

A dark blue vertical bar on the left side of the page. A blue arrow points to the right from the bar, containing the date.

31-10-2023

MyCarrier

Projeto I&D 21.01

Logistics Warehousing Drones

Several thin, curved lines in shades of blue and grey originate from the bottom left corner and sweep upwards and to the right.

Objetivos e Resultados

Sistema de Incentivos Fiscais à Investigação e Desenvolvimento

Promotor:
MyCarrier, S.A.

Conteúdo

1. OBJETIVOS E RESULTADOS	2
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Contexto industrial e/ou empresarial do projeto	2
1.1.3. Motivação científica e tecnológica para o desenvolvimento proposto	4
1.1.3. Objetivos técnico-científicos do projeto	5
1.2. Descrição das atividades de I&D	6
1.2.1. Estado da arte no domínio técnico-científico relativo ao objeto a investigar e desenvolver	6
1.2.2. Incerteza científica/tecnológica que o projeto procurou resolver	8
1.2.3. Trabalho sistemático e metodologia desenvolvidos pela equipa de trabalho	9
1.2.4 Justificar em que medida as soluções encontradas não poderiam ser desenvolvidas por alguém que tenha conhecimentos e competências nos domínios técnicos da área em questão e que conheça as técnicas que é comum serem utilizadas no setor	12
1.3. Resultados	14
1.3.1. Resultados obtidos no período de referência	14
1.3.2. Análise crítica dos desvios, face aos objetivos e eventuais necessidades futuras	16
1.3.3. Conclusões do projeto	18

1. OBJETIVOS E RESULTADOS

1.1. Objetivos

1.1.1. Contexto industrial e/ou empresarial do projeto

MyCarrier Logistics Solutions

Fundada em 1980, a MyCarrier rapidamente marcou posição no mercado, sendo hoje reconhecida como um parceiro logístico global com capacidade de integração de uma vasta gama de serviços de transporte e logística, oferecendo ao mercado uma solução *One Stop Shop*.

Com cobertura mundial e apoiados por uma rede de parceiros globais, movimenta mercadoria entre mais de 220 países e territórios por terra, mar e ar. Para além de Portugal, está diretamente presente em Angola, Moçambique, Cabo Verde, Brasil, África do Sul, México e Zâmbia.

A MyCarrier oferece no mercado soluções *One Stop Shop* ajustadas às necessidades de cada indústria.

Em 2022, a MyCarrier registou um volume de negócios global de 217 M€, com 8,6 milhões de envios e mais de mil toneladas de carga transportada, servindo 23 mil clientes. Estando presente em 8 países (Portugal, Angola, Moçambique, Cabo Verde, Brasil, México, África do Sul e Zâmbia), possui 2.300 colaboradores e 386,5 mil m2 de área logística.

A MyCarrier Invest é a Holding do Grupo MyCarrier, gerindo a propriedade intelectual, os sistemas informáticos e os processos de negócio do Grupo. Trabalham na MyCarrier Invest 130 profissionais que geram os processos e sistemas de negócio.

A MyCarrier é detentora de vários sistemas e licenças informáticas adquiridos a empresas terceiros que são necessárias ao desenvolvimento dos negócios das várias empresas do Grupo. As ferramentas principais são o TMS (Sistema de Gestão de Trânsitos), o GCom (sistema de gestão expresso doméstico e internacional), o Genero (sistema de gestão de despachos aduaneiros), o portal MY MyCarrier (que oferece ferramentas de geolocalização de encomendas aos clientes e permite simular a cotação dos serviços), o SAP (sistema de gestão administrativa e financeira), o Meta 4 (sistema de gestão de recursos humanos, formação e avaliação de competências).

A MyCarrier Invest é assim a unidade de suporte à atividade de todo o Grupo, servindo as empresas em Portugal (18 empresas) em Angola (2 empresas), Moçambique (1 empresa), Cabo Verde (1 empresa), Brasil (1 empresa), África do Sul (2 empresas), Zâmbia (1 empresa), Tanzânia (1 empresa), México (1 empresa) e Zâmbia (1 empresa).

Destaca-se o papel do departamento de sistemas de informação (com um total de 14 pessoas) como elemento central no suporte tecnológico a toda a estratégia e esforços de inovação do Grupo.

MyCarrier Distribuição e Logística

Projeto 21.01 – Logistic Warehousing Drones

A MyCarrier Distribuição e Logística (MDL) é a unidade do Grupo MyCarrier responsável pela área da logística contratual. Sendo a maior unidade do grupo com mais de dois mil colaboradores, integra uma experiência diversificada que permite a implementação de uma grande amplitude de serviços e soluções integradas para a Cadeia de Abastecimento.

A MDL inclui e apresenta soluções para e-Commerce, Produção, Armazenagem, Farmacêutica e Cuidados de Saúde, Materiais de Marketing, Economato, Vinhos e Eletrônica de Consumo, onde coloca todo o seu know-how, respeitando as especificidades de cada indústria. Desenvolve soluções adaptadas a cada setor de atividade, otimizando os processos logísticos dos seus clientes.



Figure 1 - Segmento Alvo

A sua atividade desenvolve-se em torno de 2 principais produtos: projetos de outsourcing, que incluem um conjunto de ferramentas, competências e especializações para a prestação de serviços logísticos a empresas que desenvolvem negócios em qualquer setor de atividade. Estando aqui incluídas, fruto da tendência crescente de consumo pelo canal B2C, soluções completas e integradas com motor de vendas online, gestão de marketing digital, serviços financeiros e ainda serviços de Customer Care multilingue; e projetos inhouse onde se incluem um conjunto de serviços logísticos prestados diretamente nas unidades de produção industrial, ou instalações dedicadas a um único cliente particular. Dentre as muitas responsabilidades relacionadas aos fluxos de materiais físicos, pode-se adicionar o planeamento do abastecimento para responder à produção de vários depósitos e/ou previsões de abastecimento com base num cenário de vários fornecedores.

Esta unidade de logística e armazenagem contratual combina nos seus modelos operacionais as novas tendências tecnológicas e a capacidade de melhoria contínua dos processos de uma forma integrada e sequencial, por forma a melhorar a experiência dos seus clientes e o valor gerado pelos seus processos operacionais.

A essência em logística está nos serviços de armazenagem que incluem a receção dos produtos dos clientes, a sua armazenagem para posterior expedição e entrega ao cliente final. Esta logística requer um bom nível de integração e processos estáveis por forma a gerar valor. Estes definem os modelos operacionais e a MDL encontra os processos mais eficientes, que propiciem ganhos de produtividade e utilizem todas as sinergias de uma infraestrutura de recursos, partilhada ou dedicada.

Através dos sistemas de informação e tecnologias, assegura-se um enfoque no cliente com vista a implementar os seus conceitos de negócio, e assim, melhorar a sua vantagem competitiva.

- Capacidade e eficiência
- Rapidez na implementação
- Visibilidade da operação e sistemas de informação
- Tarifas competitivas e contratos ajustados às necessidades dos clientes

Estas características orientam o desenvolvimento da MyCarrier e a sua busca constante pela Inovação e traduzem-se no projeto global “*Digital Warehouse*”. Este projeto desenvolve-se agregando um conjunto de outros projetos que procuram, através da inovação disruptiva, trazer às atividades de armazém maior eficiência, maior capacidade de resposta a picos e volumes, maior produtividade e otimização dos recursos operacionais.

1.1.3. Motivação científica e tecnológica para o desenvolvimento proposto

Unidade de Negócio Automotive

O presente projeto de I&D insere-se no âmbito do segmento Inhouse dirigido à Indústria automóvel, onde a MyCarrier tem alocados perto de 1000 colaboradores, em laboração contínua num serviço de logística integrada, sendo este o maior contrato de logística vigente em Portugal.

O cluster Automóvel tem uma grande importância na economia portuguesa, onde a produção de componentes para exportação é o fator mais representativo desta indústria.

Este setor de atividade é constituído por um extenso portefólio e volumes de produção variáveis. Na MyCarrier são bem conhecidos os desafios desta indústria, trabalhando com importantes intervenientes do setor e prestando um serviço de logística integrada e personalizado, cumprindo os mais elevados padrões de qualidade.

A MyCarrier tem neste âmbito um contrato com a Toyota de 3 anos (mais 2 adicionais se pretendido por ambas as partes), no qual é o principal parceiro logístico a partir de um armazém de 21.000 m² e uma área adicional de 16.000 m² de logística interna. É responsável por descargas de camiões, armazenamento, picking, abastecimento à sequência à linha, recolha e limpeza de vazios, armazenamento e shipping de forma a devolver as embalagens vazias aos fornecedores.

A transformação digital dos armazéns - movida pela segurança, benefícios de custo e receita – está em forte aceleração em todo o mundo.

Tecnologias como IoT, IA e drones estão a aumentar o valor dos negócios já criado pela adoção de RFID, robots e capacidades de análise de informação em tempo real. Os UAVs (drones) começaram a desempenhar um papel central na inteligência da automação de operações de armazém - dada a sua capacidade de voar e pairar de forma autónoma, transportar cargas úteis, evitar obstáculos, navegar em espaços fechados e pousar com precisão, operar em frotas e ser usado remotamente. Os benefícios comerciais dos drones são significativos e imediatos devido ao baixo CapEx e investimentos em infraestrutura, acesso a hardware já comoditizado e soluções baseadas em SaaS para operações de armazém. A conectividade em nuvem de drones, combinado

Projeto 21.01 – Logistic Warehousing Drones

com integração baseada em APIs, torna mais fácil aos sistemas de gestão de armazém existentes integrar frotas de drones autónomos em fluxos de trabalho.

Recursos tecnológicos como painéis personalizados, controlo remoto via telepresença sobre 4G/5G, gravação de vídeo de alta qualidade são chave para perceber o valor em aplicações de armazém, como reconciliação e verificação de inventários, segurança e vigilância, procura e reconhecimento, etc. Os players pioneiros nos conceitos Warehouse 4.0 já fizeram projetos “proof of concept” em vários casos de uso. Atualmente, estão a ser executados programas-piloto que envolvem missões repetíveis de frotas de drones – construindo assim um conjunto mais amplo de *business cases* que amadurecem em projetos integrados de utilização de drones em toda a Supply Chain.

Segurança na operação

A escolha dos drones é muito importante para a segurança do armazém; drones com peso elevado e com tecnologias proprietárias só podem ser operados com segurança em áreas restritas; já drones pequenos e leves (com protetores de hélices) podem ser usadas na proximidade humana. Os drones podem ser programados com mecanismos de *fallback*, como subir automaticamente a uma altura definida, “voltar para casa” ou contornar obstáculos para garantir a segurança do trabalhador. Equipado com sirenes, lanternas e outros dispositivos de alerta, os drones podem não só alertar os trabalhadores de sua presença, mas também aumentar a eficiência de evacuação do armazém em caso de incêndio ou outras emergências.

Do ponto de vista empresarial, os dados desempenham um papel central na transformação digital dos armazéns. A grande quantidade de dados quase em tempo real que chegam de drones passa a ser integrada nos sistemas de informação existentes e na gestão dos fluxos de trabalho. Esses dados de alto volume podem ser analisados usando IA para fornecer novos *insights* para uma melhor tomada de decisão relacionada com gestão de inventários, capacidade de resposta às necessidades da Supply Chain, segurança e proteção.

É neste contexto que a MyCarrier decidiu incorporar no seu *road map* de I&D o desenvolvimento e endogeneização de novos conhecimentos que servirão de base à incorporação da tecnologia de utilização de drones na logística de armazenagem.

1.1.3. Objetivos técnico-científicos do projeto

O projeto tem como principais objetivos técnico-científicos colocar a MyCarrier numa posição de liderança de mercado no desenvolvimento da tecnologia de automação de integridade *indoor* / inventário, através da utilização de drones. Mais especificamente, pretende-se que o drone a desenvolver se diferencie através da sua capacidade de leitura de etiquetas de códigos de barras, independentemente da falta de homogeneização de etiquetas nos armazéns.

O drone é um equipamento eficiente em altura, uma vez que a sua deslocação é muito mais ágil e rápida do que um operador que se desloque numa máquina para que lhe permita realizar a verificação do material em altura.

Projeto 21.01 – Logistic Warehousing Drones

Apesar do drone ser principalmente utilizado em altura, terá também que ser similarmente eficiente quando utilizado ao nível do solo, uma vez que para realizar um inventário completo de um armazém, seja em estanteria ou em armazenamento em massa, existirá sempre a necessidade de ler o nível do chão, e assim sendo é também importante desenvolver um equipamento que possa ser colocado no drone de modo a realizar a leitura de inventários em etiquetas próximas do chão.

a) Inventário realizado manualmente

O fator humano e a utilização de equipamentos mecânicos para realização de inventários criam a possibilidade de erros, acidentes/incidentes e problemas associados à ocupação e distribuição de tarefas dos operadores, podendo ainda ser afetados por absentismo e tempos mais elevados tendo em conta a distribuição de embalagens pelo armazém.

Inventários realizados através de Checklists impressas aumentam exponencialmente o risco de erro no cruzamento do inventário real com o inventário espectável. A utilização de equipamentos mecânicos para a realização de inventários aumenta também o risco de acidentes, fazendo com que a verificação de embalagens em altura seja mais demorada uma vez que a deslocação dos equipamentos tem de ser lenta de modo a garantir a segurança dos intervenientes.

b) Realização de inventário através de drones

A utilização de drones para a realização de inventários está enquadrada com a visão da MyCarrier, procurando constante a melhoria contínua e do desenvolvimento de processos operacionais de modo a atingir a otimização dos mesmos, potenciando as vantagens da inovação tecnológica.

Assim, através do recurso às mais modernas tecnologias *state of the art* disponíveis, considerando a possibilidade de programação de equipamentos aeronáuticos não tripulados (drones) de pequenas dimensões, incorporando leitor scan, câmaras e outro tipo de sensores, pretende-se estudar, especificar, desenvolver e testar um processo de leitura de etiquetas e verificação física das embalagens, na tentativa de eliminar a possibilidade de erro humano.

1.2. Descrição das atividades de I&D**1.2.1. Estado da arte no domínio técnico-científico relativo ao objeto a investigar e desenvolver**

Embora o mercado seja hoje em dia, salvo algumas exceções como a DJI, constituído por pequenas empresas com drones civis, existem expectativas que continue a evoluir no sentido do desenvolvimento das aplicações comerciais e industriais, o que atrai o interesse de grandes investidores industriais e do sector da defesa (Weissbach & Tebbe, 2016). Embora o mercado civil dos drones conte com a presença de grandes empresas do sector aeroespacial como a Boeing, a Lockheed Martin ou a Northrop Grumman, estas têm uma influência pouco significativa, sendo o mercado dominado por empresas fabricantes de pequenos drones, orientados para o sector recreativo e comercial (Canis, 2015). No entanto, apesar do elevado investimento e aquisições neste mercado, as restrições ao nível regulatório, que limitam a atividade comercial e industrial dos drones, continuam a afastar algumas das potenciais empresas interessadas (Weissbach & Tebbe, 2016).

Segundo Ros (2017), um grupo de cientistas do MIT tendo como objetivo facilitar o trabalho efetuado nos armazéns, desenvolveu tecnologia de utilização de drones nos mesmos. Nesse projeto, os drones funcionam de forma autônoma, sendo bastante pequenos em tamanho e trabalhando a uma distância segura dos operadores. Eles têm a capacidade de realizar o scan de códigos RFID a uma distância considerável. Os drones localizam o pedido graças ao sinal emitido pelo RFID, podendo além de localizar o pedido, transmitir as informações deste.

Conforme demonstrado no Logistics Trend Radar¹ (Figura 9), publicado pela DHL Trend Research, a robótica e automação, análises baseadas em Big Data, Inteligência Artificial, Sensores IoT ou tecnologia wireless de próxima geração terão um papel fundamental no futuro das Supply Chain. A tecnologia de drones considerada no presente projeto de I&D está claramente enquadrada entre aquelas identificadas como chave no futuro imediato, dentro das grandes expectativas de mudança do setor logístico no período até 2030.



Figura 9 - Logistics Trend Radar

O presente projeto de I&D insere-se num contexto tecnológico ainda pouco consolidado / testado. Efetivamente, existe elevada procura de soluções e um rápido desenvolvimento tecnológico na utilização de drones a nível profissional (quer nas áreas do marketing, quer na logística). No entanto, o desenvolvimento tecnológico deste tipo de equipamento é principalmente orientado para drones em utilização no exterior.

Uma vez que a grande maioria dos drones, principalmente se forem drones profissionais, têm incorporados em si sistemas de geolocalização e identificação do seu posicionamento através de GPS, ficam constantemente limitados quando o sinal de GPS é perdido e perdem a possibilidade de referênciação e consequente movimentação do equipamento.

¹ <https://www.dhl.com/global-en/home/insights-and-innovation/insights/logistics-trend-radar.html>

As rotas de deslocação, programação de rota de voo e, no caso em questão, realização de inventário, são maioritariamente em contexto exterior, de modo que, através do sistema de localização GPS seja possível controlar o seu movimento, o quanto terá de se deslocar para cada eixo de modo a garantir que o trajeto e o seu posicionamento é controlado milimetricamente.

Existem empresas que, apesar de terem soluções de drones autónomos a realizar inventários em ambiente indoor, têm algumas desvantagens, nomeadamente o custo de implementação bastante elevado, mas também a dificuldade de leitura num armazém com características pouco homogêneas. Isto é, são drones principalmente configurados para realizar rotas pré-definidas tendo em conta a dimensão das estantes, embalagens e posicionamento das etiquetas. No entanto, num armazém onde as embalagens têm diversas dimensões, a posição das etiquetas não é a mesma em todas as embalagens, e assim sendo deixa de ser uma operação com implementação linear e direta.

As soluções existentes na tecnologia disponível mostraram ser de implementação direta para operações com armazenamento simples e homogêneo.

A utilização de drones em ambientes interiores bloqueia de imediato o sinal da antena GPS, e nesse sentido existo diretamente um problema incontornável com a sua orientação. Assim sendo, existe a necessidade de desativar a utilização da antena GPS e realizar a programação do drone, de modo a realizar um voo automático sem a utilização da antena de controlo de posição. Com isto, torna-se necessário desenvolver um equipamento de raiz, parametrizar o espaço a ser inventariado e colocar no equipamento todo o tipo de sensores necessários para que seja possível para o drone saber em tempo real a sua localização e com isso movimentar-se segundo o desenho pré-carregado no seu software e realizar a picagem de todos os códigos de barras presentes no percurso definido antes de iniciar o voo.

Em síntese, após a realização dos benchmarkings de soluções tecnológicas disponíveis no mercado e sua aplicação, foi possível verificar que a realização de inventário através de utilização de drones apesar de ser já realizada, tem várias condicionantes. Isto é, existem já várias empresas que utilizam este tipo de equipamento para realizar voos de inventário, mas ou utilizam drones em modo manual (modo em que o utilizador tem controlo total sobre todos os movimentos realizados pelo drone e realiza a picagem de códigos de barras através do comando que tem nas mãos, ainda com muitas limitações), ou em modo automático através de uma antena GPS que ajuda a que o drone tenha perceção da sua localização e saiba a área que tem de ler, com diversos equipamentos de anti-colisão, assim como softwares de segurança.

1.2.2. Incerteza científica/tecnológica que o projeto procurou resolver

Ao contrário das soluções tecnológicas já disponíveis (ver ponto anterior), o pretendido no presente projeto é a investigação e desenvolvimento de um drone que realize voo em modo automático e tenha capacidade de realizar leitura/inventário ao stock existente, dentro de um armazém onde não é possível geolocalização (não existe possibilidade de movimentação e localização através de antena GPS). Pretende-se também evitar a utilização de frequências em circuito aberto, de modo a não existir interferência com os sinais de espectro dentro de armazém, o que originaria o risco de entrar em colisão com os equipamentos de I.T. utilizados pelos operadores, comprometendo o correto funcionamento da operação (exemplo: HHTs).

Projeto 21.01 – Logistic Warehousing Drones

Partindo da dificuldade em encontrar no mercado um equipamento com tecnologia ready made que satisfizesse as necessidades específicas acima explicitadas, foi decidido iniciar um projeto de I&D dum novo drone que cumprisse os requisitos pretendidos e que pudesse ser utilizado e adaptado tendo em conta as necessidades que podem existir em diferentes armazéns, com diferentes dimensões, embalagens e etiquetas.

Em síntese, são as condicionantes específicas acima referidas e a respetiva rutura com o estado da arte da tecnologia já disponível no mercado que constituem as incertezas científico-tecnológicas que o projeto procura resolver.

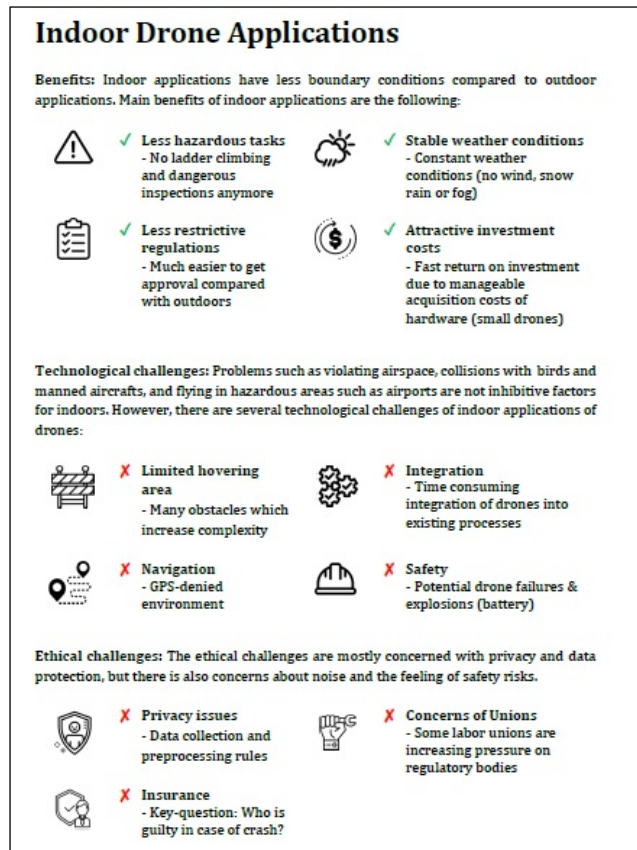


Figura 10 - Indoor Applications drone²

1.2.3. Trabalho sistemático e metodologia desenvolvidos pela equipa de trabalho

Durante o período de referência foi realizado um árduo trabalho de especificação, estudo e desenvolvimento de ferramentas de software e integração / adaptação de tecnologias de hardware / sensorização, de modo ser possível cumprir os requisitos inerentes à utilização do drone em armazéns pouco homogéneos.

Etapa I. Estudos Preliminares / Benchmark Tecnológico / Especificação de Requisitos

² [Applications of drones in warehouse operations \(ethz.ch\)](https://ethz.ch)

Projeto 21.01 – Logistic Warehousing Drones

Antes de iniciar o projeto e durante o desenvolvimento do mesmo foram realizadas reuniões com diferentes empresas de modo a perceber quais as ofertas existentes no mercado, que tipos de drone estavam a ser utilizados e quais os valores praticados neste tipo de projetos. Uma vez que o projeto era focado na aplicação de drones na realização de inventário, o foco de estudo foi também esse. Após algumas reuniões e contactos com fornecedores de serviços de utilização de drones *indoor*, foi possível verificar que os custos que a MyCarrier teria neste âmbito seriam bastante elevados para o que tinha sido inicialmente programado, uma vez que as empresas que têm este tipo de equipamentos operacionais são pioneiras e nesse sentido têm um maior controlo sobre o mercado. Em relação aos equipamentos e tipos de processo utilizados foram encontradas diversas abordagens, entre elas o inventário por RFID, que não é possível ser utilizado uma vez que o RFID não é utilizado nos armazéns onde serão utilizados os drones, inventários com drone em modo manual (modo onde o piloto tem interferência e controlo sobre o drone durante todo o processo), utilização de drones em modo automático, mas não preparados para a realização de inventários em armazéns pouco homogêneos.

Foi perceptível que teria que se optar pelo caminho da investigação e desenvolvimento duma nova solução, uma vez que não foi encontrada nenhuma solução no mercado que correspondesse ao que era desejado. Efetivamente, os problemas de desempenho de drones autónomos que necessitam de embalagens com labels com os mesmos códigos (sem capacidade de filtrar); drones que utilizam câmara para realizar a leitura perdendo assim eficácia na interpretação de dados e os custos elevados de utilização de soluções mais avançadas no mercado conduziram à conclusão que só com o desenvolvimento duma nossa solução seria possível dar resposta aos requisitos operacionais específicos da operação.

Etapa II. Solução Inicial - Especificação, Desenvolvimento e Teste de Protótipo 1

Foi inicialmente estudado e desenvolvido um drone (protótipo) com a incorporação de duas câmaras com sensores na parte frontal e traseira, de modo a garantir um maior grau de segurança do mesmo. O drone incorpora também um sensor de leitura de código de barras com tecnologia HereLink, de modo a comunicar com a estação de receção de informação que estará conectada a um tablet. Este drone incorpora também um controlador A3 utilizado para processar toda a informação de voo e através do qual é possível programar o drone para circuitos pré-definidos, filtros de códigos de barras e é pretendido o desenvolvimento de contagem de caixas através de dimensão das mesmas, assim como o estado físico através da utilização da câmara. O intuito é utilizar o software de IA (Inteligência Artificial), que seja capaz de fazer esta interpretação através das dimensões das embalagens.

Este drone (protótipo 1) utiliza baterias de LiPo, sendo que de momento trabalha com baterias de 8.000 mAh e de 11.000 mAh. Contudo, está a ser desenvolvida, já em 2022, a possibilidade de inserir uma bateria de 17.000 mAh de forma a aumentar a autonomia do mesmo, uma vez que o drone tem capacidade de suportar um pouco mais peso, tendo sempre em consideração que o peso do drone influenciará a sua autonomia.



Figura 11 - Drone protótipo 1

Etapa III. Solução Avançada - Especificação, Desenvolvimento e Teste de Protótipo 2

Depois de uma primeira etapa de investigação e desenvolvimento do Protótipo 2 anteriormente descrita, foi desenvolvido e testado um segundo drone em fibra (Protótipo 2), introduzindo uma melhoria substancial na aparência e aumentando também o nível de segurança do drone. Foi desenvolvida uma estrutura em volta das hélices para que, em caso de colisão, seja reduzido o risco de danos em material e/ou operadores que por algum motivo não respeitem as regras de segurança durante a operação.

Após esta fase, foram iniciados estudos e desenvolvimentos adicionais, permitindo a incorporação de um altímetro de modo a garantir que o drone tenha dois sensores de altura e que a sua posição seja mais precisa, sendo este elemento fundamental para o desenvolvimento da automatização do equipamento. Para que o drone possa realizar um voo seguro e programado, terá sempre de se deslocar vertical e lateralmente segundo os padrões definidos, e para isso precisa que a localização que transmite ao seu computador de bordo seja sempre precisa. Qualquer desvio nesta informação levará a que o drone desvie a sua rota e no final do voo de inventário não esteja colocado na localização em que seria suposto, correndo o risco de falha de leitura, abandono do local de voo definido ou incidente.

Foi ainda testada a colocação de um condensador de modo a reduzir picos de corrente que pudessem afetar a conexão entre o drone e o comando de controlo remoto. Os picos de corrente mostraram acontecer principalmente em baterias com maior amperagem.

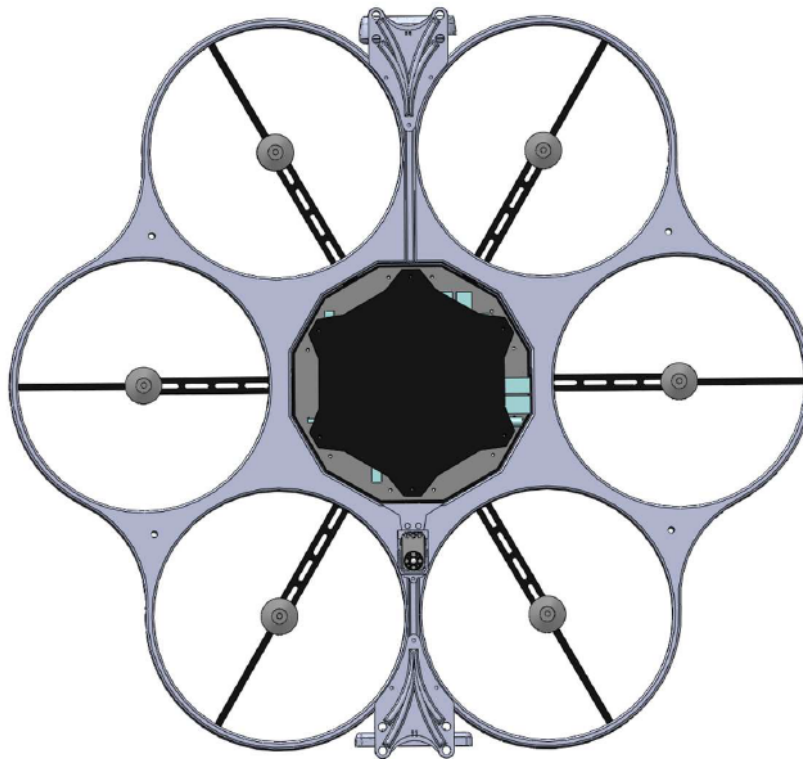


Figura 12 - Drone protótipo 2

1.2.4 Justificar em que medida as soluções encontradas não poderiam ser desenvolvidas por alguém que tenha conhecimentos e competências nos domínios técnicos da área em questão e que conheça as técnicas que é comum serem utilizadas no setor

A tecnologia que está a ser utilizada neste projeto é de vanguarda, e conta com o trabalho de uma equipa de desenvolvimento de software e hardware de modo a otimizar o drone, não só na sua capacidade de autonomia e automatização, mas também no desenvolvimento de programação do equipamento de modo a que seja utilizado no interior de um armazém, com voo em modo automático, sem intervenção humana durante o voo, sem necessidade de antena GPS para capacidade de captação de posicionamento, utilização de um leitor de laser inovador no mercado com a capacidade de captar toda a embalagem apenas com uma passagem, software de configuração de armazém onde será possível a alteração na dimensão de corredores, estantes, colunas, vãos de estante e altura de cada posição sem necessidade de programação adicional em código.

Tem vindo a ser realizado um estudo intenso sobre as alternativas e adaptações do drone à realidade existente em armazéns pouco homogêneos.

Foi possível verificar que a grande maioria de empresas com soluções automáticas indoor estão apenas adaptadas a armazéns prontos para realização de inventários em massa, com as embalagens de dimensões iguais, colocadas por cima em cima das paletes tradicionais pelo que a implementação será mais simples uma vez que a deslocação e dimensão de cada posição será sempre igual. Quando é enfrentada uma realidade diferente, como existe por exemplo num armazém de uma fábrica automóvel, a dimensão das embalagens

varia devido às também várias dimensões das peças utilizadas na produção dos veículos, e nesse sentido a programação e configuração de voo do drone deixa de ser linear.



Figura 13 - Comando HereLink

Nesse sentido foi ainda desenvolvida uma ferramenta de software que permite a utilização do comando em último caso, de modo a prevenir falhas ou para permitir voos mais céleres ou em localizações diferentes através da passagem para modo assistido (modo desenvolvido pela equipa de software que permite um voo mais estável, com os Joysticks menos sensíveis e facilmente controlável mesmo para pilotos menos experientes, que possam fazer o inventário em altura, com a ajuda do comando que transmitirá em direto a imagem que está a ser visualizada pela câmara do drone para facilitar a picagem de códigos de barras na posições com níveis mais elevados, onde existirá maior dificuldade de visualizar o leitor scanner e para que local estará a apontar.

Está presente neste projeto de forma ativa um piloto profissional de drones de modo a garantir o correto funcionamento, minimizar riscos de incidentes/acidentes e utilizar a sua experiência profissional de mais de 1000h para auxiliar na resolução de problemas e/ou avarias que ocorram durante os testes. Está também presente uma Engenheira Informática, especializada no serviço de drones, experiente em programação de software de leitura de códigos de barras e programação de drones para realização de voo autónomo. Existe ainda uma equipa em background que desenvolveu e construiu diversos drones, incluindo nesta lista ambos os protótipos já utilizados na operação, um deles ainda presente e em continuo desenvolvimento. Esta equipa é também responsável pelo apoio no desenvolvimento tecnológico tanto no software utilizado para leitura e interpretação de etiquetas como na resolução problemas e melhoria de voo do drone.

O drone protótipo 2 foi já várias vezes testado em contexto real na fabrica da Toyota, com a participação de elementos da empresa, incluindo o Diretor Geral da mesma, que faz diversas vezes questão de estar presente, acompanhar de perto o projeto, e utilizar também ele a sua experiência com drones e outros equipamentos de realização de inventário, de modo a auxiliar em conselhos no desenvolvimento do software, upgrade do hardware e resolução de dificuldades encontradas.

Conclui-se assim que o presente projeto de I&D, ao aliar competências multidisciplinares específicas das problemáticas em estudo, não pode ser sido desenvolvido por alguém com conhecimentos técnicos genéricos. Por outro lado, o projeto permite o enriquecimento e alargamento das competências da equipa de trabalho e

a criação e endogeneização de novos conhecimentos aplicáveis em esforços de I&D subsequentes (designadamente na concretização do roadmap global definido).

1.3. Resultados

1.3.1. Resultados obtidos no período de referência

Nos testes efetuados, foram obtidos resultados muito otimistas, uma vez que já foi possível ver no drone vários progressos nos voos realizados. Durante o período de referência o drone passou de apenas um protótipo com funcionalidades restritas (protótipo 1) a um drone funcional, testável, que consegue realizar inventários, apesar de ainda lento para o que é considerado operacionalmente desejável.

Foi especificada, estudada e desenvolvida uma aplicação que realiza a interpretação dos códigos de barras e das posições e associa um ao outro de forma a transformar a leitura do inventário de forma “bruta” até à criação de um ficheiro Excel estruturado com a associação da etiqueta à sua zona de armazém, corredor, lado do corredor, coluna, altura e posição no vão. Isto é, através do leitor de códigos de barras que estará inserido na parte superior do drone, a aplicação será iniciada num tablet ligado (de forma paralela à realização do inventário), e receberá todos os códigos de barras lidos durante a operação. Neste passo o drone realizará a leitura na seguinte forma: posição -> código de barras -> posição -> código de barras, e sucessivamente (quando troca de coluna e inicia o movimento descendente a aplicação recebe a informação e irá interpretar as leituras no sentido oposto, isto é, primeiro o código de barras e apenas depois o código de barras da posição). É ainda possível que o drone leia dois tipos de etiquetas na mesma embalagem, e nesse caso será realizado um filtro (através dos caracteres no início do código de barras) e será interpretado apenas o código de barras de interesse para a operação, no entanto no ficheiro final irão aparecer, devido a opção, todas as labels lidas, apenas com a prioridade 1, no caso de ser o código de barras relevante, ou prioridade 0 no caso da etiqueta não ser relevante.

Através desta construção é possível realizar um cruzamento do inventário realizado com o inventário real.

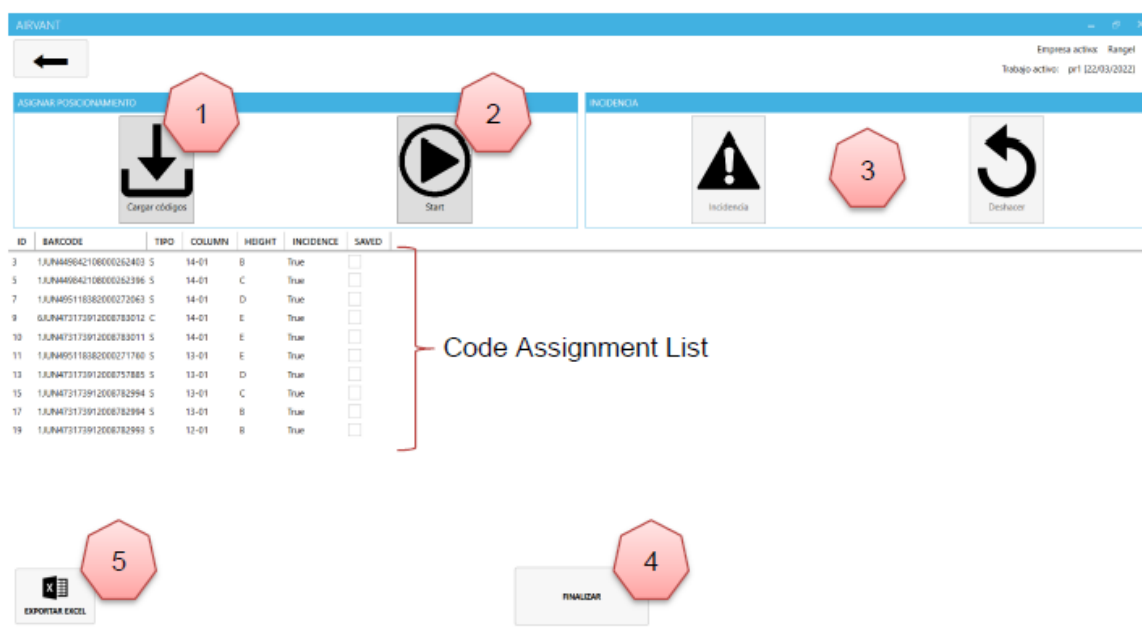


Figura 14 – Aplicação de leitura de códigos de barras

Esta aplicação é também capaz de realizar o filtro por etiqueta no caso de existirem vários tipos de etiquetas com códigos de barras na mesma embalagem. Neste caso, é criada uma regra de modo a colocar o número “1” à frente da etiqueta que é relevante para a lista de inventário e o número “0” à frente de todas as outras etiquetas que não sejam relevantes, criando assim a possibilidade de realizar um filtro sobre o que é importante, como no exemplo abaixo:

Area	Loc	Peça	Tipo	Dt	Prior
SHELVING	MS14B01	1JUN44984210800026240	S	03-16-2022; 21:10:29280	1
SHELVING	MS14C01	1JUN44984210800026239	S	03-16-2022; 21:10:42786	1
SHELVING	MS14D01	1JUN49511838200027206	S	03-16-2022; 21:10:52296	1
SHELVING	MS014E01	6JUN47317391200878301	C	03-16-2022; 21:10:59805	1
SHELVING	MS14E01	1JUN47317391200878301	S	03-16-2022; 21:11:04561	0
SHELVING	MS13E01	1JUN49511838200027176	S	03-16-2022; 21:13:00360	1
SHELVING	MS13D01	1JUN47317391200875788	S	03-16-2022; 21:13:10233	1
SHELVING	MS13C01	1JUN47317391200878299	S	03-16-2022; 21:13:19970	1
SHELVING	MS13B01	1JUN47317391200878299	S	03-16-2022; 21:13:29977	1
SHELVING	MS12B01	1JUN47317391200878299	S	03-16-2022; 21:13:40067	1

Figura 15 – Ficheiro de leitura

O drone está também a ser desenvolvido para realizar leitura de armazenamento em massa, onde já consegue realizar o voo correto, mais rápido do que em estanteria. No entanto, a aplicação não tem ainda capacidade de realizar este tipo de processamento, uma vez que neste tipo de armazenamento não existem etiquetas com o código de barras das localizações, necessários para a interpretação da aplicação.

Em modo assistido e manual o drone tem um voo estável, sem vibrações e com o controlo acessível aos pilotos que intervêm no processo. Um piloto com um nível de experiência razoavelmente baixo terá capacidade de realizar voo com o drone em questão.

1.3.2. Análise crítica dos desvios, face aos objetivos e eventuais necessidades futuras

Durante os testes foram observados alguns JobStoppers que acabaram por inevitavelmente prejudicar o andamento do projeto.

Existiram algumas dificuldades no que diz respeito a tempo de voo (autonomia) e velocidade de voo, uma vez que ao aumentar a velocidade de voo irá baixar a eficácia do mesmo e existe o risco de não conseguir realizar a leitura de determinadas etiquetas.

A necessidade da presença de etiquetas com a identificação da posição em código de barras é limitadora na utilização do drone em realização de inventário em massa.

Em voos realizados em zonas com caixas de pequenas dimensões não é possível distinguir as etiquetas, uma vez que o drone não é capaz de distinguir quando termina uma posição e inicia a próxima. Para isso será necessário um desenvolvimento e aperfeiçoamento do leitor de etiquetas e do software de localização do drone, sendo que ainda não é possível perceber se será uma solução possível.

Uma vez que as etiquetas estão colocadas em zonas diferentes das embalagens o drone não pode seguir um percurso linear e assim sendo foi colocado um sensor laser com um motor de rotação que realiza um varrimento lateral na posição onde o drone se encontra. Como as etiquetas podem estar em baixo, a meio ou na parte mais próxima do topo da embalagem foi programado para realizar 3 paragens por cada posição. Assim sendo, o tempo de voo aumenta substancialmente para que a eficiência do drone seja aceitável. A solução pensada será aumentar o range do leitor laser e conseguir captar a leitura completa da embalagem ou sem paragem ou com apenas uma paragem por posição.

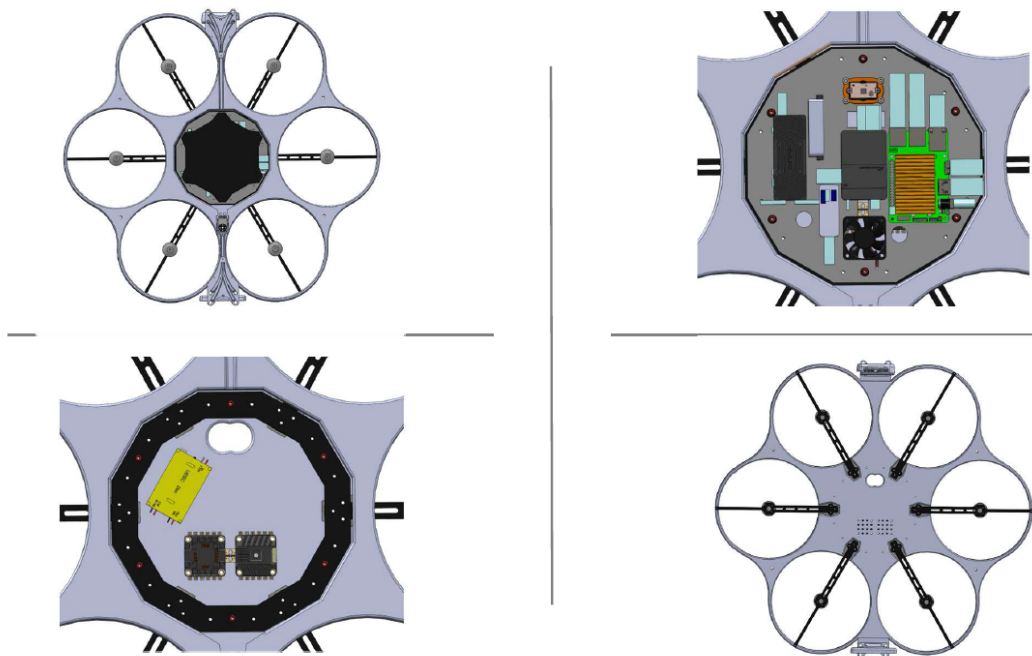


Figura 15 – Diferentes perspetivas do drone

Desde o início do projeto tem vindo a ser desenvolvido um trabalho conjunto da equipa de I&D da MDL (com a participação da Toyota como site de testes) de modo a otimizar e operacionalizar totalmente o drone. Inicialmente foi pensado serem utilizados drones comerciais (drones vendidos em massa no mercado, prontos para realizar voos em segurança), no entanto tinham limitações de altura, dimensões e o sistema de programação fechado que não permitia o desenvolvimento para outro tipo de voo que não um voo comandado. Assim sendo, foram já especificados, desenvolvidos e testados 2 drones protótipos e tem sido utilizada e desenvolvida a aplicação de leitura de códigos de barras desenvolvida. Numa primeira fase de projeto, e ainda com o protótipo 1, iniciaram-se os testes de automatização do drone, onde foram essencialmente realizados apenas testes que garantissem o correto funcionamento do mesmo sem intervenção humana. Depois de estudadas e testadas várias alternativas ao primeiro protótipo, foi iniciada o desenvolvimento e teste de um segundo drone (protótipo 2) com 6 hélices, aproveitando todos os ensinamentos anteriormente obtidos.

Uma vez que, mesmo apesar da alteração da estrutura do drone continuaram a existir erros resultantes de variações de altura e perda de posicionamento, foram colocados e testados sensores adicionais na parte traseira inferior do drone (protótipo 2), de modo a garantir uma melhor coordenação.

Considerando os resultados obtidos o foco total é colocado no desenvolvimento do protótipo 2, com o aumento da sua capacidade de leitura, com a colocação de mais leitores laser ou com a melhoria da câmara frontal. Procurar-se-á também a otimização de velocidade de leitura de voo nos diferentes espaços do armazém, bem como a melhoria na aplicação de interpretação de códigos de barras. Por outro lado, será ainda considerada a certificação CE do drone e desenvolvimentos intensivos nos sensores e medidas de segurança do drone.

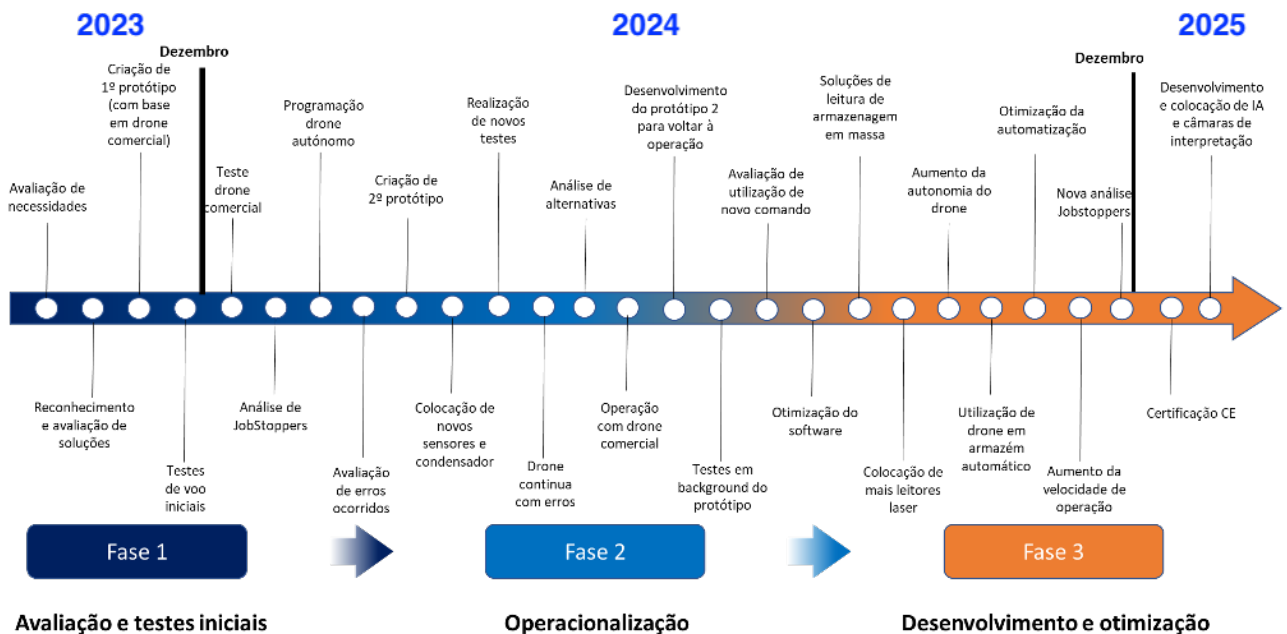


Figura 16 – Timeline drone

1.3.3. Conclusões do projeto

Depois de vários meses de projeto e de trabalho no drone foi possível verificar que existe ainda necessidade de desenvolvimento tecnológico para a melhoria do processo, uma vez que é uma tecnologia que ainda não é totalmente funcional, para os resultados pretendidos.

O desenvolvimento e otimização do leitor será fundamental para a execução operacional fidedigna do drone em armazenamento em estante. Enquanto a melhoria na aplicação para deixar de existir a necessidade de leitura das etiquetas com localização fará com que passe a ser possível a execução de inventário de armazenamento em massa (Blockstorage).

Conforme cronograma estimado atrás apresentado, prevê-se a conclusão do projeto em 2025.

Bibliografia

Canis, B. (2015). Unmanned aircraft systems (UAS): Commercial outlook for a new industry (pp. 7-5700). Washington: Congressional Research Service.

Davis, R. Industry 4.0: digitalisation for productivity and growth. Briefing from EPRS. European Parliamentary Research Service, 2015

Ros, I. (2017). Drones para gestionar el inventario de los almacenes. Muycanal. Recuperado (06/05/2018)

Weissbach, D., & Tebbe, K. (2016). Drones in sight: rapid growth through M&A's in a soaring new industry. Strategic Direction, 32(6), 37-39.