



HACKATHON DOURO & PORTO

DESAFIO #4 – MECANIZAÇÃO NA VINHA



Instituto dos Vinhos do Douro e do Porto, I. P.

Equipa:

Joaquim João Sousa | Raul Morais dos Santos | Emanuel Peres | Samuel Matos

Relatório Final

Novembro de 2020

utad  **INESCTEC**





Índice

0 – Resumo	03
1 – Enquadramento	04
2 – Análise de requisitos	07
3 – Proposta de uma solução	09
3.1. UAV	10
3.2. Cesto inteligente	15
4 – Discussão	16
5 – Plano de implementação	19
6 – Conclusão	19



0 – Resumo

Perante o Desafio#4 do hackathon Douro & Porto, a presente equipa de trabalho apresenta uma proposta de assistência à vindima, em vinha velha, recorrendo a Veículos Aéreos Não Tripulados (UAV - *Unmanned Aerial Vehicles*) – mais vulgarmente conhecidos como drones – com capacidade de carga de até 15 kg, com capacidade para estabelecerem rotas cooperativas para o transporte de cestos inteligentes entre vários pontos de colheita e um ponto de recolha.

O processo assenta na comunicação entre o cesto inteligente e a unidade de gestão de frota, em que o cesto envia uma notificação de que necessita de ser recolhido ou trocado. Essa notificação poderá ser enviada manualmente, através de uma ação por parte do vindimador, ou de forma automática (solução preferencial), quando for atingido o peso máximo recomendado ou quando o cesto inteligente deixar de ter condições para permanecer no circuito de transporte, por exemplo, por não estarem asseguradas as condições de refrigeração. Por outro lado, no ponto de recolha, os cestos chegam por via aérea, onde são descarregados e as suas condições operacionais são verificadas (limpeza, temperatura interna, estado das baterias, etc.).

Além do cesto, as condições de operação de cada UAV utilizado são continuamente verificadas (baterias). Neste cenário, a presente solução configura um cenário onde um conjunto de UAV serve uma equipa de vindimadores, retirando-lhes a necessidade de transportar cestos para um ponto de recolha (normalmente um trator), operação extremamente desgastante, considerando a orografia típica da vinha velha (inclinações por vezes de 40%) e a idade dos vindimadores.



1 – Enquadramento

A definição de vinha velha, no que concerne à Região Demarcada do Douro, não é simples. A vinha velha corresponde a sucessivas vagas pós-filoxera de plantação de videiras, sendo consideradas "primeiras vinhas pós-filoxera" as que foram plantadas anteriormente a 1934, ano em que, pelo Decreto n.º 23590, de 22 de fevereiro, se "proíbe em todo o Continente a plantação de novas vinhas", e pelo Decreto-Lei n.º 24340, de 10 de agosto de 1934, em que se "manda proceder à organização do cadastro das propriedades existentes na zona demarcada do Douro". Tais vinhas encontram-se no primeiro Cadastro Vitícola da Casa do Douro (ProDouro – Associação dos Viticultores Profissionais do Douro). Contudo, de modo a favorecer o repositório inestimável do património genético das castas nativas e tradicionais e o inquestionável modelo de vinha do ponto de vista vitivinícola, cujo valor paisagístico valorize a classificação do Alto Douro vinhateiro Património Mundial, a Associação Prodouro propõe que o conceito de Vinha Velha seja associado a toda a vinha plantada até 1965, data do Decreto-Lei n.º 46256, de 19 de março de 1965, que "suspende as autorizações para novas plantações de vinha, regulamentando a sua reconstituição e transferência". A justificação parece residir no facto de que na década de 1970 terem surgido, inclusivamente, novos modelos de vinha e sobretudo, entre 1970 e 1974, ter surgido o chamado "patamar pré-PDRITM" que, apesar da sua idade, não tem a velhice das ditas "vinha velha" e transfigura o modelo de vinha até aí existente.

Ora este modelo de "Vinha Velha" contempla a multiplicidade (intencional) de castas, contendo mistura de vinhas de uva branca com vinhas de uva tinta, vinha não regada, de baixa altura, com compasso de plantação variável e espaçamento entre linha variável. Além disso, este tipo de vinha é bastante comum em socalcos suportados por muros de pedra e está muitas vezes associada a terrenos de média/alta inclinação.

Claro está que este património de magníficas vinhas, que conservam a arquitetura do terreno, conhecidas por “socalco pré-filoxera”, muitas vezes com uma única linha de videiras por socalco e de densidade de plantação menor comparativamente às restantes vinhas, coloca vários desafios ao nível das operações culturais. No que diz respeito a este desafio, em concreto, a vindima sobressai como a operação onde o esforço humano necessário é visivelmente maior. A **Fig. 1** ilustra uma vinha velha, pertencente à Quinta das Carvalhas (S. João da Pesqueira), onde se observa a elevada inclinação e a dificuldade em deslocações frequentes ao longo desta área.



Fig. 1
Fotografia de uma vindima em vinha velha.
créditos da imagem: Rui Soares – Real Companhia Velha.

As elevadas inclinações, a reduzida densidade de plantação e a impossibilidade de mecanização destas vinhas (inclusão de tratores, robôs, etc.), traduzem-se num aumento da complexidade das tarefas associadas à viticultura, o que resulta também num incremento do tempo necessário para as realizar. As condições anteriores estão na base da menor produção associada às vinhas velhas (cerca de 3 t/ha), mas são, também, responsáveis pela produção de vinhos considerados extraordinários quer para DOP Porto, quer para DOP Douro, o que implica extremos cuidados durante todo o manuseamento, desde o corte até à vinificação.

A **Fig. 2** mostra uma outra vinha velha onde se destaca o ziguezague que constitui o caminho de circulação, no interior desta vinha muito inclinada. Na

Fig. 3 ilustra-se o corte tradicional das uvas e o balde (ou cesto) onde as uvas são colocadas.

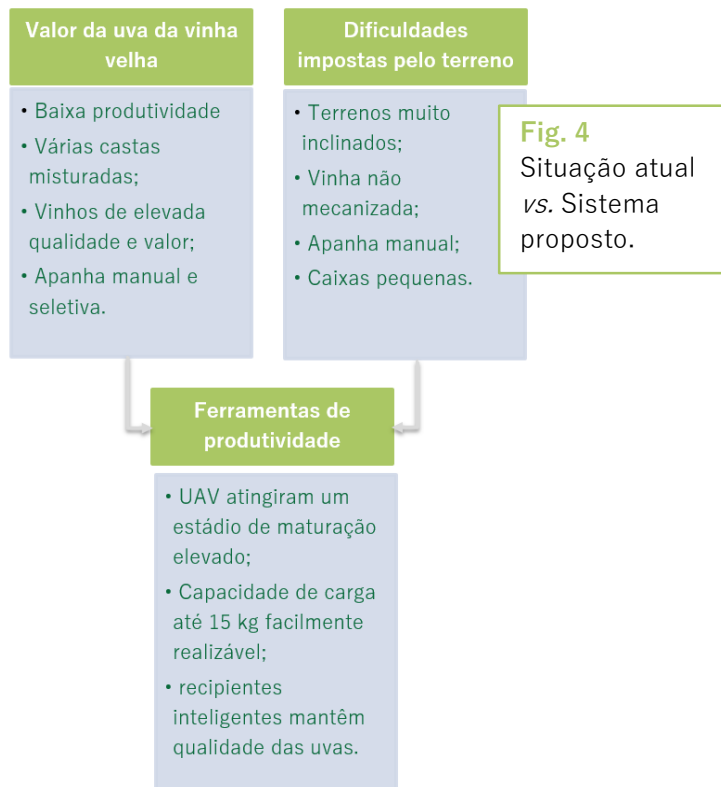


Fig. 2
Fotografia de uma vinha velha duriense. créditos da imagem: Rui Soares – Real Companhia Velha



Fig. 3
Corte de uvas em vinha velha. créditos da imagem: Fernanda Zuccaro, Quinta Alta

A **Fig. 4** apresenta, de forma esquemática, as dificuldades do contexto impostas sobretudo pelas características acidentadas do terreno, bem como as oportunidades que poderão advir pelo recurso às novas tecnologias.



2 – Análise de requisitos

O enquadramento descrito na secção anterior, muito específico deste tipo de vinha, obriga a que um sistema de recolha de cestos com base na utilização de UAV, obedeça a uma série de requisitos, também eles específicos para estas condições de operação. A seguir, enumeram-se os requisitos necessários ao sistema:

1. **Cobertura/autonomia** dos UAV – O raio de ação deverá ser o mais abrangente possível, mas tendo em conta as necessidades energéticas do(s) UAV a utilizar. Quanto maior o raio de cobertura, maior o consumo de energia e maior o tempo de reposição de cestos. Como raio de cobertura entende-se a distância entre o ponto de recolha e o ponto mais longínquo onde se possa vindimar;
2. **Ponto de recolha** – O ponto de recolha é constituído por um veículo pesado de recolha das uvas e/ou recipientes/cestos usados no seu transporte. Deve estar numa zona de acesso fácil à estrada e deverá



dar apoio às operações em termos de gestão das cargas e descargas de cestos, carregamento das baterias dos UAV e manutenção dos cestos inteligentes, isto é, verificação do sistema integrado de pesagem e manutenção de temperatura do cesto e a respetiva limpeza periódica;

3. **UAV** – veículo aéreo não tripulado utilizado como meio de transporte de cestos de uvas, entre o ponto de recolha e o local onde cada cesto cheio é deixado para ser transportado. Deve ter uma capacidade de carga na ordem dos 15 kg e ser de fácil controlo e estabilidade vertical e horizontal de modo a permitir que os cestos possam ser facilmente engatados e desengatados durante os processos de carga e descarga. Além disso, devem suportar um mecanismo de gestão das rotas num possível ambiente colaborativo, isto é, vários UAV na mesma área. Por outro lado, pretende-se que o UAV seja o mais flexível possível, pelo que se explorará a possibilidade de conter até 6 motores (hexacóptero), sendo explorada a possibilidade de ser constituído por apenas quatro com dupla hélice. O objetivo será sempre desenvolver um UAV com as menores dimensões possível, respeitando o requisito de carga de 15kg;
4. **Cesto inteligente** – recipiente ou caixa utilizado no transporte das uvas. As mais modernas formas de vindimar utilizam caixas com gelo seco para reduzir, desde logo, a temperatura das uvas, já que depois do seu corte iniciam de imediato um processo de oxidação. Tendo em conta que em vinha velha a produção é reduzida, as caixas têm, normalmente, capacidades reduzidas, por vezes na ordem dos 8 kg. O cesto a desenvolver no âmbito desta proposta deverá incluir um sistema eletrónico de medida de temperatura do seu interior (enviando avisos automáticos quando a temperatura atingir um determinado limite), assim como um sistema de pesagem automático das uvas. Para tornar o sistema redundante, o cesto inteligente deverá suportar uma entrada para um contacto de pressão, permitindo o controlo manual como forma de indicar de que está pronto para ser recolhido e



transportado. Deverá, ainda, ter embutido um recetor GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite) para a sua geolocalização;

- 5. Comunicações** – a comunicação entre todos os elementos do sistema é fundamental para possibilitar a gestão eficiente dos UAV, dos recipientes e do ponto de recolha. Como tal, deve existir um suporte que possibilite a troca de dados, nomeadamente, entre o cesto e o ponto de recolha. Os dados transmitidos informarão: (1) sobre o estado do cesto, em termos de carregado/vazio ou de peso; (2) se existe alguma ordem de recolha por parte de algum UAV disponível ou; (3) mesmo para informar sobre a temperatura atual. O sistema de comunicações permitirá inferir outras informações de grande utilidade, pois a geolocalização em que cada cesto cheio foi recolhido, permitirá ter uma visão geral da produção. Mais, o recurso a um sistema de informação geográfica (SIG), permitirá a criação de mapas de produção, através da exploração desta informação.

No âmbito deste projeto serão especificados o UAV e o cesto inteligente. NO futuro, os vários módulos poderão ser especificados e desenvolvidos, pois a tecnologia atual já o permite desenvolver e o grupo de trabalho dispõe dos conhecimentos necessários.

3 – Proposta de uma solução

Com base nos requisitos enumerados, propõe-se uma solução integrada de gestão da vindima em vinha velha com recurso a um ou mais UAV (dependendo da dimensão das parcelas), estacionados junto a um ponto de recolha, em que, sempre que não estiverem a ser utilizados, estarão a carregar as baterias¹. Os UAV são acionados para se dirigirem a uma posição indicada por um cesto que anteriormente enviou uma notificação de carga. Um software de gestão gere a frota de modo a que, no caso de existir mais

¹ Caso não se justifique o desenvolvimento deste módulo, sempre complexo, a operação de troca/carregamento de baterias, poderá ser assegurada pelo operador que terá sempre de estar junto ao ponto de recolha dos cestos.

do que um UAV disponível, apenas um se dirija ao ponto de recolha do cesto. No ponto de recolha existirão todas as facilidades de manutenção dos UAV, nomeadamente um sistema de carga/substituição de baterias, essenciais ao seu funcionamento. Também terá um sistema de comunicações baseado em LoRa (utilizando sobretudo a sua especificação e módulos rádio) que receberá as notificações enviadas através dos cestos.

A **Fig. 5** ilustra todo este processo.



3.1 – UAV

Os multirrotores, especialmente, os quadrópteros, hexacópteros e octocópteros dominam o mercado dos drones, nos setores comerciais e recreativos. Essas configurações oferecem uma maior flexibilidade em termos de tamanho e de posicionamento dos rotores, assim como da carga a transportar, quando comparadas com as configurações tradicionais de rotor único ou coaxial. O desenvolvimento tecnológico, sobretudo nas duas últimas décadas, tornou os UAV em máquinas completamente fiáveis, seguras e fáceis de controlar, numa grande variedade de condições de voo.

No âmbito deste projeto, partimos do pressuposto de que os UAV deverão ter uma carga útil (*payload*) nominal de 15 kg. A carga útil representa o peso que o drone pode carregar, excluindo-se o peso do próprio drone. Adicionalmente, o UAV a desenvolver deverá estar equipado com um sistema de engate rápido para que possa ser possível carregar cestos de uvas com carga útil até 10 kg. Tendo em conta as condições de operação expectáveis, é fundamental tornar o UAV o mais flexível possível, e garantir que também o seu tamanho será o menor possível. Por essas razões, as soluções exploradas tiveram por base a possibilidade de recorrer a apenas 4 braços. No máximo, estaríamos disponíveis para permitir um UAV de 6 braços (hexacóptero), pois soluções com mais braços tornarão a solução mais complexa, dispendiosa e menos flexível.

O objetivo será sempre desenvolver um UAV com as dimensões o mais pequenas possível, respeitando o requisito de carga útil de até 15kg. O nosso conhecimento do estado da arte permitiu-nos assumir, logo à partida que o projeto poderia ser bem-sucedido, pois a equipa possui know-how das várias áreas de conhecimento necessárias ao seu desenvolvimento. São já variadíssimas as plataformas desenvolvidas que permitem suportar cargas semelhantes à que nos propomos. As **Fig. 6** e **Fig. 7** ilustram exemplos de soluções semelhantes à que se pretende desenvolver.

**Fig. 6**

Exemplo de um UAV capaz de carregar caixas. Neste exemplo, usa apenas 3 braços com hélices duplas (UNICEF/UN07022 7/Chim Chisiza).



Fig. 7
Exemplo de um UAV (hexacóptero) capaz de carregar caixas (UAVSYSTEMS International).

No que se refere especificamente ao desenvolvimento do UAV, o desenho do método de implementação dos vários módulos necessários está apresentado na **Fig. 8**. Primeiramente será necessário determinar a dimensão das hélices, em função do seu número e do peso que será necessário impulsionar. Seguidamente será possível definir o número e as características dos motores assim como os vários componentes eletrónicos a utilizar.

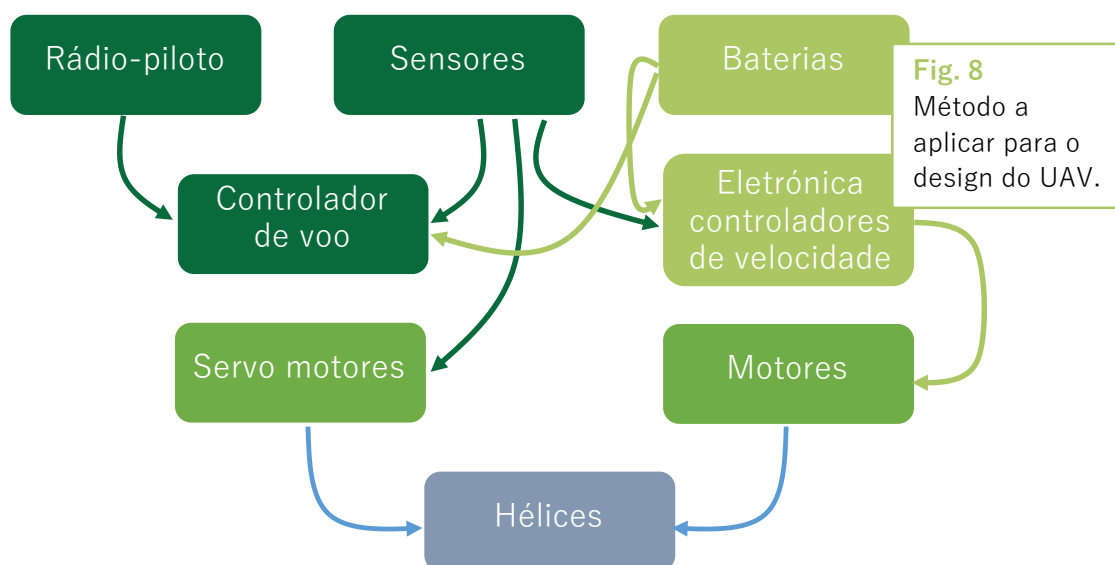
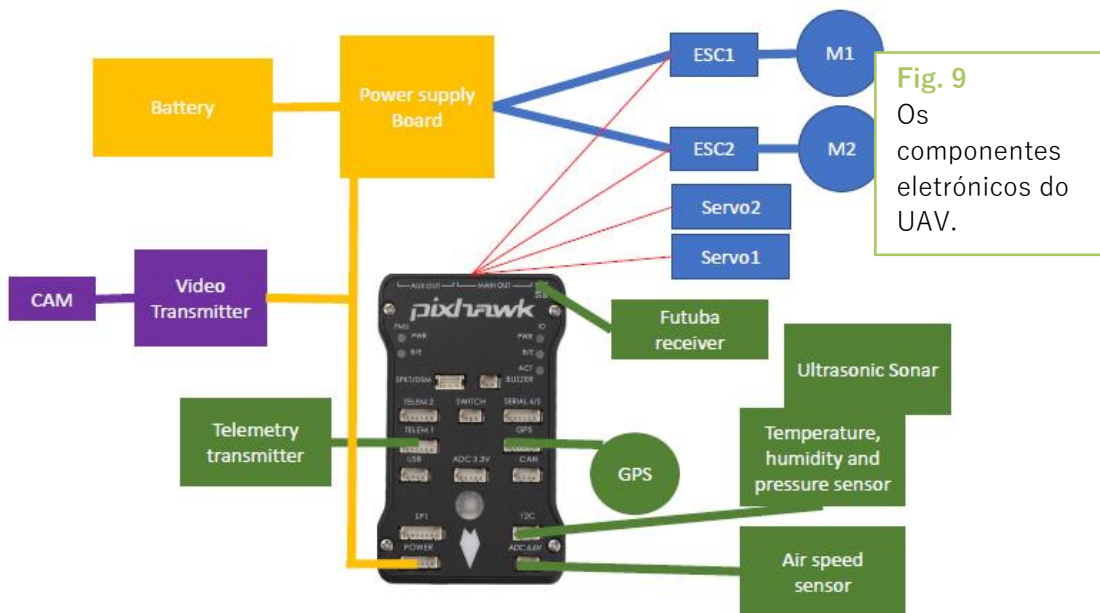


Fig. 8
Método a aplicar para o design do UAV.

Relativamente aos componentes eletrónicos, o diagrama da Fig. 9 representa a forma como serão integrados.



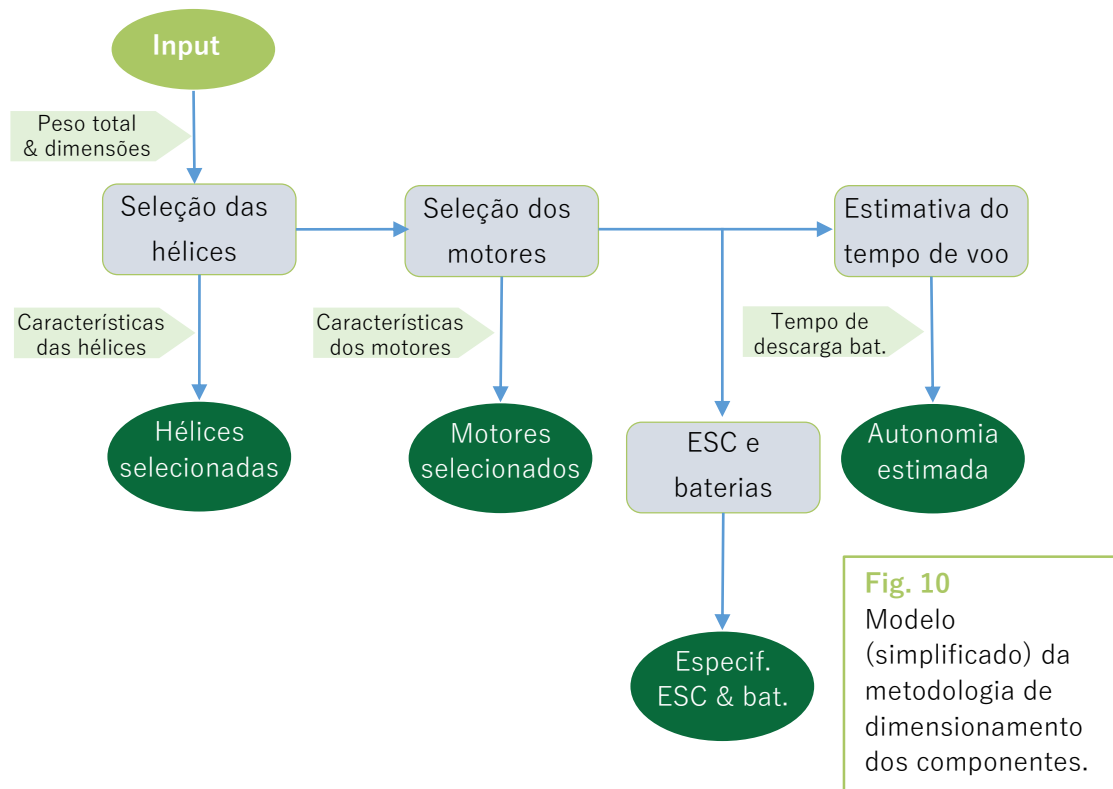
O controlador de voo é o cérebro do drone, sendo por isso o componente eletrónico mais importante. Tem por finalidade enviar instruções aos atuadores e ao piloto, em função dos dados recebidos dos vários sensores, do controlador de rádio e do sistema de telemetria. Para implementar os vários modos de voo, nomeadamente os modos automático e manual, será utilizado o bem conhecido controlador PixHawk. A principal vantagem deste controlador reside no facto de utilizar um software *opensource* utilizável numa grande variedade de UAV.

O módulo de comunicação será responsável pelo envio das instruções do piloto (preferencialmente automático) para o drone. Dadas as restrições de frequências, sobretudo algumas de uso militar, será utilizada uma frequência na ordem dos 2.4 GHz. Associado a este módulo, será utilizada uma câmara para permitir obter imagens, em tempo real, das operações realizadas pelos drones.



A utilização do controlador de voo PixHawk conjuntamente com o Ardupilot tem como grande vantagem o facto de possibilitar a integração de praticamente todo o tipo de sensores. Aliás, o PixHawk já integra um acelerómetro, um giroscópio e um magnetómetro, o que permite obter a orientação do corpo do drone. Será utilizado um recetor GNSS para obter a posição do drone, fundamental para a realização do voo automático e para o gestor de rotas.

O dimensionamento do drone, em função dos vários componentes e dos requisitos, já foi realizado, apoiando-se no fluxograma apresentado na **Fig. 10**.



Um drone com as especificações resultantes da aplicação do modelo apresentado na **Fig. 10** já foi simulado no simulink do Matlab®, e o desempenho correspondeu às expectativas. A **Fig. 11** apresenta o modelo da simulação realizada.

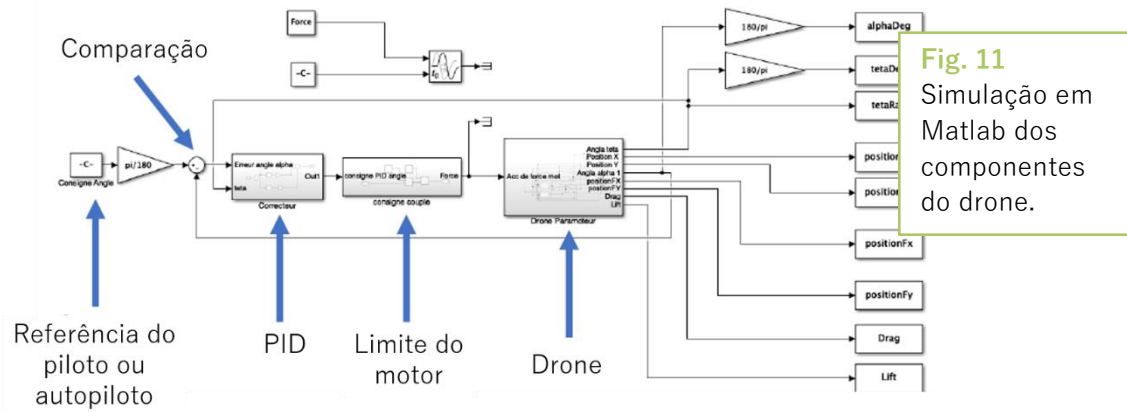
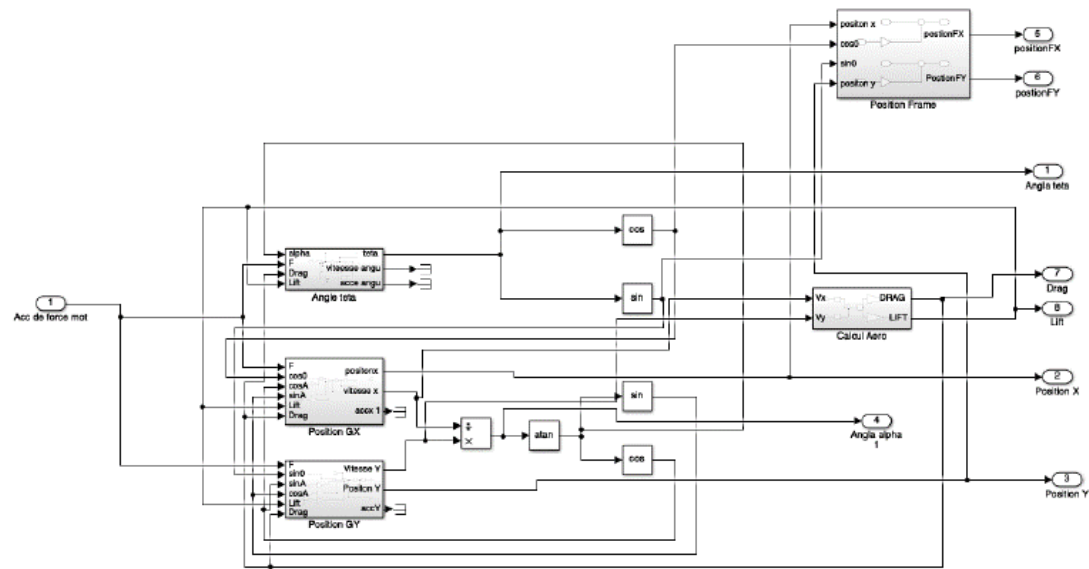
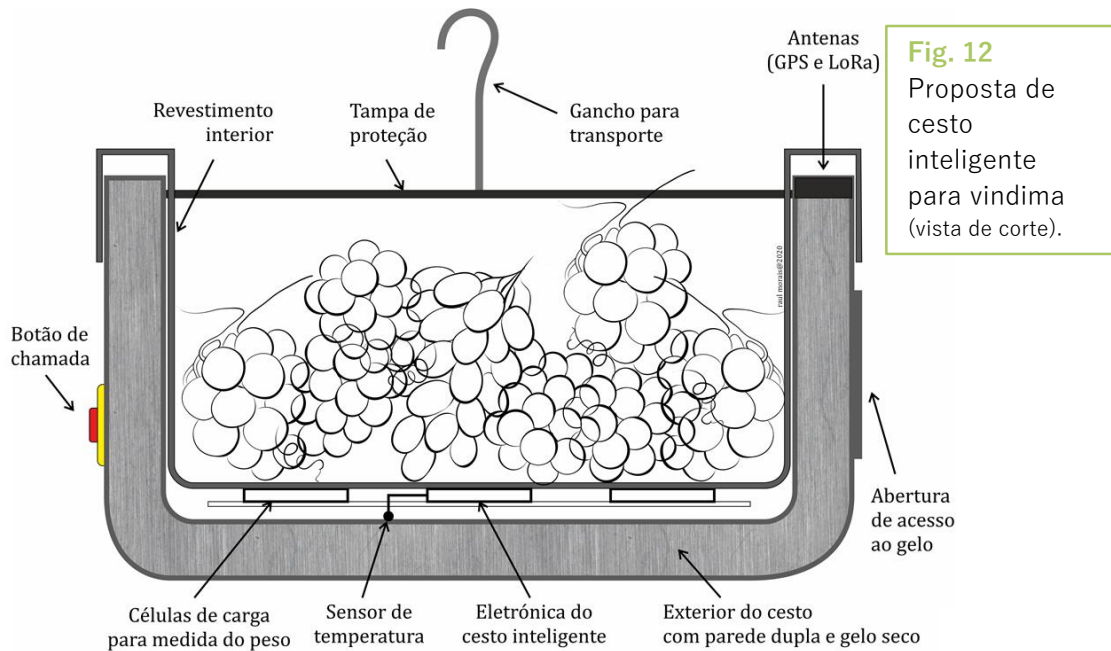


Fig. 11 Simulação em Matlab dos componentes do drone.



3.2 – Cesto inteligente

O cesto inteligente é constituído por um material leve e duplamente isolado (parede dupla com espaço para conter gelo seco) e dotado de um gancho para engate rápido no sistema de encaixe no UAV. O recipiente terá ainda um conjunto de 4 células de carga, ligadas em ponte de Wheatstone, como sensores de peso. As uvas serão colocadas dentro de um recipiente de plástico colocado por cima das células de carga que medirão o seu peso. Este sistema de medida, juntamente com um recetor GNSS, um botão de chamada e uma interface rádio sobre a norma LoRaWAN são os restantes componentes do cesto inteligente. Uma possível solução está ilustrada na Fig. 12.



Neste cesto, destaca-se a parede dupla contendo gelo seco, substituível pela abertura lateral sempre que a temperatura interna desça abaixo de um determinado limite. O revestimento interior, de fácil remoção para substituição e/ou para limpeza, recebe as uvas e está em contacto com as células de carga que aferem o peso (balança eletrónica). À eletrónica do sistema estão ligados o sensor de temperatura (em contacto com a parede dupla), os sistemas de geolocalização GNSS e módulo de comunicações LoRa/LoRaWAN e um botão de chamada que permite enviar uma notificação via norma LoRa sobre a necessidade de recolha e cujo pacote de dados seja incluída a posição atual do cesto.

A parte superior tem mecanicamente acoplado um eixo com um gancho que também permite suportar uma pequena tampa de proteção cujo objetivo é evitar sobreaquecimento adicional produzido pelo sol, durante o voo.

4 – Discussão

Nos últimos anos, os veículos aéreos não tripulados (UAV), popularmente conhecidos por drones, tornaram-se uma solução popular para uma variedade de aplicações civis e militares. A versatilidade destes sistemas tem permitido



o desenvolvimento de aplicações, até há pouco tempo, impensáveis, quase pertencente à área da ficção. A entrega automática de encomendas usando drones, ou até mesmo drones para transporte de pessoas, estão agora bem mais perto do que aquilo que se poderia imaginar.

De entre as várias plataformas aéreas, os multirrotores merecerem atenção especial devido, sobretudo, à sua grande manobrabilidade e flexibilidade, facilidade de construção e simplicidade de controlo. Obviamente que a segurança e a fiabilidade destas plataformas são os fatores mais importantes, especialmente quando se trata de soluções autónomas, mas também já estão assegurados altos padrões destes parâmetros.

Estamos, por isso, numa época em que é perfeitamente legítimo pensar na utilização de UAV para uma grande variedade de aplicações, pois a simplicidade mecânica da plataforma permite desenvolver soluções personalizadas e abertas, logo perfeitamente adaptáveis a aplicações especializadas.

Neste documento apresenta-se a especificação de uma solução tecnológica inovadora, baseada na utilização de drones para recolher os cestos de uvas durante a vindima em vinha velha. Trata-se de uma aplicação muito específica e especializada e que permitirá resolver um dos principais problemas deste tipo de vinha: a impossibilidade de recorrer a maquinaria para desempenhar as tarefas mais exigentes, do ponto de vista físico e de consumo de tempo. Para o desenvolvimento de uma solução geral, aplicável a qualquer vinha com estas características, será necessário garantir o desenvolvimento dos cinco módulos apresentados na Secção 2 deste documento. No entanto, neste desafio Hackathon, focámo-nos nos dois mais importantes: o drone e o cesto inteligente.

Relativamente ao drone, será necessário desenvolver um conjunto de ferramentas, para auxiliar no processo de conceção de soluções personalizadas que podem ser adaptadas especificamente para uma



aplicação particular, neste caso, a recolha e o transporte de cestos de uvas. Foi, por isso, crucial desenvolver uma metodologia para selecionar os componentes mais adequados para os requisitos pretendidos. Normalmente, a configuração pretendida é realizada testando várias combinações motor + hélice, escolhendo aquela que melhor se adapta à aplicação. Embora muito popular por parte de curiosos e “hobbistas”, este tipo de abordagem tem pouco valor em ambiente comercial ou de investigação, pois tem custos elevados (aquisição de componentes), exige muito tempo e necessita de equipamentos especializados e dispendiosos. Não podemos ainda esquecer que, embora possa levar a resultados precisos, o número de combinações necessárias para serem testadas aumenta geometricamente com cada componente adicionado.

Neste desafio, recorreu-se a uma abordagem científica recorrendo às leis da física (aviónica) e a modelos matemáticos, o que permitiu concluir sobre os melhores componentes a adotar.

A conclusão, quanto ao desenvolvimento do drone é, por isso, clara: **é possível desenvolver o drone, num espaço curto de tempo, com as características e especificações exigidas para esta aplicação.**

O desenvolvimento do cesto inteligente teve por base três requisitos principais: dimensão adaptável ao terreno e à carga usuais; capacidade de refrigeração; e emissão automática de mensagem para recolha em função da carga e da temperatura. Será ainda possível ativar a recolha do cesto, através de um processo manual, pressionando um botão.

Também neste caso, a solução apresentada é perfeitamente exequível, pois estão disponíveis comercialmente, e a baixo custo, todos os componentes eletrónicos e mecânicos necessários à sua construção. A equipa envolvida neste desafio já tem grande experiência em desenvolvimento de soluções eletromecânicas para agricultura de precisão e não teria grandes problemas a criar o protótipo, num curto espaço de tempo.



Em resumo, a solução que propomos é perfeitamente realizável num período de tempo e a custos perfeitamente razoáveis. Inicialmente, apenas o drone e o cesto seriam suficientes para demonstrar o valor da solução. Posteriormente, seriam agregados os restantes módulos, tornando a solução perfeitamente geral para este tipo de aplicações (uso de um único drone ou de uma frota).

5 – Plano de implementação

Tal como apresentado na secção de discussão, o projeto está pronto a ser implementado, podendo o protótipo da solução final ser disponibilizada num horizonte temporal curto. A **Fig. 13** apresenta o cronograma de desenvolvimento do projeto.

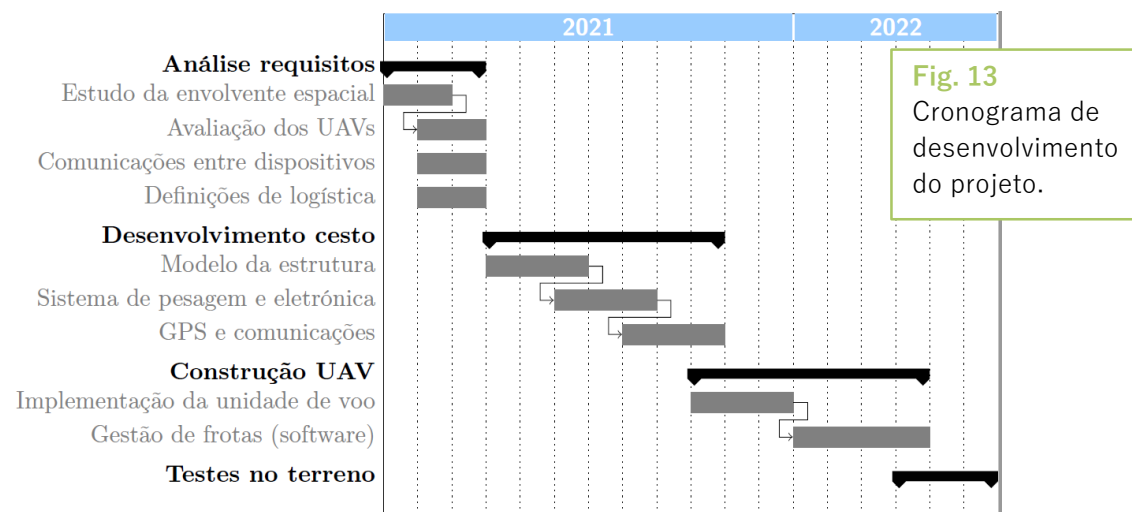


Fig. 13
Cronograma de desenvolvimento do projeto.

6 – Conclusão

Neste documento, apresentamos a especificação de uma solução, totalmente inovadora, capaz de transformar a forma de vindimar em ambiente de “vinha velha”. A solução apoia-se na utilização de UAV para transportar os cestos de uvas, resolvendo, assim, uma das principais dificuldades das vindimas neste tipo de terreno: o transporte dos cestos, através do esforço humano, em terreno muito inclinado. Para além do UAV, a desenvolver para este propósito,



a solução inclui ainda o desenvolvimento de um cesto inteligente que, através do módulo de comunicação, envia mensagens automáticas quando estiver pronto a ser recolhido (o estado de “pronto a ser recolhido” será definido em termos de carga – peso – ou em termos de temperatura/tempo de exposição aos elementos).

Em termos de exploração, a solução apresentada tem como grande vantagem a sua versatilidade de utilização, pois poderá recorrer apenas a um drone, em parcelas mais pequenas, ou então a vários drones, atuando em ambiente colaborativo, em áreas mais extensas. Desta forma, poderá ser possível a aquisição de soluções com diversas configurações e, mais importante, os recursos poderão ser rentabilizados se partilhados por associações/grupos de produtores.

Do ponto de vista de rentabilidade comercial, a solução proposta apresenta vários benefícios, destacando-se, para aplicação em vinha velha:

- **Redução de custos** – segundo os dados apurados, através de consulta direta a produtores, cada hectare de vinha velha, tem um custo direto de 12 pessoas/dia, representando, em média, 60,00 pessoa/dia. Assim, a título de exemplo, a parcela de vinha velha apresentada na **Fig. 1**, que tem uma área de cerca de 3 ha, representaria um custo de cerca de 2.200,00€ só em mão-de-obra com a vindima. Tendo em conta a baixa produtividade deste tipo de vinha, este encargo terá um peso considerável no preço final do vinho;
- **Oxidação das uvas** – as uvas iniciam o processo de oxidação imediatamente após serem colhidas. Se forem acondicionadas em cestos/caixas sob temperaturas elevadas, este efeito será acelerado. O sistema proposto terá forte impacto no desaceleramento deste processo, pela rapidez no transporte, mas sobretudo pelas condições de temperatura que garante;



- **Adaptabilidade da solução** – para além da aplicação apresentada neste documento, a solução proposta tem, ainda, uma forte capacidade de adaptação a outro tipo de aplicações às atividades em vinha velha, vinha em geral ou outras culturas agrícolas. Por exemplo, em vinha velha, a pulverização e tratamentos específicos e localizados poderão ser realizados ao longo da campanha agrícola, bastando, para isso, incluir um módulo apropriado e de relativo baixo custo, à solução proposta;
- **Modelo de negócio** – a solução é bastante flexível também ao nível de modelo de negócio. Em vez de ser adquirida por um grupo/associação de produtores, poderá ser contratada como um serviço a uma empresa.

Promoção e Organização:



Instituto dos Vinhos do Douro e do Porto, I. P.

Equipa de Projeto:

EMERGENCY