Yin (2001), é uma investigação que preserva as características totais do evento a ser analisado, como os processos, os ciclos, as mudanças e as relações. O estudo busca verificar o processo do inventário sendo realizados por um drone autônomo em um armazém de uma empresa do setor de autopeças.

O Objetivo deste trabalho é comparar um inventário sendo feito manualmente, utilizando coletores de códigos de barras, empilhadeiras e mão de obra, e um inventario realizado por drone com reconhecimento de códigos pelo sistema RFID (*Radio Frequency Identification* – identificação por radiofrequência) em uma empresa de autopeças.

Para isso, foi relacionado os objetivos específicos.

- Adaptação com um drone autônomo utilizando um software de leitura RFID para o inventário dos componentes e produtos armazenados no Galpão da Empresa.
- Propor uma comparação entre os dados do Inventário realizado de forma manual e com a utilização do drone, e assim verificar os custos economizados com a implantação desta tecnologia.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 ESTUDO DE CASO

Atualmente, a empresa tomada como estudo de caso pertence ao ramo automotivo e é formada por 15 plantas na América do Sul. Para esse estudo, a planta em foco para análise possui três armazéns, sendo que o estoque escolhido para realizar a coleta dos dados é o maior entre eles, localiza-se na cidade de Caçapava-SP.

Devido ao intenso volume de movimentações de materiais na empresa, por possuir um atendimento Just In Time para seus clientes, a necessidade do controle dos itens é essencial para obter um melhor gerenciamento do estoque, mantendo o nível de segurança, mas não excedendo muito para facilitar o controle e o valor agregado do armazém ser o mais baixo possível. Visando isso, é necessário a realização de inventários, normalmente realizados anualmente com divisões ao decorrer do ano, administrando o estoque com maior acuracidade possível.

#### 3.2 ANÁLISE E PROJETO

O processo técnico proposto é a leitura dos códigos de barras que realizará o registro no sistema *Systemanalysis Programmentwicklung* (SAP) de todas as caixas fechadas de um armazém da empresa em estudo. Assim, o colaborador responsável faz a análise dos dados coletados e torna possível tomar decisões mais precisas em um menor tempo.

O desenvolvimento da tecnologia *Radio Frequency Identification* (RFID) foi necessário para que a atividade descrita acima ocorra. Esse estágio necessita de investimento para automatizar o armazém de modo que fosse possível definir padronizações na coleta de informações. Testes foram realizados a fim de validar se todas as caixas eram rastreadas e identificadas corretamente pelo sistema RFID.

#### 3.3 FUNDAMENTO

O estudo foi realizado pela alta rotatividade de materiais no estoque da empresa (aproximadamente 1800 unidades de produto acabado por dia), o que faz indispensável uma excelente eficiência no controle dos materiais, sendo normalmente feitos por meio de inventários. O inventário demanda um número cerca de 38 colaboradores e 32 horas para ser realizado. No caso desta empresa, a própria realiza 9 inventários anualmente, para obter o controle de seus materiais.

### **3.3.1 DEFINIÇÕES INVENTÁRIO MANUAL DE CAIXAS FECHADAS.**

As dimensões do armazém analisado são de 180 x 90 metros, com 22 metros de altura. A área útil do estoque é de 44,8 x 30 metros com 12 metros de altura, sendo dividido em 6 ruas com 8 porta pallets com uma distância aproximada de 3 metros entre os porta pallets. Esse portede estoque demanda 38 pessoas com turnos de 8 horas durante dois dias, aproximadamente 32 horas de mão de obra para a realização do inventário manualmente.

Além da mão de obra, são necessários equipamentos para a movimentação das caixas como empilhadeiras e equipamentos que realizem a elevação dos colaboradores como as plataformas elevatórias para que possam fazer as anotações das caixas. Com a finalização do processo, obtém-se uma média de 92,7% de acuracidade do estoque, isso significa que no totalde 2520 caixas, somente os valores de 2.336 caixas são compatíveis com o que está registrado no sistema, obtendo uma diferença de 184 produtos.

#### **3.3.1.1 PROCESSO DE INVENTÁRIO REALIZADO MANUALMENTE**

O processo pode ser realizado de duas formas, com uma empilhadeira ou com uma plataforma elevatória. Quando utilizado a empilhadeira, o operador desce as caixas do porta pallet até o chão e o operador logístico toma nota das informações da caixa lacrada. Quando realizado pela plataforma elevatória, o operador logístico sobe até as caixas no porta pallet e coleta as informações necessárias.

Finalizado a contagem, as informações são enviadas para digitação e conferência do analista financeiro que, posteriormente, lança os dados no sistema da empresa. Os dados passam por uma validação e se algum erro for encontrado, como números trocados, caligrafia ilegível ou falta de preenchimento que não dê exatidão no processo e variação dos dados, os operadores retornam para realizar uma segunda contagem para que o erro seja localizado e corrigido. Os dados passam por uma segunda análise e se validados, é encerrado o inventário.

### **3.3.2 ATIVIDADES PARA IMPLEMENTAÇÃO DO DRONE**

Para entender como funciona o inventário com drone autônomo é necessário ter conhecimento de como é feito a sua implementação (dos drones).

Atividade de suma importância é a inserção de etiquetas RFID em cada caixa fechada do

estoque. As etiquetas têm um chip que contém as informações sobre a caixa, como localização, código do produto, quantidade, data que entrou no armazém e afins. Os pallets possuem um *Quick Response Code* (QR Code) para que o drone se oriente. As etiquetas apresentam um valor investimento, todavia são reutilizáveis o que faz ser viável a consumo delas.

### 3.3.3 DEFINIÇÕES INVENTÁRIO COM DRONE AUTÔNOMO DE CAIXAS FECHADAS

Feito a preparação das caixas e dos pallets, o próximo passo é a integração do drone. A empresa estudada escolheu o drone DJI MAVIC 2 ZOOM para desempenhar as atividades. Os motivos da escolha desse modelo e marca se devem ao custo-benefício e resistência da bateria (cerca de 40 a 50 minutos). Apesar de vir equipado com uma câmera de alta qualidade (1080p), é necessário implantar leitor de códigos de barras/ QR Code para realizar as interações entre as etiquetas e códigos com o sistema da empresa.

Para o drone ler de forma autônoma todas as etiquetas nas caixas é necessário a implementação de sistema de programação e armazenamento de dados para realizar a integração entre os dados coletados pelos drones com o sistema utilizado pela empresa. Assim, é possível planejar e acompanhar do início até o fim do inventário. Caso ocorra algum erro durante o processo, o sistema identifica e notifica o colaborador responsável que consegue analisar e corrigir o problema.

Um grande desafio nesse modelo de inventário é a referente a bateria do drone, por se limitar a no máximo 30 a 35 minutos de uso intenso. Para que o processo seja verdadeiramente autônomo, não pode haver a interferência de nenhum colaborador durante todo o andamento do inventário, nem mesmo para trocar a bateria do drone. Visando solucionar esse problema, foi desenvolvido uma estação de carregamento por indução que possui um chip RFID de modo que, o drone quando estiver com o nível de bateria baixa (cerca de 5% a 10%) consiga se direcionar para a base de carregamento. É indicado não carregar a bateria completamente, então, quando a carga estiver entre 95% e 98% o drone retorna para onde parou no inventário e dá continuidade até ser necessário carregar novamente e todo o processo se repetir. Nesse modelo, o processo ao todo dura em média 5 horas.

### 3.3.3.1 PROCESSO DE INVENTÁRIO UTILIZANDO O DRONE AUTÔNOMO

O processo inicia com o Drone sendo direcionado pelas etiquetas RFID, assim o equipamento coleta os dados dos produtos lacrados nos porta- paletes e os envia no Sistema para conferência do Analista Logístico, que realiza a verificação dos dados. Caso não ocorra erros, o inventário dos produtos é finalizado, quando ocorre falhas, o Analista Logístico comunica o Operador Logístico, que verifica o erro utilizando o Drone para averiguar a divergência, feita a correção, o inventário está finalizado.

Para demonstrar a comparação entre os dois processos, o inventário manual e o automatizado, dois fluxogramas (Figuras 2 e 3) esquematizam as diferenças dos processos.

A Figura 2 apresenta o fluxograma de Processos do Inventário sendo realizado manualmente.

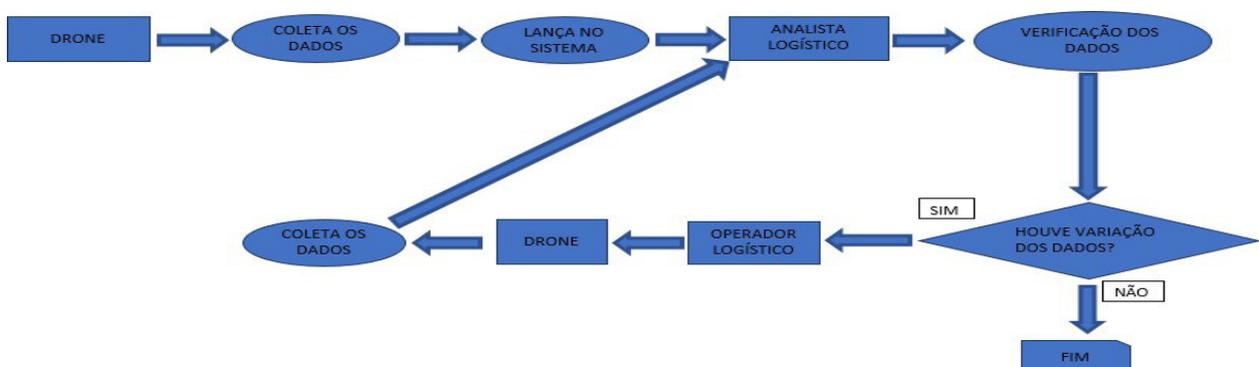
**Figura 2 | Fluxograma de Processos do Inventário sendo realizado manualmente**



Fonte: Autores do Projeto (2022)

A Figura 3 apresenta o fluxograma de Processos do Inventário sendo realizado com o drone autônomo.

**Figura 3 | Fluxograma de Processos do Inventário sendo realizado com o drone autônomo.**



Fonte: Autores do projeto (2022)

### 3.4 ANÁLISE DE CUSTOS

Para enfatizar o inventário realizado com drone autônomo, foram elaboradas algumas tabelas para demonstrar a diferença dos custos em ambos os modelos. Esta análise torna-se relevante porque é possível validar a utilidade dos drones autônomos nos inventários.

#### 3.4.1 DADOS DOS CUSTOS DO INVENTÁRIO MANUAL

Para o inventário manual o tempo útil é de dois dias e necessita ser feito aos finais de semana para que não tenha parada e prejudique a linha de produção, gerando custos adicionais à empresa.

Segue a Tabela 1 referente aos colaboradores necessários e o custo pago pela empresa nesse inventário.

**Tabela 1 | Custos Inventário Físico (por evento)**

Custos	Custo por hora	Valor do equipamento	Outros Custos	Quantidades	horas	Total
Operador Logísticos	R\$ 34,14	-	-	20	16	R\$ 10.924,80
Operador de Produção	R\$ 35,99	-	-	10	16	R\$ 5.758,40
Analista Logístico	R\$ 51,73	-	-	6	16	R\$ 4.966,08
Analista Financeiro	R\$ 51,76	-	-	2	16	R\$ 1.656,32
Refeição	-	-	R\$ 30,00	76	-	R\$ 2.280,00
Aluguel Empilhadeira	-	R\$ 3.750,00	-	2	-	R\$ 7.500,00
Plataforma elevatória	-	R\$ 651,42	-	1	-	R\$ 651,42
Total Geral						R\$ 33.737,02

Fonte: Autores do projeto (2022)

#### 3.4.2 DADOS DOS CUSTOS DO PRIMEIRO INVENTÁRIO COM O DRONE AUTÔNOMO

O primeiro inventário com drone é o de maior custo para a empresa, pois nesta conta consideramos a somatória de todos os investimentos necessários para a implementação dos drones autônomos, segue abaixo Tabela 2.

**Tabela 2 | Custos do 1º inventário com o Drone Autônomo**

Custos	Valor	Horas Trabalhadas	Quantidade	Total
Drone	R\$ 14.630,00	-	1	R\$ 14.630,00
Manutenção do Drone	R\$ 1.070,00	-	1	R\$ 1.070,00
Etiquetas RFID	R\$ 26,00	-	2520	R\$ 65.520,00
Analista de Logística	R\$ 30,76	4	1	R\$ 123,04
Operador Logístico	R\$ 34,14	4	1	R\$ 136,56
Total Geral				R\$ 81.479,60

Fonte: Autores do projeto (2022)

### 3.4.2.1 DADOS DOS CUSTOS A PARTIR DO SEGUNDO INVENTÁRIO

A partir do segundo Inventário o valor total destes custos ficam muito mais abaixo do que no primeiro inventário, pois foi preciso realizar a compra do Drone e das Etiquetas RFID no primeiro Inventário, que podem ser utilizados nos próximos inventários sem gerar mais custos para a empresa, como pode ser visualizado na Tabela 3.

**Tabela 3 | Custos do 2º inventário com o Drone Autônomo**

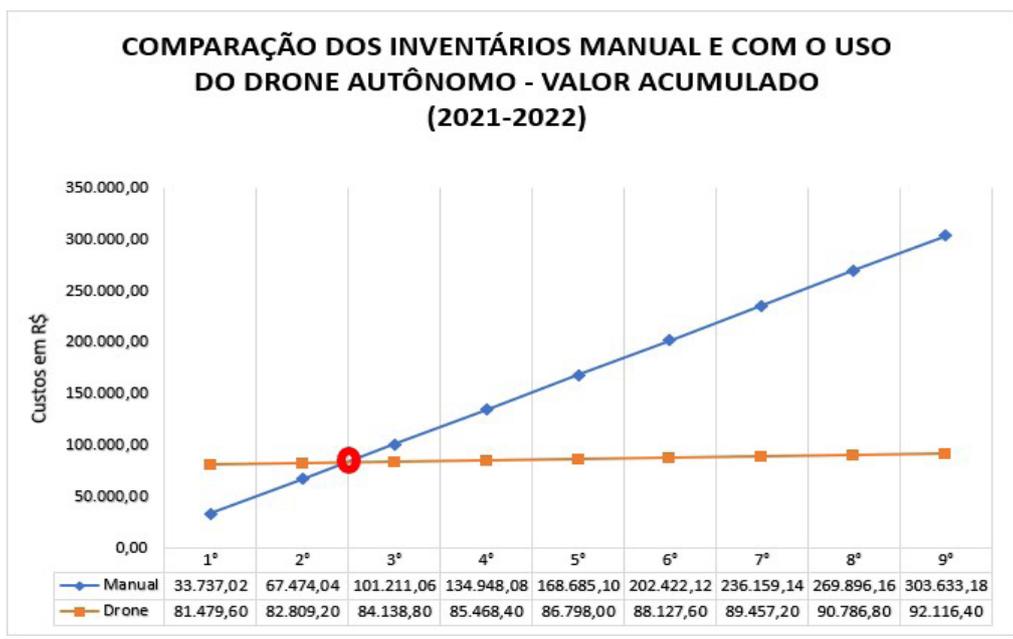
Custos	Valor	Horas Trabalhadas	Quantidade	Total
Drone	R\$ -	-	-	R\$ -
Manutenção do Drone	R\$ 1.070,00	-	1	R\$ 1.070,00
Etiquetas RFID	R\$ 26,00	-	-	R\$ -
Analista de Logística	R\$ 30,76	4	1	R\$ 123,04
Operador Logístico	R\$ 34,14	4	1	R\$ 136,56
			<b>Total Geral</b>	<b>R\$ 1.329,60</b>

Fonte: Autores do projeto (2022)

A partir do segundo inventário com drone autônomo só é gerado o custo da manutenção do aparelho e os valores a serem pagos com os encargos dos colaboradores e somando estes itens o total é de R \$1.329,60.

Com os valores de cada inventário, manual e autônomo, é possível fazer o comparativo utilizando um gráfico de linha (Figura 4), colocando os valores dos nove inventários ao decorrer dos 12 meses, neste caso, analisados de junho de 2021 a junho de 2022.

**Figura 4 | Inventário Físico vs Inventário com drone autônomo (custo acumulado)**



Fonte: Autores do projeto (2022)

No primeiro inventário pode-se observar um custo mais elevado com drone autônomo, devido a compra do drone e das etiquetas RFID, que possuem um valor de R\$ 80.150,00 e agregando aos outros valores descritos na Tabela 2 se chega ao total R\$ 81.479,60. Porém analisando os custos da tabela 3, no primeiro inventário realizado manualmente se obtém um valor de R\$33.737,02.

Contudo a partir do segundo inventário é possível observar uma queda nos custos, obtendo um resultado de R\$ 1.329,60 por inventário realizado com o drone autônomo, já no inventário realizado de forma manual os valores se mantêm na média de, R\$ 33.737,02 ao mês.

Figura 4 é possível analisar a partir de qual inventário se começou a obter economia com o Drone Autônomo em relação ao feito manualmente.

Do segundo até o nono Inventário é nítido ver que com o Drone Autônomo a redução dos custos se manteve nos R\$ 1.329,60 e no somatório o valor foi de R\$ 92.116,40, porém o Inventário realizado de forma manual os gastos se mantiveram R\$ 33.737,02 do primeiro até o nono chegando a um total de R\$ 303.633,18, a diferença entre as duas operações é de R\$ 211.516,78. O Drone autônomo mostrou ter os custos de 30% em relação ao valor final do inventário efetuado de forma manual.

Com o investimento na compra do drone e das etiquetas RFID o custo no primeiro inventário ficou elevado comparado com o Manualmente, mas como o ponto vermelho no gráfico acima demonstra, no terceiro evento pode-se verificar a diferença na estabilidade dos custos na comparação das suas formas de realizar o inventário, onde com o drone autônomo o valor se manteve estável e o manual obteve um custo no primeiro menor, mas a partir do terceiro até o nono inventário o valor foi superior.

A Figura 5, demonstra as comparações dos dados referente aos dois modelos de inventário, tais como nível de acuracidade, custo total, total de colaboradores utilizados, total de caixas fechadas inventariadas e a média de horas trabalhadas em cada inventário

Figura 5 | Inventário Físico vs Inventário com drone autônomo



Fonte: Autores do Projeto (2022)

De acordo com a Figura 5, é possível verificar que o inventário de caixas fechadas realizado com o drone autônomo, possui uma maior acuracidade (99,9%), com uma economia de aproximadamente R\$ 211.516,78, pois teve uma redução da mão de obra e horas trabalhadas.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, o objetivo era analisar e demonstrar a economia e o ganho operacional na utilização de um drone autônomo, no processo de inventário em um armazém de uma empresa. Verificou-se que a empresa pode obter uma economia média de R\$ 211.516,70 e ter uma acuracidade no inventário de aproximadamente 99,9%.

O inventário sendo feito com o drone, além de ter uma economia nos meses analisados, também se obteve mais acurácia no estoque e a empresa não precisaria escalar uma demanda de colaboradores em um final de semana, onde eles poderão aproveitar mais este tempo livre para suas atividades pessoais visando o bem-estar do colaborador e começar a próxima semana descansadas, assim mantendo a produtividade exercida durante a semana.

Pode-se concluir que esta pesquisa atingiu o objetivo proposto, que era o de analisar e demonstrar a economia e o ganho operacional na utilização de um drone autônomo, no processo de inventário em um armazém de uma empresa.

Além disso, mostrou que, mesmo a empresa pesquisada tendo iniciado o processo de uso de drone autônomo em inventário há pouco tempo, os custos foram reduzidos de maneira bastante significativa após a segunda aplicação do modelo. É possível ainda considerar que não há limites para novas pesquisas em empresas com armazéns maiores, e que elas podem remodelar suas operações com auxílio de novas tecnologias, tendo potencial de reduzir seus custos.

## REFERÊNCIAS

CARDIM, Elias; GUEDES, Eduardo; ALVES, Alessandro. **Supply chain: Gestão de inventário cíclico segmento Health System. FEPEMIG**, [s. l.], p. 2, 3 nov. 2020. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/1520/1/Elias%20Alvares%20Cardim.pdf>. Acesso em: 17 set. 2022. 20h50

CAVALCANTI, Heloíse da Silva, apud LEE e LEE. **Uma breve análise sobre a evolução da logística**. 2020. 10 p. Conclusão de curso. FATEC Carapicuíba – São Paulo, Carapicuíba, 2020.

KNECHTEL, Maria do Rosário. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Editora Praxis Educativa. Ponta Grossa – Paraná, 2014.

MEDEIROS, João Bosco. **Redação científica**. 5.ed. São Paulo: Atlas, p.263-265. 2003. NASCIMENTO, Francisco Paulo do. **Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática – como elaborar TCC. Thesaurus**, Brasília- DF, 2016.

NOVILLO, Irene España. **Sistema de inventariado para drones usando visión artificial**. 2018. Trabalho de graduação – Escuela técnica superior de ingeniería (ICAI) Grado em ingeniería telemática, Madri, 2018

PRAÇA, Fabíola Silva Garcia. **Metodologia da pesquisa científica: Organização estrutural e os desafios para redigir o trabalho de conclusão. Diálogos Acadêmicos**. Ribeirão Preto, p. 72-87, 2015.

YIN, ROBERT K. **Estudo de Caso, Planejamento e Métodos**; 2° edição, Editora Bookman. Porto Alegre – Rio Grande do Sul, 2001.

“O conteúdo expresso no trabalho é de inteira responsabilidade do(s) autor(es).”