



ESCOLA NAVAL

talant de bi-faire



Pedro Filipe Correia Rodrigues

**Utilização de UAV na segurança e condução da
navegação no mar**

**Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais,
na especialidade de Marinha**



Alfeite

2017



ESCOLA NAVAL

talant de bi-faire



Pedro Filipe Correia Rodrigues

Utilização de UAV na segurança e condução da navegação no mar

**Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais, na
especialidade de Marinha**

Orientação de: CRF Plácido da Conceição

Co-orientação de: CTEN Monteiro Marques

O Aluno Mestrando

O Orientador

[nome]

[nome]

Alfeite

2017



Epígrafe

*“Every once in a while, a new technology, an old problem and a big idea
turn into innovation”*

Dean Kamen



Dedicatória

Esta dissertação é dedicada aos meus irmãos João, Ângelo, Martim e Sara por fazerem de mim o irmão mais velho mais sortudo do mundo e à minha namorada Ana Catarina Pereira pelo apoio e ajuda constantes.



Agradecimentos

Queria agradecer primeiramente a todos os que, por se cruzarem no meu caminho, fizeram de mim uma melhor pessoa e um melhor militar.

Agradeço ao meu orientador, CFR Plácido da Conceição, pela sua permanente disponibilidade e pela motivação e ambição que me foi transmitindo ao longo da realização desta dissertação.

Agradeço igualmente ao CTEN EN-AEL Monteiro Marques, pelos seus conselhos, e meios que me foi transmitindo e fornecendo, fundamentais para esta dissertação.

Ao Eng. Filipe Duarte e ao Eng. Bernardino Veríssimo da I-SKYEX, por se terem disponibilizado para realizar as atividades experimentais e pelos conhecimentos que me transmitiram no campo.

À Inês, à Ana e à Joana e sua família por tornarem tudo possível.

Ao Alexandre, ao António, ao Carlos, ao João Mário, ao Guilherme e ao Henrique, agradeço pela entreajuda e pela motivação que me deram para a realização desta dissertação.

Por fim, dirijo os meus agradecimentos aos camaradas do curso “D.Maria II”, pelo permanente apoio e camaradagem que ao longo destes 5 anos foi sendo criado.



Resumo

Hoje em dia, o navegante tem ao seu dispor várias ajudas para que possa navegar em segurança, contudo estas são maioritariamente compostas por sensores orgânicos do navio. Os UAV's podem inovar neste aspeto por fornecerem informação que não provém de fontes externas e por não se encontrarem fisicamente incorporados no navio. Estes têm sido utilizados em inúmeras missões militares e civis, contudo, o seu emprego na condução e segurança da navegação tem sido pouco documentada.

Como tal, nesta dissertação é apresentado um estudo da viabilidade de introdução de um conceito de emprego de UAV's no âmbito da condução e da segurança da navegação. Primeiramente é apresentada uma revisão da literatura existente sobre o atual estado da arte nos domínios da condução da navegação, do assinalamento marítimo e da tecnologia dos UAV's. Posteriormente, foram edificados três cenários experimentais com UAV's. O primeiro e o segundo, dedicados ao estudo da empregabilidade de UAV's na condução da navegação, realizados a bordo de um navio da Marinha Portuguesa. O terceiro cenário é dedicado ao estudo da empregabilidade de UAV's no assinalamento marítimo, contudo não foi realizado. Foi realizada uma análise dos resultados das atividades experimentais onde é possível constatar uma boa receção por parte de uma equipa de navegação à utilização de UAV para a preparação e planeamento em águas restritas e uma boa receção de uma perspetiva em "*bird-eye view*" para a visualização de manobras de largada e atracação.

Por fim, é concluído que os UAV's trazem inovação e podem ser utilizados na condução e segurança da navegação e propõe-se um estudo posterior da utilização desta tecnologia no assinalamento marítimo e na viabilidade a nível de recursos humanos e financeiros da sua introdução na Marinha Portuguesa.

Palavras-chave: Condução da navegação, Segurança da navegação, Assinalamento marítimo, veículos aéreos não tripulados,



Abstract

Nowadays, the navigator have at his disposal several aids so that he can navigate with safety, however this aids are mostly composed by the ship organic sensors. The UAV's can innovate in that area by supplying information that neither come from external sources nor are physically incorporated in the ship. UAV's have been deployed in many civilian and military missions. However, their role in the pilotage and maritime safety fields has been poorly documented.

In this work it's presented the feasibility of introducing a concept of the use of unmanned aerial vehicles in the field of pilotage and maritime safety. Firstly, a review of literature on the fields of maritime pilotage, aids to navigation, and unmanned aerial vehicles technology was carried out. Afterwards, three experimental tests were created. The first and second, dedicated to the study of the influence of an UAV in maritime pilotage were performed aboard a Portuguese Navy ship. The third test, dedicated to the study of the influence of an UAV in aids to navigation couldn't be carried out. An analysis on the experiments results was conducted. It was verified that a piloting team liked the use of the UAV capacities in the planning and preparation of pilotage. The "bird eye-view" provided by the UAV was also well received by the pilotage team, especially in mooring and setting sail maneuvers.

It's concluded that UAV's bring innovation and can be used in pilotage and maritime safety. It's also proposed subsequent studies on using this technology in aids to navigation and in the financial and human resource feasibility of introducing it in the Portuguese Navy.

Keywords: Maritime pilotage, Maritime safety, Aids to Navigation, Unmanned aerial vehicles



Índice

Epígrafe	I
Dedicatória.....	III
Agradecimentos	V
Resumo	VII
Abstract.....	IX
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	XV
Lista de Figuras	XVII
Lista de Tabelas	XIX
Introdução.....	1
Justificação do tema.....	1
Objetivos.....	2
Metodologias de investigação utilizadas	3
1. Capítulo 1 – Revisão da literatura	5
1.1. A navegação no mar.....	5
1.1.1. Modelo concetual do processo de navegação	6
1.1.2. A execução da navegação no mar.....	11
1.1.3. A condução da navegação no mar	14
1.1.4. A equipa de pilotagem	17
1.1.5. A influência das representações mentais ou mapas cognitivos na navegação	19
1.2. O assinalamento marítimo.....	21
1.2.1. Estado da arte.....	21
1.2.2. Fatores de conspicuidade durante o dia	24
1.2.2.1. Graus de perceção e alcance	24
1.2.2.2. Processamento da informação.....	26



Utilização de UAV na segurança e condução da navegação no mar

1.2.2.3.	A marca diurna – o objeto.....	27
1.2.2.4.	A marca diurna – as condições de visualização.....	32
1.2.2.5.	A marca diurna – o observador.....	35
1.2.3.	Fatores de conspicuidade durante a noite	36
1.2.3.1.	O observador.....	36
1.2.3.2.	A atmosfera.....	39
1.2.3.3.	A luz das ajudas à navegação.....	40
1.2.3.4.	O fundo luminoso	42
1.3.	A tecnologia dos UAV's	43
1.3.1.	Estado da arte.....	43
1.3.2.	O Unmanned Aerial System	47
1.3.3.	Tipos de UAV	48
1.3.4.	Sensores	49
2.	Capítulo 2 – Metodologias	53
2.1.	Atividade experimental – condução da navegação	53
2.1.1.	Área.....	54
2.1.2.	Navio.....	55
2.1.3.	UAV.....	55
2.1.3.1.	Cenário 1	56
2.1.3.2.	Cenário 2.....	56
2.1.4.	Registos e observações	57
2.2.	Atividade experimental – assinalamento marítimo.....	57
2.2.1.	Área.....	58
2.2.2.	Ajudas à navegação	58
2.2.2.1.	Cenário 1	58
2.2.2.2.	Cenário 2.....	58



Utilização de UAV na segurança e condução da navegação no mar

2.2.3. UAV.....	59
2.2.3.1. Cenário 1.....	60
2.2.3.2. Cenário 2.....	61
2.2.4. Registos e observações	62
2.2.5. <i>Workshop</i> com a Direção de Faróis	63
3. Capítulo 3 – Recolha e análise de dados	65
3.1. Atividade experimental – condução da navegação	65
3.1.1. Cenário 1.....	67
3.1.2. Cenário 2.....	71
3.1.3. Questionários	73
3.2. Atividade experimental – assinalamento marítimo.....	80
4. Capítulo 4 – Discussão de resultados	81
4.1. O modelo concetual do processo de navegação nas atividades experimentais	82
4.2. A execução da navegação nas atividades experimentais	84
4.3. A condução da navegação nas atividades experimentais.....	84
4.4. A equipa de pilotagem nas atividades experimentais.....	87
4.5. A influência da perspetiva em <i>bird-eye view</i> nas atividades experimentais	88
Conclusão	91
Trabalhos futuros.....	93
Lista Bibliográfica	95
Apêndice A – Questionário	101
Apêndice B – Imagens da realização do cenário 1 das atividades experimentais.....	111
Apêndice C – Imagens da realização do cenário 2 das atividades experimentais.....	119

