



ESCOLA NAVAL

talant de bi-faire



João Nuno Rodrigues Rubina

Análise do Risco de Fadiga no Mar

*Aplicação da ferramenta Martha a bordo de uma unidade
naval*

**Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares
Navais**



2016



ESCOLA NAVAL

talant de biefaire



João Nuno Rodrigues Rubina

Análise do Risco de Fadiga no Mar

Aplicação da ferramenta Martha a bordo de uma unidade naval

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais

Orientação de: CFR MN Maria Correia Diniz

O Aluno Mestrando,

O Orientador,

O Co- Orientador,

ASPOF Rodrigues Rubina

CFR MN Maria Correia Diniz

CFR Plácido da Conceição

Alfeite

2016



EPÍGRAFE

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

(Albert Einstein)



DEDICATÓRIA

Dedico a toda a minha família, amigos e namorada que sempre me apoiaram em todo o meu percurso académico.



AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer, à Doutora Capitão-de-Fragata Maria Correia Diniz, minha orientadora, e ao Capitão-de-Fragata Plácido da Conceição, meu Co-Orientador, por todo o apoio, orientação e disponibilidade durante todo o período de elaboração deste trabalho.

Agradecer a todos os Oficiais da Escola Naval, que me apoiaram em diferentes processos ao longo do planeamento deste trabalho. Também uma palavra de apreço ao Capitão-Tenente Brazuna Ranhola, Comandante do NRP João Roby, e a todos os oficiais da guarnição, pelo tempo disponibilizado na realização do meu estudo prático a bordo do mesmo.

Ao longo do meu estágio de embarque, a bordo do NRP “Cuanza”, foram-me proporcionadas todas as condições necessárias à realização deste trabalho, bem como todo o apoio, motivação e disponibilidade, pelo que gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos ao comando, oficiais e toda a guarnição do navio.

Por fim, agradecer aos meus pais e à minha irmã por todo o apoio e motivação que me deram desde o início do meu percurso e que foi sem dúvida o pilar que me manteve fiel aos meus princípios. Agradecer ainda à minha namorada, aos meus avós e a toda a minha família, aos meus amigos de Abrantes e aos meus camaradas do Curso Contra-Almirante Almeida Henriques, todos eles importantes nesta minha caminhada.



RESUMO

A segurança da navegação e a diminuição dos acidentes marítimos assumem nos dias de hoje um papel de extrema importância a nível internacional, principalmente por parte da indústria marítima, e é na base desta preocupação que surgem organizações como a *International Maritime Organization* (IMO). Nesta organização, o estudo do fator humano no domínio marítimo tem tido grandes desenvolvimentos, não só através da regulamentação com também da sensibilização dos vários intervenientes.

A fadiga no mar, embora seja um tema usual entre os navegantes, nunca houve uma grande sensibilização neste setor. Um tema que envolve a segurança do pessoal e que apenas recentemente foram elaborados estudos relativamente às suas causas, consequências e sobretudo à sua prevenção. É neste sentido que surge o *Project Horizon*, promovido pela União Europeia, com o objetivo de investigar os padrões de eficácia de alerta dos elementos responsáveis pela condução e manutenção das plataformas marítimas. Como produto final deste projeto europeu surge um protótipo de uma ferramenta de previsão da fadiga. A ferramenta “MARTHA – *maritime alertness*”, permite relacionar horas de descanso com horas de trabalho, sustentando a análise contínua do risco de fadiga.

Este trabalho de investigação, onde é aplicado um protótipo de uma ferramenta para a previsão da fadiga, a bordo de uma unidade naval da Marinha Portuguesa, tem como objetivo a avaliação do risco da fadiga em diferentes regimes horários de bordo. Para este estudo foram elaborados observações de diferentes regimes horários de bordo, por forma a conseguir uma maior variedade de dados e poder analisar comparativamente o rendimento dos respetivos regimes. Esta pesquisa constitui ainda uma medida de sensibilização para a importância da implementação de políticas de gestão da fadiga a bordo das unidades navais.

PALAVRAS – CHAVE: Fadiga no Mar; Project Horizon; MARTHA; eficácia de regimes horários.



ABSTRACT

The safety of navigation and the reduction of maritime accidents take nowadays an important role at an international level, particularly by the maritime industry; this concern is particularly embraced by international organizations like the International Maritime organization (IMO). This organization had been promoting the discussion of Human factors issues in the maritime domain, not only through regulation but also with awareness programs.

Fatigue at sea, although it is a usual topic to all mariners, there has never been a great awareness in this sector. An issue that involves the safety of all personnel on board and only recently were developed studies on the causes, consequences and specially to prevent them. It is in this sense that Horizon Project appears, directed by a European Commission, in order to investigate the alert efficiency standards of the elements responsible for the conducting and maintenance of marine platforms. As a final product of this European Project comes a prototype of a fatigue prediction tool. The tool “MARTHA – maritime alertness”, allows the relation of resting hours with working hours, resulting in a continuous analysis of the risk of fatigue.

This study appears not only as a measure of investigation, where a prototype of a tool for predicting fatigue is applied, on board of a naval unit of the Portuguese Navy, but also in order to assess the risk fatigue in different board systems schedules. Prepare the appropriate study to different time schedules in order to get a wider range of data and being able to comparatively analyse the performance of the respective systems board schedules. It comes even as a measure of research and awareness of the importance on implementing fatigue management policies on board naval units.

Keywords: Fatigue at Sea; MARTHA; Project Horizon; effectiveness of schedules systems.



ÍNDICE

EPÍGRAFE.....	ix
DEDICATÓRIA	xi
AGRADECIMENTOS.....	xiii
RESUMO	xv
ABSTRACT.....	xvii
ÍNDICE DE TABELAS	xxiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xxv
LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	xxvii
INTRODUÇÃO	29
1.1. Justificação do Tema	30
1.2. Objetivo da Investigação	30
1.3. Metodologia da Investigação	31
2. ESTADO DA ARTE.....	33
2.1. Segurança da Navegação.....	33
2.1.1. Sinistros Marítimos	34
2.2. Importância do fator Humano no Mar	37
2.3. Análise da Fadiga enquanto causa de acidentes marítimos	42
2.3.1. Contextualização da Fadiga.....	46
2.3.2. Análise da Fadiga no Processo de Tomada de decisão do Ser Humano.....	48



2.3.3.	Causas para o aparecimento da Fadiga no Mar	49
2.3.4.	Consequências da Fadiga na Segurança da Navegação	52
	Medidas para a prevenção / redução da Fadiga no Mar	54
2.3.5.	54
2.4.	Importância da Gestão da Fadiga a bordo.....	58
3.	<i>MARTHA</i> – ferramenta para a previsão da Fadiga.....	59
3.1.	Enquadramento no Project Horizon	59
3.2.	Análise da ferramenta MARTHA.....	63
3.2.1.	Previsão da fadiga com base em modelos matemáticos	63
3.2.2.	Desenvolvimento do modelo matemático usado na MARTHA	67
3.3.	Aplicação da ferramenta MARTHA.....	68
4.	Análise do risco de Fadiga submetido a bordo das Unidades Navais – estudo prático a bordo do NRP João Roby.....	71
4.1.	Planeamento e recursos	71
4.2.	Análise da eficácia da ferramenta Martha	73
4.2.1.	Psychomotor Vigilance Test	73
4.3.	Análise do risco de fadiga no regime de Quartos utilizado a bordo	76
5.	Análise do risco de Fadiga para diferentes regimes de horários usados a bordo das unidades navais.....	87
5.1.	Resultados Obtidos.....	88
5.2.	Análise Comparativa dos Resultados.....	94
	Conclusão	97
	Bibliografia	99
	Apêndice 1	103



Apêndice 2	121
Anexo A – Resolution A.890 (21)	123
Anexo B –Model Format for record of hours of work or hours of resto of seafarers	131
Anexo C – Crew Endurance Managment.....	133
Anexo D – Karolinska Sleepiness Scale	135



ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Incidência de colisões e encalhes relacionadas com “erro humano” e “fadiga”, fora da Holanda (excluindo outro tipo de acidentes e também as colisões e encalhes nas embarcações de pesca e navios de passageiros). O percentual está relacionado com os casos relevantes.....	41
Tabela 2 – Dados obtidos pelo PC-PVT	73
Tabela 3 – Planeamento final do Navio NRP João Roby no período do estudo prático	75
Tabela 4 – Horários exercidos no 1º Dia do Estudo Prático	75
Tabela 5 - Horários exercidos no 2º Dia do Estudo Prático.....	76
Tabela 6 - Horários exercidos no 3º Dia do Estudo Prático.....	76
Tabela 7 - Horários exercidos no 4º Dia do Estudo Prático.....	76
Tabela 8 - Horários exercidos no 5º Dia do Estudo Prático.....	76
Tabela 9 - Horários exercidos no 6º Dia do Estudo Prático.....	77
Tabela 10 - Horários exercidos no 7º Dia do Estudo Prático.....	77
Tabela 11 – Dados finais da ferramenta para o elemento “A”	78
Tabela 12 – Dados finais da ferramenta para o elemento “B”	78
Tabela 13 – Dados finais da ferramenta para o elemento “C”	79
Tabela 14 - Panorama geral de risco para o elemento “A”	83
Tabela 15 - Panorama geral de risco para o elemento “B”	83
Tabela 16 - Panorama geral de risco para o elemento “C”	84
Tabela 17 – Relação dos dados de autoavaliação do estado de alerta dos elementos durante os períodos de serviço	86
Tabela 18 – Planeamento de horários para o Regime 1	88
Tabela 19 – Panorama geral para o elemento “A” no Regime 1	88
Tabela 20 – Panorama geral para o elemento “B” no Regime 1	88
Tabela 21 – Panorama geral para o elemento “C” no Regime 1	89
Tabela 22 – Planeamento de horários para o Regime 2.....	89
Tabela 23 – Panorama geral para o elemento “A” no Regime 2	89



Tabela 24 – Panorama geral para o elemento “B” no Regime 2	89
Tabela 25 – Panorama geral para o elemento “C” no Regime 2	89
Tabela 26 – Panorama geral para o elemento “D” no Regime 2	90
Tabela 27 – Planeamento de horários para o Regime 3.....	90
Tabela 28 – Panorama geral para o elemento “A” no Regime 3	90
Tabela 29 – Panorama geral para o elemento “B” no Regime 3	90
Tabela 30 – Panorama geral para o elemento “C” no Regime 3	90
Tabela 31 – Panorama geral para o elemento “D” no Regime 3	91
Tabela 32 – Planeamento de Horários para o Regime 4 (apenas corresponde aos dois primeiros dias)	91
Tabela 33 – Panorama geral para o elemento “A” no Regime 4	91
Tabela 34 – Panorama geral para o elemento “B” no Regime 4	91
Tabela 35 – Panorama geral para o elemento “C” no Regime 4	91
Tabela 36 – Panorama geral para o elemento “D” no Regime 4	92
Tabela 37 – Panorama geral para o elemento “E” no Regime 4.....	92
Tabela 38 – Planeamento de Horários para o Regime 5	92
Tabela 39 – Panorama geral para o elemento “A” no Regime 5	92
Tabela 40 – Panorama geral para o elemento “B” no Regime 5	92
Tabela 41 – Panorama geral para o elemento “C” no Regime 5	93
Tabela 42 – Planeamento de Horários para o Regime 6.....	93
Tabela 43 – Panorama geral para o elemento “A” no Regime 6	93
Tabela 44 – Panorama geral para o elemento “B” no Regime 6	93
Tabela 45 – Panorama geral para o elemento “C” no Regime 6	93



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Pirâmide que descreve a ocorrência de acidentes.....	34
Figura 2 – Modelo Ergonómico ABS	36
Figura 3 - The Three Process Modelo of Alertness (TPM)	63
Figura 4 – Relação entre classificação média de sonolência (círculos abertos) e a média prevista baseada na ferramenta MARTHA (círculos fechados); Karolinska Sleepiness Scale (KSS).....	66
Figura 5 – Instruções de utilização da ferramenta MARTHA.....	67
Figura 6 – Gráfico de previsão de fadiga para o elemento “A”, Dia 5	80
Figura 7 – Gráfico de previsão de fadiga para o elemento “A”, Dia 3	80
Figura 8 - Gráfico de previsão de fadiga para o elemento “B”, Dia 5.....	80
Figura 9 - Gráfico de previsão de fadiga para o elemento “B”, Dia 1	82
Figura 10 - Gráfico de previsão de fadiga para o elemento “C”, Dia 4.....	83
Figura 11 - Gráfico de correlação entre os dados previstos pela MARTHA e os dados de auto-avaliação pelos elementos em estudo	87





LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

ABS	<i>American Bureau of Shipping</i>
ARPA	<i>Automated Radar Plotting Aid</i>
CEMS	<i>Crew Endurance Management System</i>
ECDIS	<i>Electronic Display Information System</i>
ECG	Electrocardiograma
EEG	Electroencefalograma
EOG	Electro-oculograma
ETA	<i>Estimated Time of Arrival</i>
ETD	<i>Estimated Time of Departure</i>
FSI	<i>Flag State Implementation</i>
GPIAM	Gabinete de Prevenção e de Investigação de Acidentes Marítimos
GPS	<i>Global Position System</i>
IMO	<i>International Maritime Organisation</i>
ISI	Intervalo Inter-Estímulos
KDT	<i>Karolinska Drowsiness Scale</i>
KSS	<i>Karolinska Sleepiness Scale</i>
MAIB	<i>Marine Accident Investigation Branch</i>
MARTHA	<i>Maritime Alertness</i>
MCA	<i>Maritime and Coastguard Agency</i>
MSC	<i>Maritime Safety Committee</i>
NRP	Navio da República Portuguesa
NTSB	<i>National Transportation Safety Bureau's</i>
OIT	Organização Internacional do Trabalho



OQP	Oficial de Quarto à Ponte
ONU	Organização das Nações Unidas
PVT	Psychomotor Vigilance Test
RMS	Royal Mail Ship
SAM	Sistema de Autoridade Marítima
SAR	<i>Search and Rescue</i>
SOLAS	<i>Safety of Life at Sea</i>
STCW	<i>Standards of Training Certification and Watchkeeping for Seafarers</i>
TPM	<i>Three Process Model</i>
UE	União Europeia
USCG	<i>United States Coast Guard</i>



INTRODUÇÃO

A fadiga no mar, embora seja uma problemática bastante conhecida, apenas recentemente foram desenvolvidos estudos sobre as suas causas, consequências e medidas para a prevenir. Desta forma, o recente *Project Horizon* tem um papel importante no estudo destes pressupostos nomeadamente com o desenvolvimento da ferramenta *MARTHA* para a prevenção do risco de fadiga.

A ferramenta *MARTHA* foi desenvolvida no âmbito do *Project Horizon*, como um protótipo de software para a previsão da fadiga no mar. O *Project Horizon*, parcialmente financiado pela Comissão Europeia e com várias parcerias ao nível de instituições académicas e empresas marítimas, teve como objectivo a investigação dos padrões de eficácia de alerta das pessoas responsáveis pela condução dos navios. Esta pesquisa pioneira procurou avançar na compreensão da fadiga no mar, enquanto fator prejudicial no processo cognitivo do ser humano, através da análise científica de dados retirados em ambiente simulado por cenários reais de navios (Consortium, *Project Horizon*, 2012). O projeto tem por base preocupações sobre as perdas crescentes (humanas, financeiras e ambientais) resultantes de acidentes marítimos que frequentemente citam a fadiga como causa contributiva. Um estudo realizado pela *Swedish Maritime Administration* refere que entre 15 a 20 % dos acidentes marítimos podem ser relacionados com a fadiga, levantando uma grande preocupação sobre este tema no que diz respeito à segurança no mar (LUTZHOF, 2008, p. 2).

A fadiga no mar pode ter diversas causas como o pouco tempo de descanso entre períodos de trabalho, más condições de habitabilidade, má alimentação e condições de saúde, entre outros. Esta pode ter graves consequências no processo de decisão do ser humano, na medida em que reduz a sua concentração e a sua fluidez de raciocínio (SQUIRE, 2013, p. 4). O ser humano é um elemento fundamental na condução da navegação no mar, deste modo a sua resposta a qualquer adversidade tem de ser rápida e eficaz. (Petrilli, 2002)



1.1. Justificação do Tema

Portugal na condição de país costeiro beneficia economicamente, de todas as atividades enquadradas no panorama marítimo, no entanto, encontra-se exposto aos riscos inerentes a um meio cada vez mais permiável a ameaças.

É com grande esforço por parte da comunidade marítima, que se tem conseguido reduzir o risco de acidentes e quando não é possível evitá-los, tem-se minimizado as suas consequências quer a nível da salvaguarda da vida humana, quer da salvaguarda do material (navio).

Desta forma, este tema surge na medida em que, a segurança da navegação marítima depende em grande parte do fator humano. Fator este, que está relacionado com a capacidade do elemento humano em reagir e se adaptar às diferentes situações no ambiente marítimo. Este processo de adaptação e reação leva a que os processos cognitivos que interagem no processo da tomada de decisão do ser humano sejam suficientemente eficazes. A análise da fadiga e da gestão dos horários a bordo é um tema que recentemente se tem demonstrado como um dos fatores mais preocupantes na gestão do pessoal por parte da indústria marítima.

A importância deste tema leva a que a Marinha Portuguesa, enquanto sistema de autoridade no mar, não só tome consciência das causas e consequências de uma má gestão da fadiga a bordo dos navios, mas também para que possa promover e garantir a sensibilização desta problemática junto da navegação que envolve o nosso espaço marítimo.

1.2. Objetivo da Investigação

O principal objetivo desta Dissertação de Mestrado será a análise do risco da fadiga a bordo das unidades navais da Marinha Portuguesa. Paralelamente, o objetivo na aplicação da ferramenta MARTHA será o de analisar a utilidade do protótipo no que diz respeito á previsão da fadiga para diferentes regimes horários implementados a bordo.

A questão central para o desenvolvimento da investigação é:



- ✓ De que forma os OQP's nos navios da marinha portuguesa estão sujeitos a um risco de fadiga que possa pôr em causa a segurança da navegação?

As respetivas questões derivadas serão:

- ✓ Quais as causas e consequências da fadiga no mar?
- ✓ De que forma a fadiga compromete a segurança da navegação?
- ✓ Como se pode avaliar o risco de fadiga?
- ✓ Qual o risco de fadiga a que os OQP's são submetidos durante um período contínuo no mar?

1.3. Metodologia da Investigação

A metodologia usada nesta dissertação de mestrado tem por base um modelo de investigação em ciências sociais. Este modelo é dividido em três atos do procedimento: a rutura; a construção e a validação. Os três atos não são independentes, constituem-se mutuamente. São realizados ao longo de uma sucessão de operações, que aqui são reagrupadas em sete etapas, que estão em permanente interação:

- ✓ Etapa 1: Pergunta de partida;
- ✓ Etapa 2: Exploração;
- ✓ Etapa 3: Problemática;
- ✓ Etapa 4: Construção do modelo de análise;
- ✓ Etapa 5: Observação;
- ✓ Etapa 6: Análise das informações;
- ✓ Etapa 7: Conclusões.

A pergunta de partida estabelecida corresponde à questão central já referida anteriormente. A exploração de informação relativamente ao tema corresponde ao desenvolvimento do estado da arte, onde se realiza uma pesquisa bibliográfica enquadrada no tema da fadiga no mar em geral e a sua influência no elemento humano, enquanto responsável pela segurança da navegação. Esta pesquisa permitiu conceber uma problemática de investigação mais centrada no risco de fadiga a bordo das unidades navais. Na conceção da problemática foram estabelecidas as questões derivadas, já referidas anteriormente. Neste trabalho a construção do modelo de análise



corresponde ao processo de estudo e análise da ferramenta *MARTHA*, a qual serviu como modelo para o estudo prático desenvolvido. Todo o processo de enquadramento sobre esta ferramenta encontra-se descrito no terceiro capítulo. A observação dos dados consiste no estudo prático desenvolvido a bordo de uma unidade naval, onde serão introduzidos na ferramenta os dados relativos ao regime de horários usado pelos Oficiais de Quarto à Ponte. Posteriormente serão analisados os resultados retirados da ferramenta permitindo uma análise correspondente em parte à pergunta de partida, onde é efetivamente verificado o risco de fadiga. Paralelamente será usada a mesma ferramenta para o estudo de diferentes regimes de horários usados a bordo de uma forma simulada.

Este trabalho virá a ter diversas conclusões, não só a nível teórico onde é verificado toda a envolvência da fadiga no que diz respeito ao processo de decisão do ser humano, como também as suas causas e consequência para a segurança da navegação e de que forma a gestão da fadiga pode diminuir o risco de acidentes marítimos. Ao nível prático, verificar não só as valências da utilização da ferramenta *MARTHA* enquanto software de previsão de fadiga, mas também a análise do risco de fadiga nos diferentes regimes de horários que possam ser utilizados a bordo.



2. ESTADO DA ARTE

2.1. Segurança da Navegação

O fenómeno da globalização a que se tem assistido desde o início do século XXI, tem afirmado o mar como uma via de transporte bastante privilegiada, originando um movimento constante de cargas marítimas a uma escala mundial. (Ferreira, 2014)

A segurança da navegação marítima é um objetivo que diariamente tenta ser perseguido e garantido pelos diversos atores responsáveis. Contudo, e embora já se tenha verificado enormes avanços enquadrados nesta problemática, a grande maioria das medidas implementadas até hoje com o intuito de diminuir o número de sinistros marítimos, foram tomadas somente após ocorrerem graves acidentes no mar. Exemplo disso, foi a primeira versão da convenção SOLAS (*Safety of life at Sea*) assinada a 30 de Janeiro de 1914, após o incidente que ocorreu com o *Royal Mail Ship (RMS) Titanic*¹. A convenção SOLAS assume-se como a base reguladora da IMO (*International Maritime Organisation*)², no que diz respeito a *maritime safety* e *maritime security*. Destacando-se ainda a convenção STCW (*Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers*), que resume a preocupação da comunidade marítima internacional no sentido de evoluir normativamente, na qualificação e certificação de marítimos, regulação de departamentos a bordo, vivência, saúde operacional, segurança e assistência medica a bordo, entre outras. (Ferreira, 2014)

¹ O *RMS Titanic* foi um navio transatlântico da classe *Olympic*, que durante a sua viagem inaugural chocou com um iceberg no oceano atlântico, afundando duas horas e quarenta minutos depois, morrendo cerca de 1523 pessoas.

² Agência europeia especializada na navegação marítima, diretamente ligada às Nações Unidas, de acordo com o artigo 64º e 57º da carta da Organização das Nações Unidas (ONU).



O Sistema de Autoridade Marítima (SAM)³, ao nível nacional e no que diz respeito á segurança da navegação assume as seguintes responsabilidades:

- ✓ Segurança e controlo da navegação;
- ✓ Assinalamento marítimo, ajudas e avisos à navegação;
- ✓ Salvaguarda da vida humana no mar e salvamento marítimo;
- ✓ Proteção civil com incidência no mar e faixa litoral;
- ✓ Segurança da faixa costeira e no domínio público marítimo das fronteiras marítimas fluviais;
- ✓ Proteção da saúde pública.

Apesar da regulamentação nacional e internacional existente no âmbito da segurança marítima e do investimento da indústria em navios mais seguros, os acidentes no mar, com causas muito diversificadas, continuam a ocorrer. Por isso, muitos têm sido os esforços das organizações com responsabilidades no âmbito da segurança marítima para minimizar o risco de sinistros marítimos através de navios melhores, tripulantes mais bem treinados e práticas que tenham em conta a necessidade de preservar o meio marinho. (Gouveia, 2013)

2.1.1. Sinistros Marítimos

A garantia da segurança daqueles que fazem uso de um meio hostil, desconhecido, perigoso e gigantesco como o mar, tem vindo a ser uma preocupação constante ao longo dos séculos da navegação marítima (Ferreira, 2014). No entanto, como já referido, os acidentes no mar acontecem, é pois nesta área que se insere a acção do Gabinete de

³ Organismo responsável por garantir o cumprimento da lei nos espaços marítimos sob jurisdição nacional (Decreto-Lei n.o 300/84, de 7 de setembro).



Prevenção e de Investigação de Acidentes Marítimos (GPIAM)⁴. Responsáveis, a nível nacional, por analisar a gênese, as causas e consequências dos acidentes marítimos, afirmam estatisticamente que desde o início de 2013 e até ao final do primeiro quadrimestre de 2014, registaram-se 226 acidentes marítimos, dos quais 184 correspondem a 2013 e 42 aos primeiros quatro meses de 2014 (Sulemane, 2015).

Segundo o *Maritime Safety Committee* (MSC)⁵ é necessário fazer a distinção entre acidente marítimo e incidente marítimo. Considera-se acidente marítimo, “um acontecimento ou uma sequência de acontecimentos, que tenham resultado em qualquer das ocorrências a seguir, diretamente relacionado com as operações de um navio:

- ✓ A morte, ou ferimentos graves numa pessoa;
- ✓ A perda de uma pessoa de um navio;
- ✓ A perda, suposta perda ou abandono de um navio;
- ✓ Um dano material de um navio;
- ✓ O encalhe ou incapacitação de um navio, ou o envolvimento de um navio numa colisão;
- ✓ Um dano material à infraestrutura marítima estranha a um navio, que possa colocar seriamente em perigo a segurança do mesmo, de um outro ou de uma pessoa;
- ✓ Danos graves, ou a possibilidade de danos graves ao meio ambiente, provocados pelos danos causados a um navio ou a navios.”

Um incidente marítimo significa “um acontecimento, ou uma sequência de acontecimentos (que não um acidente marítimo) que tenha ocorrido diretamente em relação à operação de um navio e que tenha colocado em perigo ou, que se não for

⁴ GPIAM, serviço central da administração direta do Estado, dotado de autonomia administrativa e sob a dependência do membro do Governo responsável pelo mar. Elabora e divulga relatórios, formula recomendações em matéria de segurança marítima que visem reduzir a sinistralidade marítima.

⁵ Regulado pelo Artigo nº 28 da Convenção IMO



corrigido, possa colocar em perigo a segurança do navio, dos seus ocupantes, de qualquer pessoa ou do meio ambiente.” (Ferreira, 2014)

Como demonstra a Figura 1, os atos inseguros (*Unsafe Acts*) potencialmente perigosos e rotinas de trabalho diárias, com um potencial de segurança crítica, ocorrem em número muito maior do que os quase acidentes (*Near Misses*) e encontram-se na base da pirâmide. Isto significa que, incidindo apenas sobre acidentes (*Accidents*), incidentes (*Incidents*) e quase acidentes estamos a concentrar apenas na ponta do iceberg, perdendo assim uma grande quantidade de rotinas diárias de trabalho, ações e dados comportamentais. No entanto, existe uma crescente percepção de que uma análise sistemática dos incidentes menores pode resultar na análise de informação confiável e determinante na prevenção da segurança. (Grech, Horberry, & Koester, 2008)



Figura 1 – Pirâmide que descreve a ocorrência de acidentes⁶

Segundo Gould (2009), as diferentes causas nos acidentes marítimos são geralmente divididas em três categorias principais: as causas externas, que normalmente estão

⁶ GRECH, M. R., HORBERRY, T. J., & KOESTER, T. (2008), *Human Factors in the Maritime Domain*, Londres, CRC Press



associadas às condições meteorológicas e às movimentações do navio; as causas técnicas que indicam todas as falhas ao nível de qualquer equipamento; e por fim as causas humanas que estão associadas aos operadores da plataforma e responsáveis pela condução da mesma. O desenvolvimento deste trabalho focou-se na importância do ser humano na condução da navegação e na medida em que o mesmo está relacionado com as condições de segurança da mesma.

2.2. Importância do fator Humano no Mar

Atualmente, a importância do fator humano na segurança marítima é amplamente reconhecida por organizações internacionais como a Organização Internacional do Trabalho (OIT) e a IMO. A resposta das sociedades, neste âmbito prende-se com a orientação de regras e princípios para a conceção de estruturas marítimas, a sua manutenção e prontidão. Segundo a IMO (International Maritime Organization, 2006) não existem maneiras rápidas e fáceis para demonstrar a importância do elemento humano na segurança marítima.

No contexto marítimo, o termo elemento humano engloba tudo o que influencie a interação entre o ser humano e outra qualquer pessoa, sistema ou máquina a bordo de um navio. Um navio é um produto final que resulta de um compromisso entre o que é necessário para satisfazer os regulamentos, o que é absolutamente necessário para cumprir o papel operacional e o que é acessível em termos de recursos. Assim, para além de qualquer navio ou sistema ser capaz de operar de forma segura e eficaz, ele tem de ser concebido para suportar as pessoas que nele trabalham, sem prejuízo da sua saúde, segurança e desempenho, nomeadamente em relação à sua: habitabilidade; manutenção; capacidade de trabalho; controlo; manobrabilidade e sobrevivência. (Akhtar, 2014)

O modelo ergonómico desenvolvido pela ABS (*American Bureau of Shipping*)⁷ tem como objetivos principais melhorar a segurança marítima, o desempenho das tarefas da tripulação e a qualidade de vida a bordo.



Figura 2 – Modelo Ergonómico ABS⁸

Neste modelo são analisadas questões relativas ao factor humano como a habitabilidade, a avaliação da cultura de segurança, a identificação de potenciais indicadores avançados de segurança, a segurança pessoal do navegante e a aplicação da ergonomia⁹ em ambiente marítimo. Este modelo engloba elementos importantes, como

⁷ O American Bureau of Shipping (ABS) foi fundado em 1862, Nova Iorque, para proteção da propriedade no mar. O ABS Quality Evaluations é uma empresa do grupo criada para certificação de Sistemas de Gestão.

⁸ PRAY, J., MCSWEENEY, K., & TOMLINSON, C. (2014). *The Human Element in Safe Shipping: ABS initiatives*, Londres, America Bureau of Shipping

⁹ Ergonomia é a disciplina científica relacionada com o entendimento das interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. É a profissão que aplica as teorias, princípios, dados e métodos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho geral de um sistema.



o tipo de navio onde se opera, o meio ambiente do local de trabalho, a gestão e organização, e as capacidades das pessoas em operar determinados dispositivos. A insuficiente atenção a estes fatores pode afetar a segurança e a eficiência da plataforma. (Pray, Mcsweeney, & Tomlinson, 2014)

O *design* e o *layout* do modelo diz respeito à interação do pessoal com os equipamentos, sistemas e interfaces (Exemplos: controladores, alarmes, unidades de vídeo, computadores, etiquetas, escadas), é de uma forma geral o espaço de trabalho. Os aspetos ambientais do modelo tendem a abordar a habitabilidade e as características da saúde ocupacional relacionadas com a vibração, o ruído, o clima interior e a iluminação. A adequada disponibilidade do pessoal é essencial para garantir a segurança do meio naval. Esta disponibilidade é particularmente essencial com o aumento da complexidade das tarefas e dos equipamentos, exigindo cada vez maior vigilância e experiência. A seleção do pessoal para cada tarefa deve ter em conta diversos fatores como: os conhecimentos, as competências e as capacidades que resultam de uma compreensão básica, a formação geral do indivíduo e a sua experiência; a formação marítima específica para o tipo de navio; as características corporais; as capacidades e limitações físicas como a aptidão física, a visão, a existência ou não de doenças crónicas ou agudas; e as características psicológicas como a tolerância ao risco e a resistência ao stress psicológico. A atitude da administração nos processos organizacionais reforça o impacto da segurança em todo um ciclo de vida de um sistema. A aplicação efetiva de uma política de segurança bem projectada, cria um ambiente que minimiza os riscos e reflete um positivismo e uma cultura de segurança. Um compromisso por parte da gestão de topo é essencial para uma política de segurança ter sucesso (Pray, Mcsweeney, & Tomlinson, 2014)

Como já foi referido, um navio apresenta um ambiente de trabalho incomum e doloroso. As tarefas são normalmente executadas numa plataforma em movimento e, além disso, a sobrecarga de fatores como o longo período de tempo fora da família, a convivência constante com as mesmas pessoas e por vezes a alternância entre períodos com grande atividade operacional e períodos bastante monótonos, são stressores que integram um ambiente determinante para o aumento do risco em cometer erros. De entre os fatores que podem influenciar positiva ou negativamente o domínio do trabalho



marítimo através do desempenho humano no mar, destacam-se estes, considerados mais influentes (Grech, Horberry, & Koester, 2008):

- Número de tripulantes;
- Novas Tecnologias;
- Fatores Sociais.

Na última década houve uma tendência relevante para a redução do pessoal¹⁰ em diversos setores de trabalho, nos quais se insere o domínio marítimo. Para os navios mercantes hoje em dia é requisito obrigatório, pela convenção SOLAS, transportar um certificado de lotação mínima de segurança. A Resolução A.890 (21) (Anexo B)¹¹ da IMO, dá algumas orientações relativamente a este requisito da SOLAS, que tem em conta a dimensão, o perfil operacional e os equipamentos técnicos do navio. Embora estas diretrizes sejam relativamente abrangentes, a decisão final da dimensão mínima da tripulação tem por base uma avaliação subjetiva dos responsáveis pela administração do navio. Uma revisão dos certificados existentes e uma comparação com os requisitos operacionais a bordo indicam que os números da tripulação são frequentemente insuficientes para resolver tarefas específicas, como a manutenção e a resposta a emergência, sem violar requisitos mínimos de períodos de repouso ou induzir um decréscimo no potencial de desempenho humano. (Grech, Horberry, & Koester, 2008)

Tradicionalmente, a comunidade marítima internacional abordou a segurança marítima a partir de uma perspetiva predominantemente técnica. Era prática comum aplicar soluções tecnológicas, como o radar, ARPA (Automated Radar Plotting Aid) e GPS (Global Position System) para garantir a segurança e minimizar os riscos de acidentes. O fator humano foi, até um passado recente, encarado de uma maneira periférica, com pouca ou nenhuma consideração dada aos erros quer humanos quer

¹⁰ A Marinha Portuguesa nos últimos vinte anos reduziu o número de pessoal em 45 %.

¹¹ Documento apresentado em Anexo.



organizacionais. Apesar dos progressos até hoje alcançados no avanço da tecnologia, ainda não foram desenvolvidos sistemas imunes a erros cometidos por aqueles que os operam. Assim, embora a maioria dos acidentes envolvendo colisões apontem para um incumprimento no Regulamento Internacional para Evitar Abalroamentos no Mar (RIEAM -72)¹² da IMO, uma série de estudos revelam carências ao nível do elemento humano nesses casos. Isto enfatiza a necessidade de conceber e desenvolver novas tecnologias que atendam aos requisitos gerais do sistema, mas também sejam responsáveis pelo controlo das limitações humanas nesse próprio sistema. (Grech, Horberry, & Koester, 2008)

Não é incomum para um navio ter uma tripulação de diversas origens culturais e sociais, no entanto este fator é bastante reduzido ao nível dos navios militares, visto que todos os elementos pertencem á mesma nacionalidade, o que já não acontece em navios de transporte marítimo. O principal elemento organizacional que é afetado é a comunicação entre os indivíduos o que dificulta a estrutura organizacional em termos de fluidez de informação. (Grech, Horberry, & Koester, 2008)

A noção que o ser humano tem do risco é um dos fatores determinantes na segurança da navegação e é também o que define a importância do ser humano na condução da navegação. A definição de risco refere-se à possibilidade de a noção do sentido da realidade para o ser humano seja inadequada para lidar com o mundo de forma segura e eficaz. A nossa percepção do risco está um pouco relacionada com a probabilidade real de que algo mau possa vir a acontecer. No entanto, apesar de não se tratar de uma questão de cálculo de probabilidade é suficientemente difícil para o ser humano ter esta percepção. Assim, como existe uma série de fatores que afetam o sentido de cada indivíduo tomar determinadas ações, então também existe uma série de fatores que afetam a avaliação dos riscos a que os mesmos estão sujeitos. Existem três principais fatores que influenciam a percepção do risco: o controlo que cada indivíduo pensa ter da situação; o valor que algo (influenciável pela situação) tem para o indivíduo; e em que

¹² O RIEAM contém as regras de manobra no mar. Aprovado a 20 de Outubro de 1972, pela Organização Marítima Consultiva Intergovernamental, antecessora da IMO.



medida as coisas lhe são familiares (Gregory & Shanahan, 2010). A percepção do risco é dos elementos mais influenciáveis no que diz respeito à tomada de decisão do ser humano. Desta forma irá ser analisado, no decorrer deste trabalho, o impacto na fadiga durante todo o processo de decisão do ser humano.

2.3. Análise da Fadiga enquanto causa de acidentes marítimos

A maioria dos ambientes marítimos são caracterizados por horários irregulares, onde conseqüentemente a quantidade de trabalho a executar pelos tripulantes, bem como a quantidade de descanso que lhes é proporcionada não é a mais estável. Um fator-chave no desempenho individual é o nível de fadiga. Desta forma, as características fisiológicas da tripulação devem ser contabilizadas na concepção do ambiente físico e organizacional de um navio. No entanto, isso pode ser extremamente difícil no caso da prevenção fadiga em ambientes marítimos.

Investigações recentes têm demonstrado resultados potencialmente perigosos para a fadiga no que diz respeito a problemas de saúde e na diminuição do desempenho operacional (Hetherington, Flin, & Mearns, 2006). Muitos desses relatórios são de encalhes e colisões devido à falta de atenção da pessoa responsável pela manobra do navio, que estava sofrendo de uma falta de sono provocada pelo ciclo de serviços de quarto ou pelo excesso de carga de trabalho fora das suas funções de quarto (Nautical Institute, 2007).

O Ministério Holandês dos Transportes ordenou a realização de um estudo à Organização Holandesa da Pesquisa Científica Aplicada, com o objectivo de compreender com que frequência a fadiga é considerada um fator causal para colisões e encalhes fora da Holanda. Foram analisados vários dados com base em documentos do subcomité da IMO, Flag State Implementation (FSI)¹³. Na apresentação dos dados

¹³ Foi criado pela IMO em 1992, com o intuito de melhorar o desempenho dos governos no cumprimento dos acordos da IMO. Em 2013 foi renomeado de *Sub-Committee on Implementation of IMO*



apenas foram analisadas colisões e encalhes resultantes de “erro humano” (excluindo problemas de comunicação como causa, que podem até estar relacionados com a fadiga em alguns casos). Como indicado na Tabela 1, o erro humano é considerada das causas mais frequentes para a colisão e o naufrágio (60 – 81 %), onde entre 11 a 20 % a fadiga foi explicitamente indicada como uma causa neste tipo de acidente. (Starren & Heinrich, 2005)

	FSI 9/10	FSI 10/9	FSI 11/4	FSI 13/WP.2
Groundings & collisions	1996-1999	1998 - 2000	1997-2000	1999-2002
Human error	11 (73%)	38 (60%)	23 (72%)	30/31 (81%)
Fatigue	2 (13%)	9 (14%)	3/4 (11%)	7/8 (20%)
Total of relevant cases	15	63	32	37
Total number of cases	38	68	72	107

Tabela 1 - Incidência de colisões e encalhes relacionadas com “erro humano” e “fadiga”, fora da Holanda (excluindo outro tipo de acidentes e também as colisões e encalhes nas embarcações de pesca e navios de passageiros). O percentual está relacionado com os casos relevantes.¹⁴

A 22 de Março de 1989, o petroleiro Exxon Valdez com destino à Califórnia, encalhou no *Prince William Sound's Bligh Reef*¹⁵, no Alasca. Derramou cerca de 11 milhões de galões de óleo no mar, criando o desastre ambiental mais devastador feito pelo homem no mar. Os investigadores de acidentes da US National Transportation Safety Bureau's (NTSB) atribuíram como causas prováveis, a fadiga e o excesso de

Instruments (III). Tem como instruções diretas abordar eficaz e consistentemente a implementação global dos instrumentos da IMO relativos à segurança marítima e proteção do ambiente marítimo.

¹⁴ STARREN, J., & HEINRICH, J. G. (2005), *Fatigue in Shipping industry*, TNO

¹⁵ *Bligh Reef* é um recife ao largo da costa da ilha *Bligh* em *Prince William Sound*, no Alasca. *Prince William Sound* é uma enseada do golfo do Alasca, na costa sul do estado norte-americano do Alasca, localizado no lado leste da península de *Kenai*.



carga de trabalho que o oficial de quarto fazia sentir, após não ter tido 6 horas de descanso antes de entrar no seu serviço de 12 horas. Por sua vez, este resultado deveu-se ao facto de a Exxon Shipping Company não ter adequadamente considerado o aumento da carga de trabalho nos tripulantes, causada pela redução da guarnição.

Muito se aprendeu acerca da influência da fadiga nos acidentes marítimos com o resultado deste incidente. No entanto, o conhecimento adquirido ainda não conseguiu, aos dias de hoje, eliminar o problema. O encalhe do cargueiro *Antari*, ocorreu aproximadamente 20 anos depois, em junho de 2008. O comandante, sentado a estibordo junto ao radar e ao ECDIS¹⁶, estava a tomar conta da manobra do navio. Quase imediatamente depois de se sentar adormeceu e permaneceu a dormir até o navio encalhar na costa da Irlanda do Norte três horas mais tarde. De acordo com a *UK's Marine Accident Investigation Branch (MAIB)*, 82 % dos encalhes que ocorrem entre as 00h00 e as 06h00 são devido a fadiga. Quando naquela noite, o comandante não demonstrou perante a guarnição qualquer sinal exterior de fadiga, o mesmo tinha sido responsável pelas operações de carga no porto na noite anterior (das 19h00 às 09h00), tendo apenas sido capaz de descansar entre as 02h30 e as 06h00 (Gregory & Shanahan, 2010).

A 31 de Outubro de 2004, o petroleiro *Border Heather* sofreu uma explosão seguida de um incêndio no seu castelo de proa, não havendo feridos criou danos na sua estrutura. A explosão aconteceu depois do navio ter embarcado uma carga volátil de gasolina para motores. Algumas válvulas de isolamento não tinham sido bem fechadas e uma válvula de retenção vazou, em seguida com a libertação de gás, o vapor na sala do propulsor de vante foi incendiando equipamentos elétricos não destinados ao uso em atmosferas explosivas. O comandante tinha operado durante vários anos seguindo um padrão de sono limitado, devido ao carácter e requisitos físicos. Nos últimos anos tinha seguido um regime na antiga classe de navios costeiros *Border*, onde se sentia confiante

¹⁶ *Electronic Chart Display and Information System*



nos conhecimentos dos navios e onde o seu serviço era livre de stress e ansiedade. Durante as quatro semanas anteriores ao acidente, ele foi confrontado com equipamentos modernos, juntamente com dificuldades associadas a operações de carga. Segundo a MAIB, o comandante estava sobrecarregado e, em algum grau, cansado quando na noite anterior ao acidente usou o sistema de libertação de gás e decidiu adiar o fechamento adequado ao sistema para a manhã seguinte. O esquecimento do comandante, em não fechar corretamente o sistema na manhã seguinte foi apenas uma consequência dessa fadiga (Marine Accident Investigation Branch, 2006).

Segundo a publicação PGNAV 200¹⁷, O “Relatório Final do Grupo de Análise dos Acidentes Marítimos Envolvendo Unidades Navais”¹⁸ refere que: “Os acidentes com navios são geralmente consequência de erro humano, algumas vezes um único erro, na sua maioria uma série de erros cometidos sucessivamente. Mesmo no caso de existir falha de material ou equipamento, o erro humano contribui quase sempre para o resultado final. Esta constatação resulta da complexidade do navio e da redundância presente em alto grau nos sistemas de bordo e, até, nos procedimentos do pessoal.” Nesta publicação, cujo objetivo é, ao analisar os acidentes marítimos nas unidades navais da Marinha Portuguesa desde 1992, contribuir para a redução do risco de acidentes no mar, analisou-se em que fatores poderia a fadiga estar direta ou indiretamente presente nas causas identificadas aos acidentes. Na tabela 1¹⁹ da publicação verifica-se que na categoria de causas relativas à administração da organização da ponte, cujas subcategorias são o trabalho de equipa (direção e organização), a troca de informação e a adaptação à alteração de condições, em 22 acidentes investigados 13 dos mesmos ocorrem devido a causas nesta categoria (mais de

¹⁷ Publicação Não Classificada, de carácter militar. Elaborada pelo Comando Naval, identifica as falhas de processos e procedimentos com origem nas causas dos acidentes marítimos ocorridos na Marinha Portuguesa.

¹⁸ Despacho do Alm. CEMA n.o 48/95, de 23 de Junho

¹⁹ Apresentado em Anexo



50%). Dos quais se pode identificar causas como: “O relativamente curto intervalo de tempo entre missões sucessivas”; “A deficiente / má avaliação do risco...”; “Deficiente supervisão da equipa de navegação pelo OQP”.

Como será analisado nos capítulos seguintes a fadiga e a sobrecarga de trabalho tem consequências inteiramente relacionadas com a incapacidade de concentração, resposta lenta a problemas e desafios, e a diminuição na capacidade de decisão.

2.3.1. Contextualização da Fadiga

A fadiga é um termo geralmente aceite como um sentimento de cansaço extremo ou sonolência, que pode resultar de sono insuficiente, de trabalho mental ou físico prolongado, e ainda de longos períodos de stress e ansiedade.

O sono é um processo ativo; quando as pessoas estão a dormir, estão na verdade num estado alterado de consciência. O sono não tem a mesma qualidade e não proporciona os mesmos benefícios recuperativos em todas as pessoas. As necessidades de sono são únicas de indivíduo para indivíduo, no entanto recomenda-se geralmente que uma pessoa obtenha em média, entre 7 a 8 horas de sono por cada dia de 24 horas. A pessoa precisa da quantidade de sono que lhe produza a sensação de estar revigorado e alerta. A prontidão e o desempenho são fatores diretamente relacionados com o sono. O sono insuficiente ao longo de vários dias consecutivo irá prejudicar o estado de alerta. Apenas o sono pode manter ou restabelecer os níveis de desempenho de um indivíduo. O sono deve ser contínuo; seis períodos de sono de uma hora não tem o mesmo benefício que um período de seis horas de sono. As pessoas precisam ainda de um sono profundo, só estar a descansar, não garante uma boa recuperação. Um indivíduo deve dormir em sincronia com o seu relógio biológico para garantir a qualidade do sono (International Maritime Organisation, 2001).

Cada indivíduo tem um relógio biológico, e este relógio regula o ritmo circadiano do corpo. O corpo humano move-se através de vários processos físicos e estados dentro de um período de 24 horas, como dormir / acordar, as mudanças cíclicas da temperatura corporal, os níveis hormonais, a sensibilidade as drogas, etc. Este ciclo representa o



ritmo circadiano. O relógio biológico está perfeitamente sincronizado com o padrão tradicional de vigília durante o dia e dormir à noite. O relógio biológico faz uma pessoa se sentir com sono ou em estado de alerta, numa programação regular, estando o ser humano num período ativo ou não. Em condições normais o ciclo segue um ritmo de 24 horas, no entanto, o ciclo não é o mesmo entre as pessoas. Embora os ritmos individuais variem, o ciclo de cada pessoa tem dois picos distintos. Independentemente de outros fatores relacionados com o sono que possam causar sonolência, existem dois períodos de baixa vigília em cada período de 24 horas, estes geralmente ocorrem entre as 3 e as 5 horas da madrugada e entre as 3 e as 5 horas da tarde. Precedendo estes períodos de alerta mais baixo, são os períodos de estado de alerta máximo. Para muitas pessoas, o ambiente marítimo, resulta no conflito entre os padrões de trabalho e o seu relógio biológico. Os horários irregulares, o cruzamento de fuzos horários, etc, fazem com que os seus ritmos circadianos não estejam sincronizados. Além disso o relógio biológico só pode ser ajustado por uma ou duas horas por dia. Entretanto este não ajustamento, irá resultar que o relógio interno irá acordar uma pessoa quando ela precisa de dormir e colocá-la a dormir quando ela precisa de estar acordada. (International Maritime Organisation, 2001).

A fadiga é geralmente entendida como um estado de cansaço físico e mental, onde existe um declínio progressivo no desempenho e estado de alerta do ser humano (Consortium, Project Horizon, 2012). A fadiga pode ainda ser identificada como aguda, que geralmente é revertida pelo sono e relaxamento, ou acumulativa. A fadiga aguda é limitada aos efeitos de um único período de serviço, com um dia de 5 a 9 horas de trabalho pode resultar em períodos de sonolência ou em realmente adormecer. A fadiga acumulativa ocorre quando a recuperação entre os períodos de trabalho é inadequada. Assim, a fadiga acumulada geralmente apresenta mudanças no dia-a-dia da pessoa, devido à acumulação de um défice de sono ao longo do tempo (Starren & Heinrich, 2005).

A IMO define a fadiga como sendo “uma redução na capacidade física ou mental resultado de um esforço físico, mental ou emocional que pode prejudicar quase todas as capacidades físicas do ser humano como: força; velocidade; tempo de reação;



coordenação; tomada de decisão e equilíbrio” (International Maritime Organisation, 2001, p. 4).

2.3.2. Análise da Fadiga no Processo de Tomada de decisão do Ser Humano

Segundo Peter Drucker²⁰ (2001), o processo da tomada de decisão é composto por cinco etapas relevantes e que devem ser consequentes, sendo estas:

- 1) A perceção concreta do problema na sua globalidade, estabelecendo uma decisão que o resolva, sob forma de uma regra simplificada ou um princípio fundador;
- 2) A definição dos objetivos que a resposta final deve atingir;
- 3) A definição da solução que irá satisfazer na plenitude os objetivos estabelecidos, sem olhar a adaptações e concessões na decisão final;
- 4) A seleção, dentro do processo de decisão, da ação mais eficaz a ser efetivamente tomada;
- 5) O *feedback*, que teste a eficácia e validade da decisão, fazendo uma análise do natural decurso dos acontecimentos.

Depois de analisados, foram identificados vários fatores, inerentes ao processo de tomada de decisão do ser humano, que poderiam ser prejudicados pela presença de fadiga no indivíduo responsável (Petrilli, 2002).

Na primeira fase do modelo, a perceção da situação, envolve a aquisição, manutenção e processamento de sinais salientes num determinado problema, de modo a construir uma representação mental coerente. Além disso, abrange capacidades do ser humano como filtragem de informações, atenção seletiva, concentração, categorizarão e

²⁰ Peter Ferdinand Drucker, nasceu em 1909 em Viena, Áustria. Foi escritor, professor e consultor administrativo, sendo o mais reconhecido dos pensadores do fenómeno dos efeitos da globalização nas organizações.



comparação de sinais, controlo e vigilância da informação. Sendo estas capacidades cognitivas do ser humano muito específicas e complexas são extremamente afetadas essencialmente pela fadiga do indivíduo (Petrilli, 2002).

A memória quer de curto ou longo prazo relaciona-se com a retenção e recuperação de informações. Além disso, inclui a capacidade de recuperar experiências passadas, eventos, metáforas e analogias para uso numa correspondência padrão, atualização de procedimentos e para a construção de representações mentais mais coerentes. É também nesta fase de representação mental do problema no processo de tomada de decisão que a memória passada pode recuperar objetivos, valores e efeitos de um determinado problema (Petrilli, 2002).

A fadiga pode afetar negativamente o processo de gerar ou selecionar um modelo mental já existente na memória. A capacidade de representação mental refere-se a mecanismos de grande complexidade como imagens mentais e orientação espacial. Esta capacidade é geralmente utilizada durante o planeamento e resolução do problema, avaliação de riscos e objetivos e na procura de ações viáveis a desenvolver. Pode ainda ser uma ajuda na capacidade de mapear eventos, experiências, metáforas e analogias existentes para modelos mentais recém-construídos. A fadiga pode prejudicar capacidades cognitivas como a atualização de representações mentais, a avaliação plausível dos objetivos, o pensamento criativo e a capacidade de inovar e modificar o decorrer das ações. O impacto da fadiga a este nível pode limitar severamente a capacidade do decisor em simular mentalmente ocorrências futuras que possam comprometer procedimentos cognitivos vitais, como o planeamento e o desenvolvimento estratégico (Petrilli, 2002).

2.3.3. Causas para o aparecimento da Fadiga no Mar

As causas mais comuns de fadiga conhecidas ao nível do ambiente marítimo são a falta de sono, a má qualidade do descanso, o stress e a carga de trabalho excessiva. Existem muitos outros fatores colaboradores, onde cada um irá variar dependendo da circunstância (isto a nível quer operacional, quer ambiental). Por forma a garantir o



rigor e a cobertura da maior parte das causas, estas foram divididas em quatro fatores gerais (International Maritime Organisation, 2001):

- Fatores específicos dos Indivíduos;
- Fatores de Gestão (em terra e a bordo do navio);
- Fatores específicos do Navio;
- Fatores Ambientais.

Os fatores específicos de cada indivíduo estão relacionados com os diferentes estilos de vida, hábitos pessoais e atributos individuais. No entanto a fadiga varia de pessoa para pessoa e os seus efeitos são muitas vezes dependentes da atividade particular a realizar. São fatores específicos dos indivíduos: a qualidade, quantidade e duração do sono; o relógio biológico de cada indivíduo; fatores psicológicos e emocionais (ex. medo, tédio); a saúde; o *stress* (pode ser originado por problemas pessoais ou pelas relações interpessoais); a ingestão de químicos (ex. álcool, drogas, cafeína); a idade; os horários e a carga de trabalho (mental e física); e ainda o *jet lag*²¹ (International Maritime Organisation, 2001).

Os fatores de gestão relacionam a forma como os navios são administrados e operacionalizados. Podendo potencialmente causar *stress* e um aumento da carga de trabalho, resultando em fadiga. Estes fatores podem-se agrupar em organizacionais e em fatores de agendamento ou planeamento. Ao nível dos fatores organizacionais, estes podem incluir: as políticas do pessoal; requisitos burocráticos; economia; horários / turnos extras; a cultura e o tipo de gestão da organização; regras e regulamentos; recursos e manutenção do navio; e ainda ao nível da formação e seleção. No que diz respeito aos fatores de planeamento temos: a frequência de escalas em portos; tempo

²¹ Alterações no ritmo circadiano de uma pessoa devia a viagens com grandes alterações de fusos horários.



despendido entre os portos; o roteamento; as condições de mar e a densidade de tráfego durante as rotas; e a natureza das funções (International Maritime Organisation, 2001).

Relativamente aos fatores específicos do navio, estes incluem recursos e *design* dos navios que podem afetar/causar fadiga. Algumas características do *design* do navio afetam a carga de trabalho (como a automação e a fiabilidade do equipamento), alguns afetam a capacidade dos tripulantes para dormir, e outros afetam o stress físico na guarnição (isto é, ruído, vibrações, espaços de alojamento, etc.). São fatores específicos do navio, características como: o projeto do navio; o nível de automação; o nível de redundância; a confiabilidade do equipamento; a inspeção e manutenção; a idade da embarcação; o conforto físico em espaços de trabalho; a localização dos alojamentos; o movimento do navio e o conforto físico nos espaços de alojamento (International Maritime Organisation, 2001).

A exposição a níveis excessivos de fatores ambientais, como, temperatura, humidade e níveis de ruído excessivo, podem afetar ou causar fadiga. A exposição a longo prazo pode até vir a causar danos ao nível da saúde de uma pessoa. Além disso, considerando que os fatores ambientais podem produzir desconforto físico, podem assim contribuir para a perturbação do sono. O movimento do navio é também considerado um fator ambiental, que afeta a capacidade de a pessoa manter o equilíbrio físico. Isto deve-se à energia extra despendida em manter o equilíbrio durante a movimentação, especialmente durante condições de mar desfavoráveis. O movimento excessivo do navio pode ainda causar náuseas e enjoo (existindo, portanto, uma relação direta entre o movimento de um navio e a capacidade de uma pessoa para trabalhar na respetiva plataforma). Os fatores ambientais podem ainda ser divididos em fatores externos e internos ao navio. Dentro do navio, a guarnição depara-se com elementos como o ruído, a vibração e a temperatura. Os fatores externos incluem as condições de tempo e o tráfego dos navios (International Maritime Organisation, 2001).

Com base em estudos, que apontam a fadiga como um dos fatores mais significantes nos acidentes marítimos, o *Nautical Institute* refere uma série de condições que podem ser causadoras de fadiga no ambiente marítimo (Nautical Institute, 2007):

- Falta de Sono



- Insuficiente descanso entre períodos de serviço
- Stress
- Vibração / Ruído
- Movimento do navio
- Alimentação
- Condições médicas e doenças
- Fraca qualidade do sono
- Trabalhos entediantes
- Inadequada ventilação, pouca luz, variações de temperatura
- Efeito de álcool, drogas e cafeína
- Sobrecarga de Trabalho
- *Design* do espaço de trabalho pobre

Como foi analisado, a fadiga não é apenas resultado da manutenção dos horários / escalas padrão a bordo. A fadiga pode manifestar-se através de uma variedade de fatores ambientais, operacionais, fisiológicos e psicológicos que podem afetar a saúde e o desempenho de cada pessoa a bordo, de uma forma ou de outra (Nautical Institute, 2007).

2.3.4. Consequências da Fadiga na Segurança da Navegação

Um estudo realizado pela *UK Maritime and Coastguard Agency* (MCA), demonstra que o potencial de fadiga no mar é alto sobretudo devido à exposição a um grande número de fatores, referidos anteriormente. Mas, é o efeito combinado desses fatores de risco que mais fortemente está associado à fadiga e às suas consequências a curto e longo prazo (risco pessoal e redução da saúde e bem-estar). A pesquisa mostrou também que as consequências da fadiga não são apenas sentidas em termos de desempenho, prejudicando e reduzindo a segurança. Diminui o bem-estar e aumenta o risco de problemas de saúde mental, sendo também fator de risco para um futuro de doenças crónicas (Nautical Institute, 2007).



Estado de alerta é o estado ótimo do cérebro que nos permite tomar decisões conscientes. A fadiga tem um efeito prejudicial comprovado sobre o estado de alerta – isto pode ser facilmente observado quando uma pessoa é necessária para manter um período de atenção concentrada e sustentada, como olhando para o inesperado (por exemplo, um relógio de noite). Quando o estado de alerta de uma pessoa é afetado pela fadiga, o seu desempenho no trabalho pode ser significativamente prejudicado. O mesmo ocorrerá em todos os aspetos do desempenho humano (fisicamente, emocionalmente e mentalmente), como na tomada de decisão, tempo de resposta, julgamento, coordenação, e inúmeras outras capacidades. A fadiga é substancialmente perigosa nas pessoas que são más juízas do seu próprio nível de fadiga (International Maritime Organisation, 2001):

- Indivíduos fatigados tornam-se mais suscetíveis a erros de atenção e de memória (por exemplo, não é incomum para indivíduos fatigados omitir os passos de uma sequência);
- Indivíduos cronicamente fatigados, muitas vezes, selecionam estratégias que têm um alto grau de risco com base em exigirem a eles próprios um menor esforço para a executar;
- A fadiga pode afetar a capacidade de um indivíduo responder, perceber e interpretar estímulos, e isso pode levar mais tempo a reagir às situações, uma vez identificadas;
- Fadiga também afeta a resolução de problemas, que é a parte integrante quando se está a lidar com tarefas novas ou inovadoras.

A fadiga é conhecida por afetar negativamente o desempenho de uma pessoa e pode reduzir a eficácia e eficiência quer individual, quer da guarnição, diminuir a produtividade e operacionalidade, baixar os níveis padrão de trabalho e levar a erros já cometidos anteriormente. A menos que sejam tomadas medidas para aliviar a fadiga, ela permanecerá por muito tempo após um período de atenção sustentada, o que representa um perigo para a segurança dos navios (International Maritime Organisation, 2001).

O *Nautical Institute* refere também uma lista de efeitos inerentes á presença de fadiga do domínio marítimo (Nautical Institute, 2007):



- Incapacidade de concentração;
- Resposta lenta;
- Perda do controlo dos movimentos corporais;
- Mudanças de humor;
- Dores de cabeça;
- Palpitações no coração irregulares;
- Respiração rápida;
- Capacidade de tomada de decisão diminuta;
- Memória fraca;
- Mudanças rápidas de atitude;
- Vertigens;
- Suores instantâneos;
- Insónias;
- Perdas de apetite;
- Cólicas.

As diretivas da IMO sobre a gestão da fadiga são abrangentes e fornecem conselhos práticos para todas as organizações interessadas em combater a fadiga. Enquanto a IMO, não defender a formação obrigatória em gestão da fadiga, o bom senso e as boas práticas sugerem que essa formação seja essencial para todos os envolvidos na conceção, gestão e operação de navios (Nautical Institute, 2007).

2.3.5. Medidas para a prevenção / redução da Fadiga no Mar

Existem uma série de medidas que podem ser implementadas para prevenir a fadiga. Muitas dessas medidas são infelizmente, além da capacidade de uma só pessoa para influenciar, como o planeamento das viagens, *design* dos navios e as organizações de bordo. No entanto etapas como as seguintes são importantes na prevenção da fadiga a bordo de um navio, e estão dentro da capacidade do Comandante para influenciar ou implementar (International Maritime Organisation, 2001):



- Assegurar o cumprimento das normas marítimas (número mínimo de horas de descanso e/ou máximo de horas de trabalho);
- Demonstrar aos gestores superiores a importância e os benefícios da gestão da fadiga e das contramedidas no contexto do sistema de gestão da segurança da organização;
- Criar um ambiente de comunicação aberta, ao deixar claro para os membros da guarnição que é importante informar os superiores aquando a fadiga estiver a prejudicar o seu desempenho e garanta que não há recriminações para tais relatórios;
- Melhoria das condições de bordo para garantir que, quando exista uma oportunidade para dormir, os membros da tripulação possam aproveitá-lo sem interrupções;
- Estabelecimento de técnicas de gestão de bordo durante a programação de trabalhos a bordo e durante a programação dos serviços de vigilância / controlo da manobra do navio, atribuindo funções de uma forma mais eficiente;
- Atribuição de trabalhos, misturando tarefas com diferentes níveis de esforço físico e mental, de forma a quebrar a monotonia;
- Planeamento de tarefas perigosas para o horário diurno;
- Advogar a gestão superior que o pessoal de bordo deve ser fornecido com o treino e apoio necessário para que eles possam reconhecer e lidar com os efeitos da fadiga;
- Enfatizar a relação entre trabalho e períodos de repouso para assegurar que o descanso adequado é recebido; isto pode ser conseguido através da promoção de manutenção de registos individuais de horas de repouso e de trabalho.²²
- Ter tempo para verificar pessoalmente que o pessoal de serviço de quarto tem o descanso adequado;

²² *Model format for table of shipboard working arrangements; Model Format for records of hours of work or hours of seafarers – Apresentado em Anexo*



- Garantir as condições de bordo, dentro da capacidade da guarnição influenciar, são mantidas em bom estado;
- Padrões de trabalho tradicionais e áreas de responsabilidade a bordo para estabelecer a utilização mais eficiente dos recursos;
- Promover relações de apoio a bordo e lidar com os conflitos interpessoais entre a guarnição;
- Estabelecer práticas de bordo para lidar com incidentes de fadiga e aprender com eles;
- Aumentar a consciencialização dos cuidados de saúde a longo prazo com o comportamento e estilo de vida adequado.

A forma mais eficaz de aliviar a fadiga é obter um bom sono e descansar quando apropriado. No entanto, um número de contramedidas foram identificadas com potencial para fornecer algum alívio a curto prazo. Devendo-se reforçar que essas contramedidas não irão restaurar o estado de alerta de um indivíduo, poderão na verdade, simplesmente mascarar os sintomas temporariamente. A seguinte lista refere algumas medidas paliativas a curto prazo (International Maritime Organisation, 2001):

- Interesse ou oportunidade: um desafio interessante, uma mudança na rotina de trabalho ou qualquer outra coisa que seja novo e diferente pode ajudar a manter o indivíduo acordado;
- Meio Ambiente: Luzes brilhantes, ar fresco e seco, música intrusiva e alguns aromas revigorantes podem aumentar temporariamente o estado de alerta;
- Alimentação e consumo de produtos químicos: a cafeína pode combater a sonolência em algumas pessoas por períodos curtos. No entanto, o uso regular ao longo do tempo reduz o seu valor como estimulante e pode tornar o indivíduo mais cansado e menos capaz de dormir;
- Atividade muscular: qualquer tipo de atividade muscular ajuda a manter a pessoa alerta; uma caminhada, um alongamento ou mesmo mascar pastilha elástica pode estimular o nível de alerta;



- Interação social: a conversação pode ajudá-lo a ficar acordado, no entanto a interação deve ser ativa para ser eficaz;
- Rotação de trabalhos: alterando a ordem das atividades, a natureza das tarefas atribuídas ao pessoal, pode ser benéfico para romper a monotonia do trabalho. Misturando tarefas que exigem esforço físico ou mental elevado, com tarefas com baixa exigência, pode ser benéfico;
- Descanso estratégico: pesquisas identificaram um descanso de curta duração como uma técnica de alívio a curto prazo para ajudar a manter os níveis de desempenho durante longos períodos de alerta. O período de tempo mais eficaz é cerca de 20 minutos no mínimo. No entanto, existem desvantagens associadas como a potencial inércia do sono, para períodos superiores a 30 minutos, onde o conhecimento da situação é prejudicado.

A Guarda Costeira dos Estados Unidos da América (USCG) desenvolveu um programa não-regulador para ajudar a indústria marítima a gerir fatores de risco que possam por em causa a capacidade de resistência das tripulações. É chamado de *Crew Endurance Management System* (CEMS) e usa uma abordagem sistemática e continua baseada em anos de estudos científicos e testes práticos. Este programa de gestão identifica os vários fatores ambientais, operacionais, fisiológicos e psicológicos que podem afetar a resistência da tripulação, e aborda riscos específicos pertinentes a operações do navio (Nautical Institute, 2007).

Existem cinco etapas básicas no processo CEMS (Anexo C), uma componente crítica que exige um esforço concentrado para identificar os riscos específicos de um navio exclusivo. Na segunda etapa, um grupo composto por avaliadores em terra e a bordo identifica o número de vezes que a tripulação experimenta 15 fatores de risco primários enquanto vive e trabalha a bordo. Estes fatores de risco abordam a quantidade e qualidade do sono, horas de descanso e de trabalho, o ambiente de trabalho e de lazer, e fatores de stress físico e psicológico individual. Uma vez este grupo de trabalho conhecendo as operações e pessoas do navio, são os mais indicados a desenvolver um plano realista de recomendações para a redução dos riscos. Seguidamente, depois do plano ser implementado pela primeira vez, o grupo realiza avaliações periódicas para



validar ou não se as recomendações foram eficazes. O processo deve ser contínuo até os fatores de risco serem reduzidos tanto quanto realisticamente possível (Nautical Institute, 2007).

2.4. Importância da Gestão da Fadiga a bordo

A sonolência é um fator de risco reconhecido pelas diversas seguradoras em indústrias de transporte. No entanto, é reconhecido que as características do trabalho no mar indicam que a coincidência de exposição ao risco e a falta de capacidade para lidar com ele é um acontecimento relativamente raro. Apesar disso, o risco aumenta sempre que são conjugados quartos de serviço noturno com uma redução antecedente de oportunidades de sono, contribuindo ainda situações de grande densidade de tráfego e visibilidade reduzida. A gestão das escalas de horários a bordo deve prestar especial atenção neste tipo de situações, onde o descanso e as oportunidades de sono dos elementos da guarnição, tem vindo a sofrer alterações constantes num período significativo de navegação. Ou seja, com o aumento dos dias de navegação, o risco de fadiga irá aumentar exponencialmente relativamente a imprevistos e alterações de escalas (Consortium, Project Horizon, 2012)

Desta forma, é necessário que esteja implementado a bordo uma política de gestão da fadiga, começando pelo treino e compreensão individual para as causas e consequências da fadiga, como detetá-la, preveni-la e denuncia-la, exigindo assim uma aceitação pessoal por forma a gerir as suas contramedidas para a fadiga. Paralelamente a este juízo pessoal de medidas contra a fadiga, considera-se ser de extrema importância a aplicação de uma política de gestão da fadiga por parte dos gestores superiores. Nomeadamente, no que diz respeito a uma ação de previsão e prevenção de pontos críticos de risco de fadiga ao nível dos horários de bordo, permitindo ações de mitigação antecipadas e planeadas (Consortium, Project Horizon, 2012).



3. *MARTHA* – ferramenta para a previsão da Fadiga

Como demonstrado anteriormente, o erro humano tem sido envolvido entre 60 a 81% dos acidentes marítimos, especialmente em colisões e encalhes. Esta constatação levou a União Europeia a investigar os fatores humanos relacionados com a carga de trabalho e as condições de trabalho que contribuem para acidentes com navios. O *Project Horizon* financiado pela UE representou uma importante iniciativa nesta área. Resultados finais do projeto contêm recomendações e regras para a indústria marítima, e um protótipo de um de *software* de previsão de fadiga, chamado *MARTHA*. Prevê-se que este software seja utilizado por gestores no domínio marítimo integrando um Sistema de Gestão do Risco de Fadiga para monitorizar os níveis de fadiga de uma guarnição durante as fases críticas da viagem. O *Project Horizon* e o *software MARTHA* estão assim, constituem um contributo valioso na auto-regulação da segurança marítima, aumentando a segurança de passageiros e tripulação a bordo, do meio ambiente e da economia (Nautical Institute, 2013).

3.1. Enquadramento no *Project Horizon*

O *Project Horizon* é uma multi–parceria europeia de investigação, constituída por 11 organizações académicas e organizações ligadas à indústria de transporte, com o objetivo acordado de fornecer dados empíricos²³ para uma melhor compreensão da relação pela qual os regimes de serviço a quartos na condução / vigilância da navegação, podem afetar os elementos da guarnição responsáveis pela segurança da navegação. O projeto foi desenvolvido com os seguintes objetivos principais (Consortium, *Project Horizon*, 2012):

- Definir e comprometer métodos científicos para a medição de fadiga em vários cenários de mar realistas, utilizando simuladores de compartimentos como a ponte e a casa das máquinas de um navio;

²³ Dados baseados em observações reais e experiencias vividas.



- Registrar dados empíricos sobre o desempenho cognitivo dos indivíduos que trabalham sob o regime de serviço a quartos em simuladores realistas de navegação no mar;
- Avaliar o impacto da fadiga no desempenho da tomada de decisão;
- Determinar procedimentos para minimizar os riscos para os navios e respetivos passageiros e guarnição, e para o ambiente marítimo.

A pesquisa no projeto foi baseada em princípios científicos muito rigorosos, envolvendo simuladores de plataforma, motores e movimentação de carga, por forma a criar viagens simuladas de 7 dias o mais realistas possível para os oficiais voluntários. O estudo centrou-se em dois regimes de quartos mais comuns usados no mar: seis horas de serviço, seguidos de seis horas de folga (6-ON / 6-OFF); e quatro horas de serviço seguidas de oito horas de folga (4-ON / 8-OFF). Os planeamentos de viagem no simulador foram projetados para garantir um elevado grau de autenticidade, incluindo cargas de trabalho variadas, visitas portuárias, pontos de informação obrigatórios e tráfego da navegação. Um total de 90 oficiais foram recrutados para realizar as viagens simuladas, sendo todos eles devidamente qualificados e experientes, oriundos do oeste e leste da Europa, África e Ásia. Durante as viagens simuladas, houve uma série de restrições impostas aos participantes, como beber apenas até quatro cafés por dia e não permitindo o uso de álcool. O tempo total de trabalho durante cada semana de viagem foi de 64 horas para o regime 4-ON / 8-OFF e 90 horas para 6-ON / 6-OFF (Consortium, Project Horizon, 2012).

Os instrutores supervisionaram todas as “viagens”, acompanhando não só o desempenho dos oficiais, mas também atuando como comandantes em casos onde era necessária uma intervenção para evitar um acidente. A política do estudo era de uma intervenção mínima, mas os instrutores não podiam permitir que ocorresse acidentes graves, pois isso impediria a conclusão do exercício em condições experimentalmente controladas. Foram recolhidos durante todo o estudo, por métodos objetivos e subjetivos, os seguintes dados (Consortium, Project Horizon, 2012):



- *Actigraphy* – participantes usavam o *Actiwatch*, um dispositivo que mede a aceleração e permite que a atividade física e a duração do sono sejam calculadas;
- Eletroencefalograma (EEG), Eletro-oculograma (EOG) e Eletrocardiograma (ECG) – gravação da atividade cerebral, movimentos oculares e o ritmo do batimento cardíaco;
- *Psychomotor Vigilance Test* (PVT) – realizado utilizando aparelhos portáteis antes e depois de cada quarto. Os participantes envolvidos no teste tinham que pressionar um botão para gravar quando vissem um alvo apresentado numa tela em intervalos aleatórios. Cada teste tinha a duração de cerca de 5 minutos e eram registados e armazenados o tempo de reação, o numero de lapsos e o tempo de reação medio;
- *Karolinska Sleepiness Scale* (KSS)²⁴ – a sonolência foi avaliada a cada hora na escala de autoavaliação KSS, que foi validada com as medições de EEG. A escala varia de 1 a 9, onde 1 represente o maior estado de alerta e 9 estado de sonolência perto de adormecer;
- *Karolinska Drowsiness Test* (KDT) – no final de cada quarto era pedido que os participantes olhassem fixamente para um ponto preto numa parede por cinco minutos e que de seguida fechassem os olhos por cinco minutos. Isto tem como objetivo a validação da escala de sonolência, utilizando gravações de EEG durante o intervalo de olhos fechados;
- Níveis de Stress – o nível de stress foi avaliado a cada hora, numa escala de 1 a 9 (1- relaxado e calmo ; 9 – sob alta pressão);
- *Stroop Test* – os participantes eram colocados de frente a um computador no qual existiam o nome de duas cores diferentes (verde e vermelho). Os participantes tinham que clicar no nome da cor o mais rápido possível, ignorando o significado da palavra exibida;

²⁴ Apresentada em Anexo



- Avaliação do desempenho geral nos Quartos durante operações, quer na área da navegação quer na engenharia das máquinas;
- Avaliação no desempenho em eventos específicos repetitivos;
- Dados demográficos (questionário);
- Diário de Trabalho e de Sono (Individual);
- Diário de Bordo;
- Temperatura no simulador;
- Videovigilância;
- *Debriefing*.

Os resultados finais do projeto demonstraram que o principal objetivo, de adquirir uma compreensão mais profunda e cientificamente rigorosa sobre a relação da sonolência e o desempenho do ser humano em operações no domínio marítimo, foi alcançado. Elevou-se o conhecimento das questões a um outro nível, demonstrando os múltiplos efeitos complexos de alguns padrões de trabalho mais comuns na navegação marítima (Consortium, Project Horizon, 2012).

Embora tenham sido feitos todos os esforços para simular as condições de trabalho mais realistas possíveis, devem ser reconhecidas as limitações práticas do estudo, como o cumprimento de horários, planeamentos e o ambiente de trabalho. Existem diversos fatores que podem ter um impacto importante no sono e no descanso das guarnições, como as más condições meteorológicas, o ruído a bordo, os efeitos de longos períodos no mar, as competências da guarnição e determinadas regras específicas em cada navio. Estes fatores, como referido no relatório final do Projeto, devem ser considerados em futuros estudos de fadiga no mar (Consortium, Project Horizon, 2012).

O *Project Horizon* forneceu recursos e conhecimentos de fonte confiável e válida, de tal forma, que está a ser base de discussões políticas ao nível internacional, envolvendo entidades influentes e com o potencial para promover o desenvolvimento de medidas adequadas para uma melhor regulamentação das horas de trabalho no mar, das lotações de segurança e na prevenção da fadiga. A análise e avaliação destes dados têm



possibilitado aos investigadores desenvolver um projeto conjunto de ferramentas de gestão da fadiga. Este projeto destina-se a fornecer orientações práticas, abrangendo conhecimentos como (Consortium, Project Horizon, 2012):

- A natureza da fadiga no mar;
- Medidas para facilitar o reconhecimento de condições de fadiga;
- Medidas para a prevenção das condições de fadiga;
- Indicações concretas de como as condições de fadiga podem ser evitadas desde a sua origem e como podem ser aplicados os resultados deste projeto.

A ferramenta *MARTHA* desenvolvida com base nos resultados finais do Projeto, relaciona todas as precauções quanto ao risco de fadiga de uma forma antecipada, usando dados cientificamente válidos para construir modelos matemáticos que possam ser usados para prever quais os períodos da viagem críticos no que diz respeito à fadiga, permitindo assim planear a gestão do navio com antecedência.

3.2. Análise da ferramenta *MARTHA*

Segundo a *US National Transportation Safety Board's*, os sistemas de gestão da fadiga como a ferramenta *MARTHA*, que tenham uma abordagem centrada na diminuição do risco de fadiga, devem ser baseados na evidência empírica e científica e devem incluir uma metodologia para avaliar continuamente a sua eficácia. É neste contexto que os pesquisadores do *Project Horizon* têm sido capazes de usar a robustez dos resultados do seu trabalho no desenvolvimento de regulamentação nos modelos de vigilância marítima, de onde surge o modelo *MARTHA*: um acrónimo derivado de “*Maritime Alertness*”, sendo um instrumento de regulação baseado nas horas de trabalho (Barnett, Lutzhoft, & Akerstedt, 2012).

3.2.1. Previsão da fadiga com base em modelos matemáticos

Modelos matemáticos para a previsão do desempenho foram desenvolvidos principalmente como ferramentas para avaliar os efeitos dos horários de trabalho e dos padrões de sono na sonolência ou no cansaço que se afastem do padrão de atividade diurna e sono noturno. O primeiro modelo a surgir (dois processos) (Borbély, 1982)



aborda a questão da regulação do sono, principalmente por inferência da necessidade de sono do ser humano. Os seus principais componentes representam os efeitos homeostáticos²⁵ de tempo acordado e da quantidade de sono prévia, bem como uma componente circadiana que representa o efeito do relógio biológico. Os fatores homeostáticos são geralmente analisados tendo uma relação exponencial à sonolência. Isto significa que, por exemplo, uma queda inicial acentuada do estado de alerta (ou aumento da sonolência) após o despertar, com um gradual nivelamento para uma assintota²⁶ de muito baixo estado de alerta após 24h de tempo acordado. O efeito do sono mostra um padrão de restituição que aumenta a vigiância após o sono. A componente circadiana é geralmente representada como uma função sinusoidal com um período de 24h que resulta em alto estado de alerta durante o dia / tarde e menor estado de alerta pelas 0400 – 0500h (Barnett, Lutzhoft, & Akerstedt, 2012).

O primeiro modelo a concentrar-se explicitamente na sonolência foi inspirado no modelo de dois processos de Borbély, acrescentando a componente da inércia do sono. Chamado *The Three Process Model of Alertness (TPM)*, os dados utilizados foram obtidos a partir de estudos de laboratório de dessincronização forçada (indivíduo vive um dia mais curto que 24 horas) e uma perda de sono de 72 horas. Viver um dia diferente de 24 horas irá desmembrar o efeito homeostático do sono e do tempo acordado, adotando últimos ajustes para o dia mais curto, que não se refletem no relógio circadiano. Em vez disso, adota um período de cerca de 25 horas a partir do término do ciclo anterior (Akerstedt & Folkard, 1997).

²⁵ O conceito de mecanismo homeostático significa a manutenção das condições estáveis e constantes, no meio interno, a fim de haver um equilíbrio funcional. É, com o perfeito funcionamento de todos os sistemas, que se consegue a homeostasia. Quando esse equilíbrio é desestruturado, o organismo lança mecanismos auto-reguladores para voltar ao estado inicial.

²⁶ Uma assintota é um ponto ou uma reta de pontos para a qual a curva de um gráfico se aproxima.



Usando dados de estado de alerta subjetivos a partir de uma série de experiências de padrões de sono / vigília alterados, verificou-se que o estado de alerta era previsível a partir de três parâmetros: S, C e W (Figura 3).

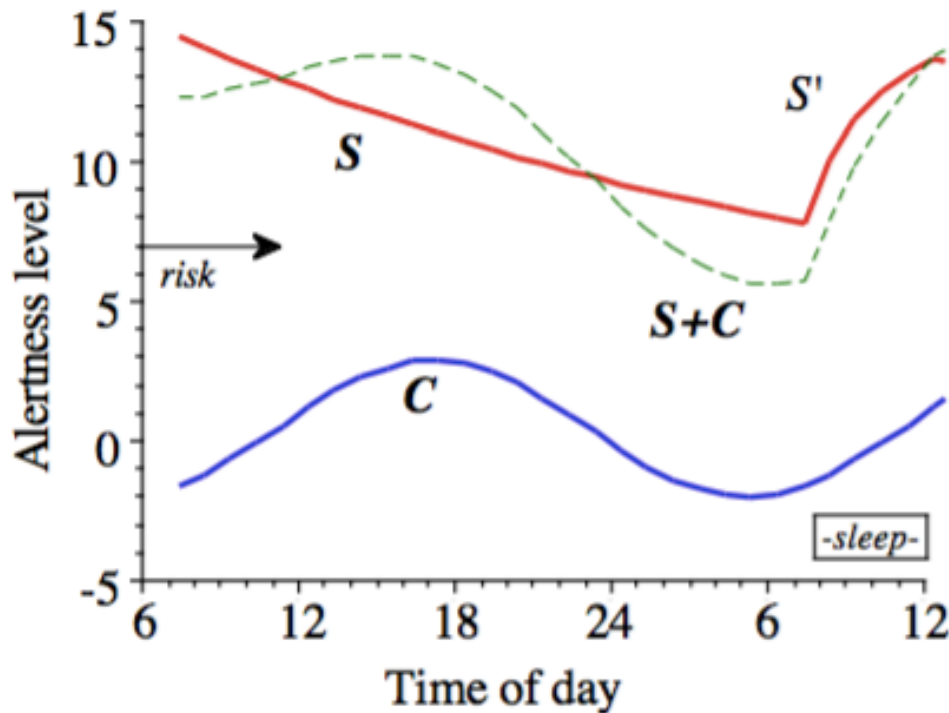


Figura 3 - The Three Process Model of Alertness (TPM)²⁷

O parâmetro C representa a sonolência devido a influências circadianas e tem uma forma sinusoidal com um pico no período da tarde. O processo S é uma função exponencial do tempo desde o acordar, sendo elevada ao acordar e descendo rapidamente no início, aproxima-se gradualmente de uma assíntota inferior. Durante o sono, o parâmetro S é revertido a S', onde ocorre uma recuperação exponencial, que inicialmente aumenta muito rapidamente, que posteriormente tende para uma assíntota superior. A recuperação total é normalmente atingida em 8 horas, no entanto esta função de recuperação é muito íngreme e permite a recuperação rápida quando a sonolência é aumentada devido à perda de sono. A função exponencial aumenta de inclinação com o

²⁷ BARNETT, M., Lutzhoft, M., & Akerstedt, T. (2012), *HORIZON - Fatigue Management Toolkit*, Project Horizon Consortium



aumento da perda de sono (ou seja, baixa o valor de S). O parâmetro U representa um ritmo de baixa amplitude com um período de 12 horas, tendo a sua acrofase²⁸ sido bloqueada a 3 horas antes da acrofase circadiana. O uso deste parâmetro não é autenticado, mas é retida na maior parte do desenvolvimento e validação do modelo. O parâmetro final (não apresentado no gráfico) é o parâmetro W de inercia do sono, não sendo relevante para este propósito onde esta inercia apenas está presente por cerca de 15 – 30 minutos após o despertar. (Barnett, Lutzhoft, & Akerstedt, 2012)

Os parâmetros do modelo são os seguintes (valores padrão entre parênteses):

- ✓ $S = S_a - L e^{-0.0353t} + L$; S_a : valor de S ao acordar (14), L: assíntota inferior (2.4), t: tempo desde o acordar.
- ✓ $S' = U - (U - S_r) e^{-0.381t}$; S_r : valor de S ao adormecer (7.96), U: assíntota superior (14.3), t: tempo desde o adormecer.
- ✓ $C = M \cos((t-p)\pi/12)$; M: amplitude (2.5), p: acrofase (em horas decimais), t: altura do dia (em horas decimais).
- ✓ $S + C$ = previsão do estado de alerta (excluindo W)

O estado de alerta previsto é expresso como a soma aritmética de dois parâmetros (S + C). A escala do modelo, originalmente analógica visual, varia de 1 a 21, onde na prática o valor “3” corresponde a sonolência extrema e “14” a um elevado estado de alerta, o valor “7” corresponde a um limite de sonolência. Na Figura a previsão demonstrada corresponde a um período de estado de alerta estendido entre 8 a 24 h. Especificamente, assume que o despertar ocorre às 0700 horas da manhã, após um período de 8 horas de sono, e onde posteriormente não ocorre um período de sono até às 0700 do dia seguinte. O efeito combinado de S + C (muito tempo acordado e a desaceleração circadiana) produz uma queda do estado de alerta durante a noite, com um acentuamento no início da manhã. Depois do sono, é iniciado a recuperação do fator

²⁸ Ponto mais elevado de uma curva que representa, em tempo, fenómenos vitais (cronobiológicos)



ingreme S, em conjunto com a recuperação circadiana, provocando um aumento rápido no estado de alerta durante o sono (Barnett, Lutzhoft, & Akerstedt, 2012).

Este modelo foi posteriormente expandido para incluir a previsão de latência e duração do sono, sendo validado com parâmetros de EEG e testes de desempenho laboratorial, classificações de sonolência, bem como o risco de acidente. O problema em particular com a perda de acumulação de sono foi resolvido com uma modificação da função S'. Vários outros modelos prevêem a sonolência e a maioria incluem validações de desempenho laboratorial. Sendo a precisão da previsão de cada um dos modelos é bastante semelhante (Barnett, Lutzhoft, & Akerstedt, 2012).

3.2.2. Desenvolvimento do modelo matemático usado na *MARTHA*

O modelo *TPM* foi validado com base nos dados de sono empíricos (hora de dormir e levantar) obtidas durante o *Project Horizon*, criando uma nova função do modelo para prever o sono nas diferentes escalas utilizadas no mar. Aparentemente, não houve nenhum conhecimento prévio de como o sono é distribuído nessas diferentes escalas. Deste modo, as previsões de sonolência foram relacionadas aos dados de sonolência empíricos obtidos no *Project Horizon* (Barnett, Lutzhoft, & Akerstedt, 2012).

A Figura 4 demonstra a classificação média de sonolência (KSS) e a média prevista baseada na ferramenta *MARTHA* (KSS), para duas escalas de serviço distintas. Em geral, a correspondência entre o valor nominal e a previsão é relativamente adequada, embora o valor de previsão seja constantemente superior. No entanto, o período de tempo de sonolência previsto é muito próximo do valor real. No geral, a relação entre a sonolência nominal e a previsão teve um coeficiente de correlação²⁹ de $r = 0,44$. O coeficiente de correlação intra-individual era ligeiramente superior ($r = 0,49$), o que é surpreendentemente elevado. Em particular, a maioria dos casos de sonolência nível 8 ou 9 (onde o risco é maior) foram previstos pela *MARTHA*. No entanto, como esperado, ocorreram grandes diferenças individuais, indicando uma variedade de 0,75

²⁹ Mede o grau de correlação entre duas variáveis. A análise correlacional indica a relação entre 2 variáveis lineares e os valores sempre serão entre +1 e -1.



(menor correlação intra-individual de 0,06 e a maior de 0,81). O coeficiente de correlação intra-individual foi um pouco mais elevado para o sistema de 4-ON / 8-OFF em comparação com o 6-ON / 6-OFF ($r = 0,54$ versus $0,41$). Uma análise à figura 4 sugere que isso possa estar relacionado com o serviço das 1200 às 1800 horas, onde a previsão perde o aumento no final do turno. Assim, um terceiro parâmetro refletindo o tempo de serviço, foi inserido para melhorar o desempenho da MARTHA (Barnett, Lutzhoft, & Akerstedt, 2012).

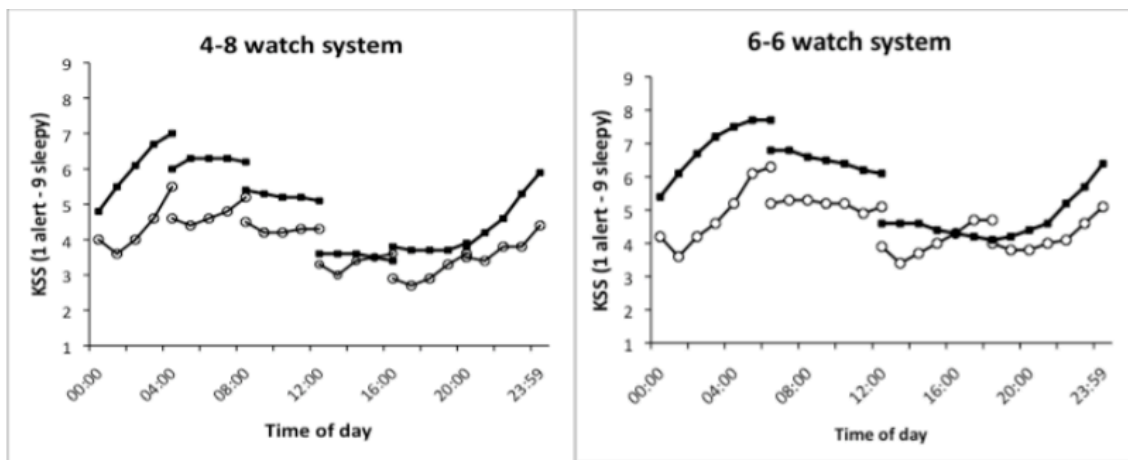


Figura 4 – Relação entre classificação média de sonolência (círculos abertos) e a média prevista baseada na ferramenta MARTHA (círculos fechados); Karolinska Sleepiness Scale (KSS)³⁰

O desenvolvimento da MARTHA usou os conceitos dos modelos básicos descritos anteriormente. As funções foram combinadas de modo a fornecer uma interface de domínio marítimo com diferentes regimes de serviços selecionáveis.

3.3. Aplicação da ferramenta MARTHA

Esta ferramenta computacional fornece ao utilizador um sistema de previsão autónomo, que permite obter a estimativa de risco de fadiga. Os utilizadores serão capazes de introduzir as suas escalas horárias através de uma janela de tempo de seis

³⁰ BARNETT, M., Lutzhoft, M., & Akerstedt, T. (2012), *HORIZON - Fatigue Management Toolkit*, Project Horizon Consortium

semanas e receber estimativas previstas dos períodos com maior risco, dos horários de maior sonolência potencial para cada serviço, bem como para o tempo fora de serviço (Consortium, Project Horizon, 2012).

A seguinte Figura 5 ilustra de forma muito simplificada e objetiva o funcionamento da ferramenta MARTHA. Encontra-se também em Apêndice o Guia de Instruções de utilização da Ferramenta MARTHA, elaborado pelo autor.

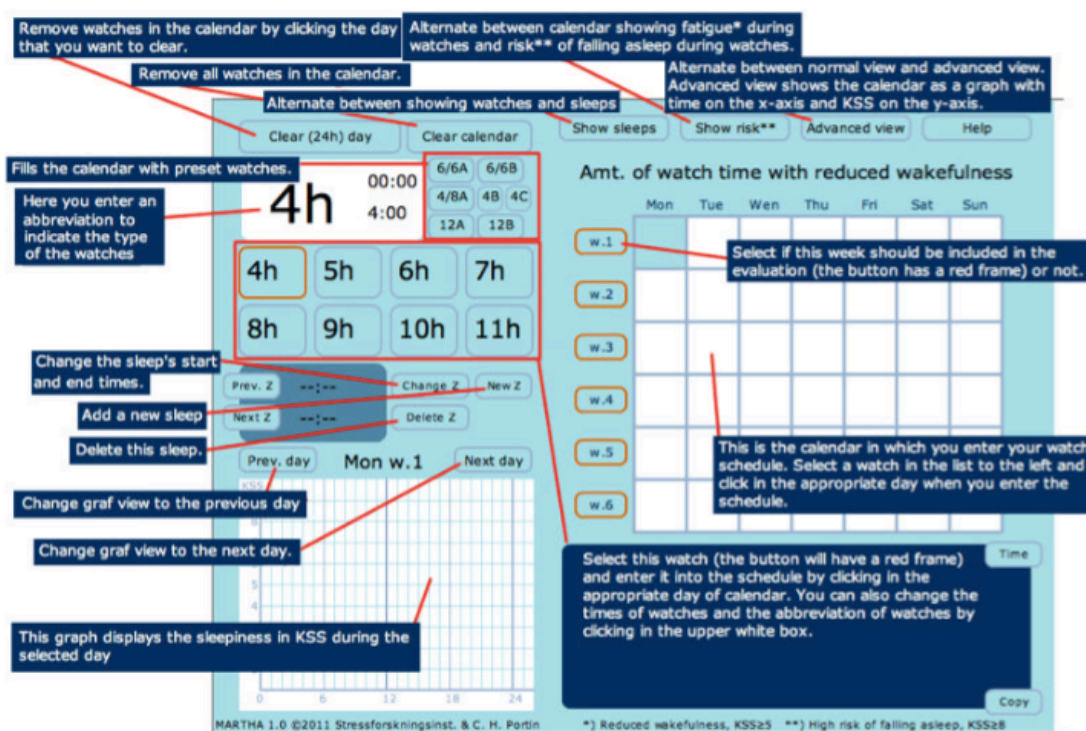


Figura 5 – Instruções de utilização da ferramenta MARTHA³¹

A entrada principal da ferramenta é a seleção de um sistema de serviços pré-programado (6-ON / 6-OFF ; 4-ON / 8-OFF ; 12-ON / 12-OFF), podendo também utilizar as opções de diferentes horários de serviço (4h, 5h, etc.) de forma a criar um sistema de serviços específico. Os resultados serão apresentados para os 7 dias de cada uma das 6 semanas nos quadrados à direita. O padrão é mostrar a percentagem de tempo

³¹ BARNETT, M., Lutzhoft, M., & Akerstedt, T. (2012), *HORIZON - Fatigue Management Toolkit*, Project Horizon Consortium



em situação de risco ou de elevada fadiga para cada período de 24 horas com um indicador aproximado do período específico de risco (indicado a vermelho). O gráfico no canto inferior esquerdo descreve detalhadamente o padrão de sonolência e do sono para um determinado dia. O campo aberto no canto inferior direito é usado para listar a percentagem de tempo em risco e com elevada fadiga em todos os períodos, quer de serviço, quer fora de serviço. Pretende-se que a duração do risco de fadiga em todos os períodos de serviço sirva como um indicador das propriedades de sonolência indutoras de uma certa escala de serviços – por comparação com outro qualquer regime de serviços, por exemplo. Se o tempo fora de serviço, for usado para qualquer outro tipo de trabalho que impeça o descanso, este pode ser inserido alterando as condições de sono, através dos botões de “new z”; “change z” e “delete z” (Barnett, Lutzhoft, & Akerstedt, 2012).

Na utilização prática da ferramenta é importante uma atenção especial na introdução dos períodos de sono, pois a mesma introduz automaticamente o tempo de sono mais eficaz a cada regime de horário selecionando. Sendo necessário fazer uma verificação diária dos períodos de sono registados na realidade. Ter especial atenção ao selecionamento das semanas de estudo e consciência de que a ferramenta deve ser utilizada individualmente.



4. Análise do risco de Fadiga submetido a bordo das Unidades

Navais – estudo prático a bordo do NRP João Roby

O principal objetivo da realização de um estudo prático a bordo de uma unidade naval da Marinha Portuguesa, foi efetivamente aplicar a ferramenta MARTHA sob um ambiente marítimo real. Posteriormente analisar os dados retirados da ferramenta, verificando qual o risco de fadiga a que os Oficiais de Quarto à ponte estiveram sujeitos durante o período do estudo.

4.1. Planeamento e recursos

O planeamento do estudo prático pode ser dividido em três fases: a fase inicial; a fase avançada e a fase final. Na fase inicial, as questões centrais a serem definidas eram bastante importantes para o desenvolvimento do restante planeamento, no entanto foram sofrendo algumas alterações inerentes a fatores externos de planeamento. As questões centrais foram o tipo de navio a aplicar o estudo, durante quanto tempo (sendo de maior dificuldade definir qual o período de tempo específico, devido ao planeamento dos navios), e a quem aplicar o estudo, ou seja, qual a população alvo. Durante a fase inicial do planeamento, o objeto estudo seria aplicado a um navio do tipo Lancha de Fiscalização, onde a população alvo seria todos os elementos da guarnição. Posteriormente verificou-se que o tipo de missão desempenhada por este tipo de navios, não corresponderia ao objetivo do estudo, nomeadamente porque o navio por norma não desempenha períodos contínuos de navegação no mar, ou seja, atraca todos os dias mesmo estando em missão. Deste modo o desempenho do navio não permitiria dados suficientes, de regimes de horários a bordo para introduzir na ferramenta. Sendo alterado o objeto de estudo inicial para diferentes moldes. Passando a respetiva informação ao Comando Naval, foi alterado para um navio do tipo Corveta ou Patrulha Oceânico, onde a população alvo seria apenas os Oficiais de Quarto à Ponte, permitindo assim a análise do regime de horários exercido pelos OQP's num período contínuo de missão no mar. Desta forma foi estabelecido que o período mínimo ideal de utilização da ferramenta seria uma semana, pois permitiria a aquisição dos dados necessários à análise e poderia ser enquadrado numa missão SAR desempenhada por um navio. A escolha da população alvo, teve por base a responsabilidade pela segurança e condução



da navegação, sendo que o Oficial de Quarto à Ponte é o indivíduo com a maior responsabilidade de ação neste campo. Desta forma, será a pessoa onde o efeito da fadiga poderá provocar maior risco para a segurança do navio e do pessoal.

A fase avançada correspondeu ao planeamento do registo e tratamento de dados. Inicialmente foi feito uma simulação de um planeamento de horários a bordo introduzindo-o na ferramenta MARTHA, não só para ter uma perceção das limitações da ferramenta, mas também para estabelecer a forma de registo dos dados para diferentes horários. Este planeamento foi elaborado para duas vertentes: uma em que temos três indivíduos num regime de 4-ON / 8-OFF e uma outra que tem dois indivíduos em 6-ON / 6-OFF, sendo ambas as vertentes durante um período de sete dias. De salientar que os períodos de sono foram estabelecidos com o objetivo de serem o mais semelhante possível com as diversas situações reais. Foi através deste teste simulado que foram elaboradas as tabelas de registo dos horários que serviram de modelo para o estudo prático. Desta forma, foram detetados os dados individuais que seriam necessários recolher diariamente durante o estudo e foi assim que foi elaborado o Questionário Diário Individual (Apêndice 2).

A fase final correspondeu ao embarque a bordo do navio NRP João Roby, sendo que todo o processo foi realizado com ligação ao Comando Naval. Durante a fase final, houve algumas alterações relativamente a escolha do navio e também à própria data do embarque, devido a alterações ao PLANOPNAV³². No entanto, após definido o navio e o período de embarque, foi agendada uma apresentação aos Oficiais de Quarto à Ponte, com uma duração de cerca de vinte minutos, que teve como principais objetivos dar a conhecer o estudo, fornecer conhecimentos básicos relativos ao tema da fadiga no mar, dar uma explicação básica do funcionamento da ferramenta MARTHA e quais as suas vantagens, e por fim explicar a metodologia que se iria realizar a bordo e de que forma

³² Publicação Nacional, Confidencial, elaborada pelo Comando Naval da Marinha Portuguesa. Consta do planeamento anual operacional das unidades navais, de fuzileiros e de mergulhadores.



se iria recolher os dados individualmente. No início do embarque era fulcral estabelecer um planeamento base relativamente ao regime de horários implementados pelos OQP's, no entanto diversos fatores do planeamento do navio condicionaram este processo. O planeamento do navio era incerto (inerente a tipologia da missão atribuída ao navio) e um dos fatores que condicionou o planeamento base foi o fato de cada vez que o navio atracasse, não haveria forma de saber o período dos horários que iria ser estabelecido após o navio largar. Assim, no período inicial do embarque o planeamento base apenas estava desenhado para dois dias, que era o período de navegação até o navio atracar (como está demonstrado no planeamento final do navio na Tabela 3.2). Relativamente ao regime de horários implementado a bordo, este encontrava-se numa situação não planeada pois o navio apenas dispunha de três oficiais certificados para exercer as funções de OQP (não considerando o Comandante e o Imediato). Os OQP's estavam sob um regime de 3-ON / 6-OFF, que não representa um regime pré-estabelecido pela MARTHA, sendo deste modo um importante fator para a análise da diversidade da mesma.

4.2. Análise da eficácia da ferramenta Martha

Os dados retirados dos questionários diários individuais relativamente aos períodos de sono e aos períodos de quarto foram introduzidos diariamente na ferramenta MARTHA com o intuito de analisar quais os períodos com maior risco de fadiga para cada individuo. Este propósito foi concebido com o objetivo de estabelecer uma comparação de dados entre os valores registados na ferramenta e os valores adquiridos pela realização de um teste psicotécnico aos Oficiais nos respetivos períodos assinalados.

4.2.1. *Psycomotor Vigilance Test*

Este software, usado como teste psicotécnico no decorrer do estudo, mede o tempo de reação visual do individuo em teste e é bastante vantajoso na familiaridade com o usuário. Como referido no capítulo anterior, este software foi um dos elementos usados em estudos de desenvolvimento do Project Horizon, no entanto a vertente usada no



estudo prático foi diferente. O software foi adquirido gratuitamente através do site “bhsai.org” e apenas permite o seu uso em computadores e não em dispositivos moveis.

O software PC-PVT consiste em duas aplicações separadas, a “Manager” e a “Tester”. A primeira é usada pelo investigador para criar e configurar os protocolos de teste, inserindo as devidas informações e permitindo a respetiva visualização dos dados e resultados. A “Tester” usa um contador de milissegundos apresentado no ecrã do computador como estímulo visual. O botão do rato do computador corresponde à resposta ao estímulo. O protocolo PVT estabelece que cada estímulo esteja intervalado por um período de tempo aleatório (normalmente entre 2 a 10 segundos), o qual é chamado de intervalo inter-estímulos (ISI). Sendo que, uma resposta entre este período é considerada com uma condição de “falsa partida”, a falta de resposta apos 65 segundos do estímulo é considerado “não resposta”. Depois de uma resposta válida, o tempo de reação é mostrado no ecrã durante 500 milissegundos, o ecrã é apagado passando ao próximo ISI.

No caso específico deste estudo, o programa foi configurado para três pessoas, em que cada teste tinha a duração de cinco minutos (300 segundos), com intervalos ISI de dois a dez segundos.

Os dados resultantes dos testes aplicados com a utilização do software PC-PVT estão apresentados na Tabela 2. Como já foi referido os tempos estão indicados em milissegundos, sendo que a sigla “TR” significa tempo de reação. Desta forma, as variáveis apresentadas como resultado do teste psicotécnico são, o número de lapsos e o tempo mínimo, máximo e médio de reação. A data corresponde ao dia em que o teste foi realizado, neste caso durante o mês de Janeiro de 2016, que corresponde ao período do estudo prático.



INDIVÍDUO	DATA / HORA	Nº LAPSOS	MIN TR	MAX TR	MED TR
A	22 / 22:15	1	218	1932	324
	25 / 01:10	-	236	414	313
	25 / 20:00	-	208	378	257
	26 / 04: 45	3	245	647	344
B	23 / 01:20	1	216	572	285
	24 / 19:15	-	212	396	260
	25 / 04:10	2	210	566	292
	25 / 22:25	1	204	522	267
	26 / 07:15	-	222	493	307
C	23 / 04:20	2	231	1908	372
	24 / 22:20	4	215	786	330
	25 / 07:30	5	247	635	383

Tabela 2 – Dados obtidos pelo PC-PVT

Com base nos resultados obtidos pela realização do teste psicotécnico, foi concluído que a comparação entre os valores obtidos pela previsão da ferramenta MARTHA e os valores registados pelo teste psicotécnico, não estabeleciam uma validação correta da eficácia da própria ferramenta em estudo. Como se pode analisar a discrepância quer de tempos de reação, quer de número de lapsos é muito pouca, não permitindo o estabelecimento de uma escala com base nos resultados. Realçando que, os valores que indicam alguma variação podem estar associados a fatores inerentes à atenção e ao esforço do indivíduo na realização do teste. De qualquer das formas, se fosse utilizada a escala dos tempos médios de reação para estabelecer uma relação com a escala da fadiga apresentada pelos dados da MARTHA, o resultado final não permitiria uma análise de eficácia sobre a ferramenta.

Do ponto de vista do autor, esta análise à eficácia da ferramenta em ambiente real teria de acrescentar alguns fatores essenciais como, maior período de estudo, maior



diversidade nos testes psicotécnicos realizados (nomeadamente exames médicos como EEG, EOG e ECG), maior número de testes realizados e diversas alterações aos regimes de horários implementados a bordo por forma a analisar as várias vertentes da ferramenta. De salientar também, que o objetivo seria a validação da ferramenta em ambiente marítimo real, pois a mesma já foi validada por diversos estudos em ambiente simulado (como por exemplo o estudo desenvolvido pelo *Project Horizon* e enquadrado na *Human Factors in Ship Design and Operation Conference* em novembro de 2011 (Maurier, et al., 2011)).

4.3. Análise do risco de fadiga no regime de Quartos utilizado a bordo

Como referido no início deste capítulo, a finalidade de aplicar a ferramenta MARTHA num cenário real ao nível dos navios da Marinha Portuguesa, foi a de analisar do risco de fadiga a que os Oficiais responsáveis pela manobra do navio estão sujeitos. Desta forma, após a recolha de dados no período de uma semana o planeamento final do navio está definido na Tabela 3. Durante este período o navio esteve a desempenhar missão SAR e fiscalização marítima.

ATA	PORTO	ATD
-	BNL	221030JAN16
231600JAN16	PANPORTIMAO	241500JAN16
262200JAN16	PANTROIA	280700JAN16
281600JAN16	BNL	-

Tabela 3 – Planeamento final do Navio NRP João Roby no período do estudo prático

Os OQP's encontravam-se a um regime de 3-ON / 6-OFF, com três oficiais certificados, no entanto existiam três oficiais a desempenhar as funções de adjunto ao OQP. Apenas foram registados e introduzidos na ferramenta os dados relativos aos oficiais certificados para desempenhar as funções de OQP, pois seriam os responsáveis pela manobra e segurança do navio. Se o objetivo do estudo era analisar o risco de



fadiga dos responsáveis pela condução do navio, não seria coerente usar dados relativamente a oficiais que não estivessem oficialmente qualificados para essas funções.

Os dados relativos aos horários, individualmente registados a bordo durante o período do estudo prático, podem ser observados nas Tabelas apresentadas abaixo. Cada tabela corresponde a cada dia do estudo, onde se encontram o tempo de serviço à ponte (representado por um “x”), o tempo de sono (representado a cor roxa), o tempo de trabalho fora dos serviços (representado a cor verde), o tempo de serviço quando o navio esteve atracado (representado a vermelho) e o tempo sem tarefas corresponde aos espaços em branco. Cada letra corresponde a um Oficial, sendo que os Oficiais cujos dados foram analisados na ferramenta foram os “A”, “B” e “C”.

Elemento	Dia 1							
	1h - 4h	4h - 7h	7h - 10h	10h - 13h	13h - 16h	16h - 19h	19h - 22h	22h - 01h
A				x		15- 18h	x	23h
B					x			x
C						x	08h	24h
D						x		
E				x			x	
F					x			x

Tabela 4 – Horários exercidos no 1º Dia do Estudo Prático

Elemento	Dia 2							
	1h - 4h	4h - 7h	7h - 10h	10h - 13h	13h - 16h	16h - 19h	19h - 22h	22h - 01h
A		x	08h	11h	x			
B	2		x					
C	x		09h	x				
D	x			x				
E		x			x			
F			x					

Tabela 5 - Horários exercidos no 2º Dia do Estudo Prático

Elemento	Dia 3							
	1h - 4h	4h - 7h	7h - 10h	10h - 13h	13h - 16h	16h - 19h	19h - 22h	22h - 01h
A			06h	12h				x
B						x	20h	24h
C				12h			x	23h
D							x	
E								x
F						x		

Tabela 6 - Horários exercidos no 3º Dia do Estudo Prático



Elemento	Dia 4							
	1h - 4h	4h - 7h	7h - 10h	10h - 13h	13h - 16h	16h - 19h	19h - 22h	22h - 01h
A			x	11h - 12h	13h - 15h	x		24h
B	x		9h	x	15h - 16h		x	
C		x	8h	11h	x			x
D		x			x			x
E			x			x		
F	x			x			x	

Tabela 7 - Horários exercidos no 4º Dia do Estudo Prático

Elemento	Dia 5							
	1h - 4h	4h - 7h	7h - 10h	10h - 13h	13h - 16h	16h - 19h	19h - 22h	22h - 01h
A	x			x			x	
B		x			x			
C	02h		x			x		
D			x			x		
E	x			x			x	
F		x			x			

Tabela 8 - Horários exercidos no 5º Dia do Estudo Prático

Elemento	Dia 6							
	1h - 4h	4h - 7h	7h - 10h	10h - 13h	13h - 16h	16h - 19h	19h - 22h	22h - 01h
A								
B								
C								
D								
E								
F								

Tabela 9 - Horários exercidos no 6º Dia do Estudo Prático

Elemento	Dia 7							
	1h - 4h	4h - 7h	7h - 10h	10h - 13h	13h - 16h	16h - 19h	19h - 22h	22h - 01h
A					x			
B			x					
C				x				
D				x				
E					x			
F			x					

Tabela 10 - Horários exercidos no 7º Dia do Estudo Prático

Após os dados serem introduzidos individualmente na MARTHA, os resultados finais correspondem ao tempo total de sono por dia, a percentagem de tempo por cada serviço com uma previsão de elevada sonolência ($KSS \geq 5$), a percentagem de tempo por cada serviço com uma previsão de elevada fadiga ($KSS \geq 8$) e ainda os gráficos que



representam a evolução da curva que define a escala de previsão de sonolência (KSS). As Tabelas apresentadas abaixo representam estes dados, por elemento, para os sete dias de estudo.

SLEEP PER DAY (H)						
1	2	3	4	5	6	7
7h10	6h30	6h	5h10	5h30	6h20	08h
TIME WITH REDUCED WAKEFULNESS (KSS»5) %						
1	2	3	4	5	6	7
0%	100%	83%	100%	100%	-	0%
0%	0%	-	0%	0%	-	-
-	-	-	-	11%	-	-
TIME WITH HIGH RISK OF FALLING ASLEEP (KSS»8) %						
1	2	3	4	5	6	7
0%	0%	0%	0%	22%	-	0%
0%	0%	-	0%	0%	-	-
-	-	-	-	0%	-	-

Tabela 11 – Dados finais da ferramenta para o elemento “A”

SLEEP PER DAY (H)						
1	2	3	4	5	6	7
7h	5h	10h	5h10	3h30	6h50	7h10
TIME WITH REDUCED WAKEFULNESS (KSS»5) %						
1	2	3	4	5	6	7
0%	100%	0%	100%	100%	-	0%
94%	-	-	0%	100%	-	-
-	-	-	0%	-	-	-
TIME WITH HIGH RISK OF FALLING ASLEEP (KSS»8) %						
1	2	3	4	5	6	7
0%	0%	0%	0%	0%	-	0%
0%	-	-	0%	0%	-	-
-	-	-	0%	-	-	-

Tabela 12 – Dados finais da ferramenta para o elemento “B”



SLEEP PER DAY (H)						
1	2	3	4	5	6	7
10h	5h30	7h50	6h40	5h10	7h	7h10
TIME WITH REDUCED WAKEFULNESS (KSS»5) %						
1	2	3	4	5	6	7
0%	94%	0%	100%	67%	-	0%
-	0%	-	0%	0%	-	-
-	-	-	78%	-	-	-
TIME WITH HIGH RISK OF FALLING ASLEEP (KSS»8) %						
1	2	3	4	5	6	7
0%	0%	0%	0%	0%	-	0%
-	0%	-	0%	0%	-	-
-	-	-	0%	-	-	-

Tabela 13 – Dados finais da ferramenta para o elemento “C”

Ao analisar os resultados relativos ao elemento “A” reparamos que este apresenta os maiores registos de sonolência, por norma, nos primeiros serviços do dia que indicam os turnos da noite ou de madrugada. No dia 5 o elemento registou o valor de cansaço mais elevado no serviço das 0100 às 0400 horas, como podemos ver no gráfico da Figura 6. Este valor mais elevado foi também o único valor de elevada fadiga (KSS ≥ 8) registado durante o estudo.

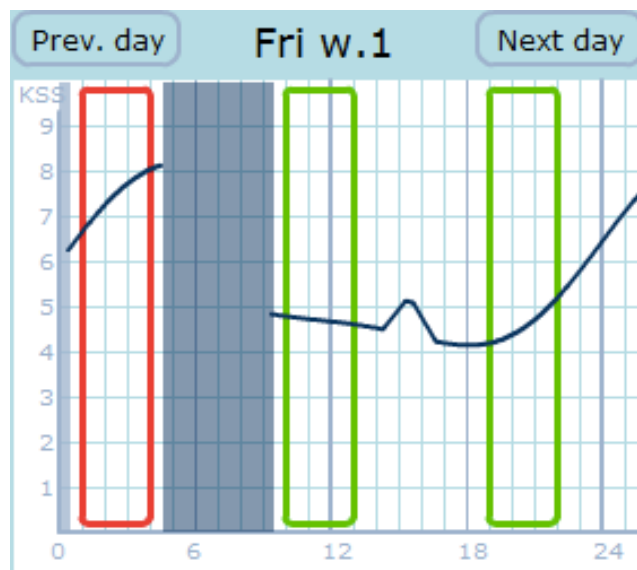


Figura 6 – Gráfico de previsão de fadiga para o elemento “A”, Dia 5

O elemento “A” apresenta um valor de KSS igual a 8 pelas 0400 horas, ou seja, no final do serviço, dando origem aos 22% registados. Este valor é apresentado poderá ser uma consequência do cansaço já acumulado e pela falta de descanso no início da noite. O valor de 5h30min registado de sono para este dia surgiu apenas depois do serviço, ou seja, das 0430 às 1000.

Um facto interessante de reparar também é que o pequeno período de sono que o elemento teve por volta das 24 horas, praticamente não atenuou a curva de previsão da fadiga. Relativamente aos restantes valores de elevada sonolência registados, estes devem-se ao regime de serviços que estava implementado a bordo, que são idênticos aos outros dois elementos. No entanto de salientar que o elemento “A” embora tenha registado 83% no serviço do dia três, mesmo este tendo sido realizado ao início da noite e não de madrugada, a curva de previsão demonstra um declive de ascensão bastante crítico, conforme se pode observar na figura 7.

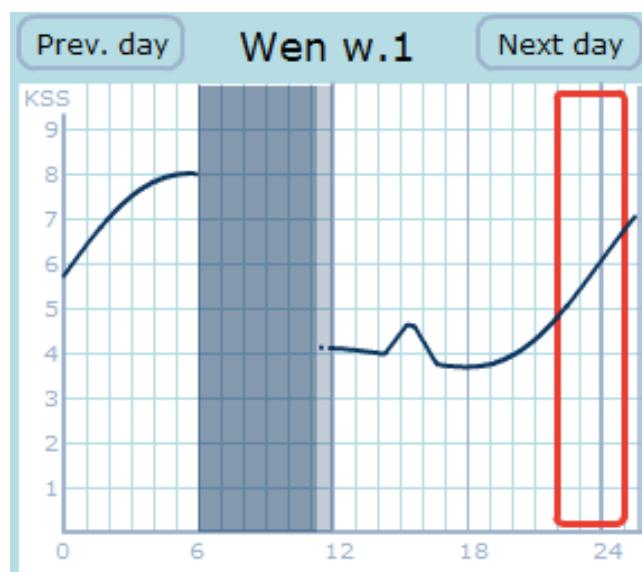


Figura 7 – Gráfico de previsão de fadiga para o elemento “A”, Dia 3

Relativamente ao elemento “B”, embora não registre nenhum serviço com uma previsão de elevada fadiga, demonstra alguns com grande percentagem de elevada sonolência. O dia 5 é o que chama mais atenção devido aos dois serviços de 100 % de



previsão de elevada sonolência. No entanto, como podemos ver no gráfico (Figura 8), embora todo o período de serviço esteja com valor de KSS superior a cinco, a curva nunca regista uma grande ascensão, os valores estão sempre no intervalo de 5 a 6, o que demonstra não ser um caso assim tão crítico.

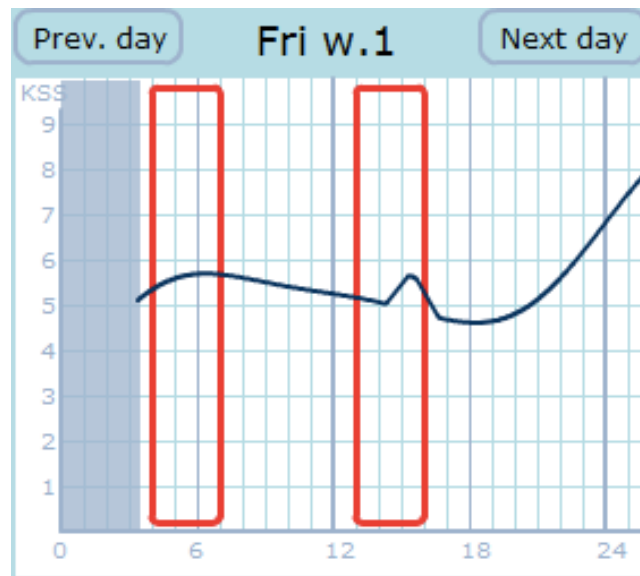


Figura 8 - Gráfico de previsão de fadiga para o elemento "B", Dia 5

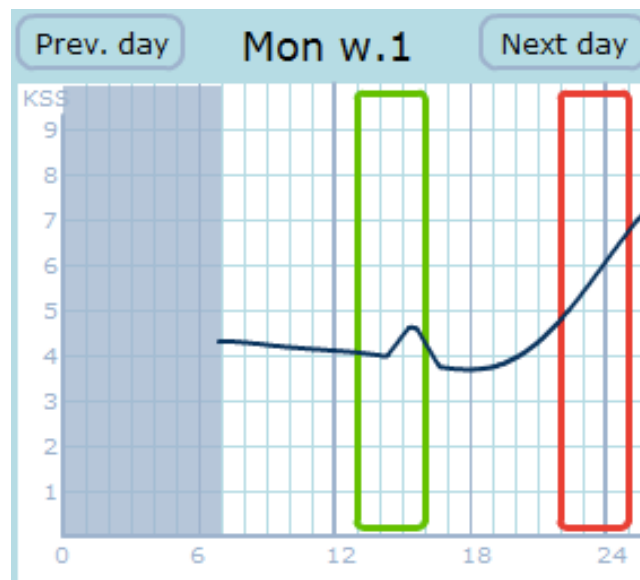


Figura 9 - Gráfico de previsão de fadiga para o elemento "B", Dia 1

A curva atinge os valores mais elevados em períodos fora dos serviços e em situações em que o navio não se encontra a navegar, não servindo para o efeito. O valor mais elevado registado, embora não fosse previsível, é no segundo serviço do primeiro dia, como podemos ver no gráfico da Figura 9.

Relativamente ao elemento “C” analisando os dados do dia 4, que como se pôde ver pela Tabela 3.12 corresponde ao dia mais crítico, onde o elemento realizou três serviços.

Dois dos serviços registaram valores altos de previsão de elevada sonolência, nomeadamente durante a madrugada e à noite. Devido ao bom período de sono durante a noite antecedente, os valores de sonolência registados no serviço das 0400 às 0700 horas variam apenas entre 5 e 6 (KSS). Já no serviço da noite, das 2200 às 0100 horas, é registado um valor mais alto de previsão durante todo o estudo, como se pode ver no gráfico (Figura 10).

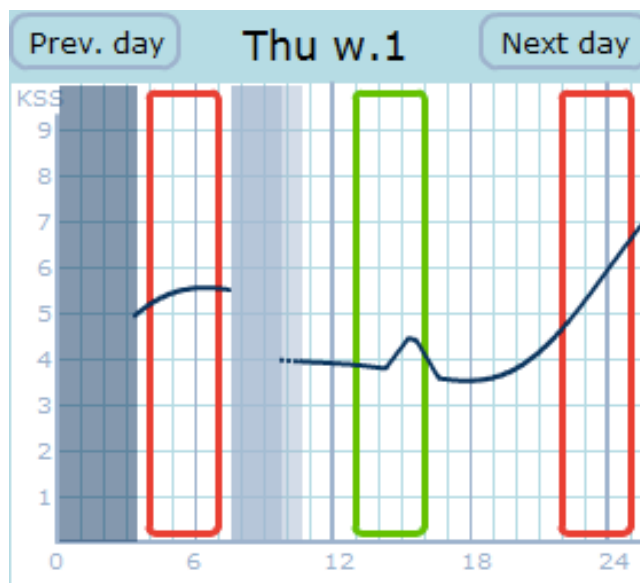


Figura 10 - Gráfico de previsão de fadiga para o elemento “C”, Dia 4

Analisando o panorama geral para cada elemento neste estudo, temos em percentagem o risco de sonolência e de fadiga para os períodos totais de serviço, em trabalho fora de serviço e o total de tempo acordado. Apresentam-se de seguida as tabelas, retiradas da ferramenta MARTHA, que representam estes dados.



	Total	Fatigue ³³	Risk ³⁴
Work	01:09:00	36%	2%
Leisure	03:12:50	28%	5%
Awake	04:21:50	30%	4%
Sleep	01:18:30		

Tabela 14 - Panorama geral de risco para o elemento "A"

	Total	Fatigue	Risk
Work	01:06:10	44%	0%
Leisure	03:19:30	26%	5%
Awake	05:01:40	31%	4%
Sleep	01:22:30		

Tabela 15 - Panorama geral de risco para o elemento "B"

	Total	Fatigue	Risk
Work	01:06:00	34%	0%
Leisure	03:16:50	17%	0%
Awake	04:22:50	21%	0%
Sleep	02:01:20		

Tabela 16 - Panorama geral de risco para o elemento "C"

Como já tinha sido apontado, o elemento "A" foi o único durante este estudo a registrar períodos de risco de fadiga durante os serviços, no entanto ressalva-se a importância de haver períodos de risco de fadiga quando em trabalho fora de serviço. De salientar também as percentagens registadas entre os 34 e os 44 % de elevada sonolência nos serviços, sendo valores significativos.

Os valores desta tabela representam um dos produtos finais de uma análise de dados através da ferramenta MARTH no entanto pode ser consultado o "Guia de Instruções de

³³ Percentagem relativamente ao risco de elevada sonolência (KSS \geq 5)

³⁴ Percentagem relativamente ao risco de elevada fadiga (KSS \geq 8)



utilização da ferramenta MARTHA” em Apêndice, para esclarecimentos mais específicos.

Para terminar o propósito deste capítulo, é importante destacar a capacidade de autoavaliação dos elementos em estudo, relativamente ao seu estado de alerta durante os serviços. Para este efeito, foi pedido no “Questionário Diário Individual” (Apêndice 2) que os elementos se autoavaliassem na escala KSS (de 1 a 9) relativamente ao seu estado de sonolência médio durante os serviços. Nesta escala, o valor de 1 corresponde a “totalmente acordado” e o valor de 9 a “quase a adormecer”. Posto isto, o resultado final encontra-se na seguinte Tabela 17.

Como classifica o seu estado de alerta durante os quartos (1- 9)							
DIA	1	2	3	4	5	6	7
A	1	3	1	1	2	-	1
	1	1	-	1	1	-	-
	-	-	-	-	1	-	-
B	1	2	3	4	2	-	2
	1	-	-	1	2	-	-
	-	-	-	2	-	-	-
C	1	1	1	6	2	-	1
	1	1	-	1	2	-	-
	-	-	-	2	-	-	-

Tabela 17 – Relação dos dados de autoavaliação do estado de alerta dos elementos durante os períodos de serviço

É possível reparar que os elementos tendem a não atribuir valores muito elevados, ignorando talvez grande parte dos períodos em que se sentiram cansados durante o serviço. Os valores mais altos apresentados, de facto aproximam-se do valor registado pela MARTHA, correspondendo aos primeiros serviços do dia 4 para os elementos “B” e “C”, no entanto estes períodos não correspondem aos mais críticos apresentados pela MARTHA para cada elemento. Provavelmente, este foi um período onde os elementos em estudo tomaram maior consciência do seu estado de alerta durante os serviços, talvez devido ao acumular de tempo em missão, juntando a isso o facto de serem os serviços nos períodos de madrugada.



Por forma a consolidar esta correlação entre os dados apresentados pela ferramenta MARTHA e os dados obtidos pela auto-avaliação dos elementos em estudo, foi elaborado um gráfico para o dia 5, onde são visíveis os dados dos três elementos (Figura 11). Mais uma vez, pode-se verificar que os elementos têm tendência para desvalorizar o cansaço, mantendo baixos valores durante todo o 5º dia.

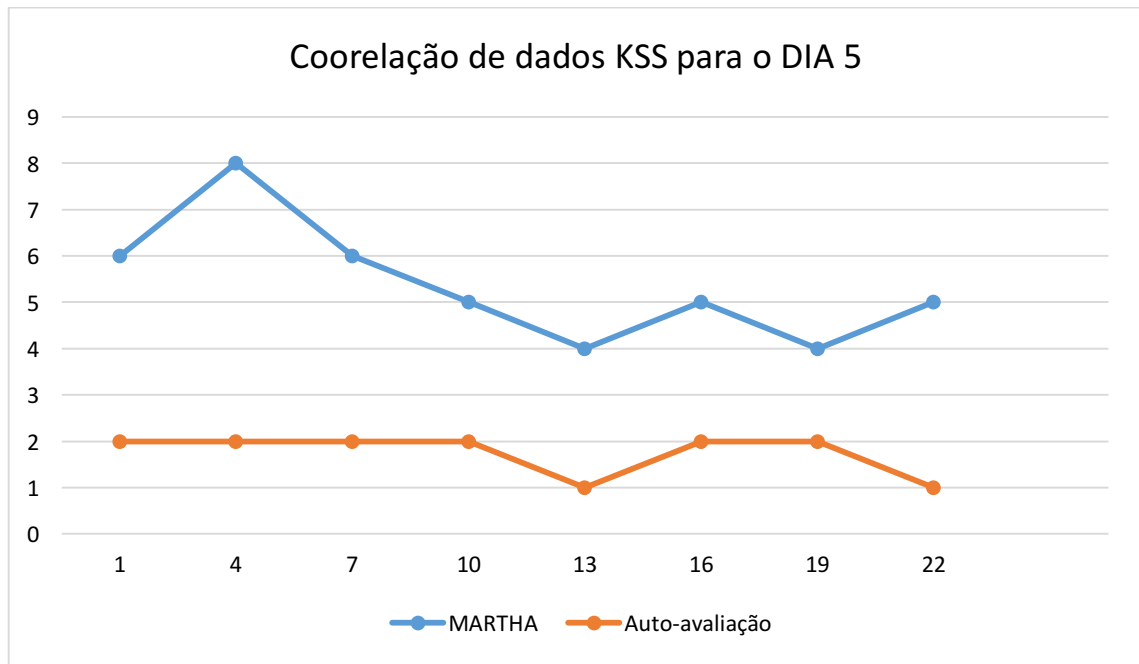


Figura 11 – Gráfico de correlação entre os dados previstos pela MARTHA e os dados de auto-avaliação pelos elementos em estudo



5. Análise do risco de Fadiga para diferentes regimes de horários usados a bordo das unidades navais

Este capítulo integra a análise do risco fadiga a que os Oficiais de Quarto à Ponte possam estar sujeitos em determinados horários implementados a bordo. Estes horários dependem efetivamente da duração respetiva de cada serviço à ponte e do número de OQP's disponíveis. Esta simulação teve por base a ferramenta MARTHA, onde são introduzidos os diferentes regimes horários, e onde os períodos de sono são ajustados pela própria ferramenta. Estas simulações podem não representar dados idênticos à realidade, no entanto, permitem a comparação do risco de fadiga entre os diferentes regimes. A ferramenta estabelece os períodos de sono de forma equilibrada e o mais próximo da realidade possível, desta forma os valores de sono serão relativamente idênticos entre os regimes implementados.

Foram estabelecidos seis diferentes regimes e em linha com a análise realizada no capítulo anterior, os dados foram analisados para um período de uma semana. Os períodos estabelecidos têm por base horários que são implementados em algumas situações nas unidades navais da marinha portuguesa, podendo assim estabelecer-se uma análise comparativa. Foram também estabelecidos neste estudo projetivo alguns regimes de horários que, embora não sejam implementados, possam através deste estudo vir a ser analisados e implementados futuramente. Os regimes representam situações de 3, 4 e 5 OQP's disponíveis. Desta forma, foram introduzidos e analisados os seguintes horários: 4-ON / 8-OFF (3 OQP); 3-ON / 9-OFF (4 OQP); 4-ON / 12-OFF (4 OQP); 3-ON / 12-OFF (5 OQP); 6-ON / 12-OFF (3 OQP); 8-ON / 16-OFF (3 OQP). De salientar que o regime de horário analisado no estudo prático³⁵ não foi usado para esta simulação. Os regimes serão analisados e comparados com base nas tabelas que traduzem o panorama geral de análise do risco para cada elemento, num período de sete dias.

³⁵ Capítulo 3.3. – Análise do risco de fadiga no regime de Quartos utilizado a bordo



5.1. Resultados Obtidos

Por forma a facilitar a exposição dos dados obtidos pela ferramenta MARTHA para os respetivos regimes de horários em estudo, atribuiu-se a seguinte nomenclatura:

- ✓ Regime 1: 4-ON / 8-OFF (3 OQP);
- ✓ Regime 2: 3-ON / 9-OFF (4 OQP);
- ✓ Regime 3: 4-ON / 12-OFF (4 OQP);
- ✓ Regime 4: 3-ON / 12-OFF (5 OQP);
- ✓ Regime 5: 6-ON / 12-OFF (3 OQP);
- ✓ Regime 6: 8-ON / 16-OFF (3 OQP).

Desta forma, os horários para o Regime 1 foram estabelecidos consoante a Tabela 18 e os resultados finais para os três elementos estão seguidamente apresentados.

ELEMENTO	0h - 4h	4h - 8h	8h - 12h	12h - 16h	16h - 20h	20h - 24h
A	x			x		
B		x			x	
C			x			x

Tabela 18 – Planeamento de horários para o Regime 1

	Total	Fatigue	Risk
Work	02:08:10	50%	1%
Leisure	02:20:50	20%	5%
Awake	05:05:00	33%	3%
Sleep	01:19:10		

Tabela 19 – Panorama geral para o elemento “A” no Regime 1

	Total	Fatigue	Risk
Work	02:07:50	50%	0%
Leisure	02:17:40	22%	0%
Awake	05:01:30	35%	0%
Sleep	01:22:40		

Tabela 20 – Panorama geral para o elemento “B” no Regime 1



	Total	Fatigue	Risk
Work	02:08:10	21%	0%
Leisure	02:14:40	5%	0%
Awake	04:22:50	12%	0%
Sleep	02:01:20		

Tabela 21 – Panorama geral para o elemento “C” no Regime 1

No que diz respeito ao Regime 2 o planeamento e os resultados foram os seguintes:

ELEMENTO	1h - 4h	4h - 7h	7h - 10h	10h - 13h	13h - 16h	16h - 19h	19h - 22h	22h - 01h
A	x				x			
B		x				x		
C			x				x	
D				x				x

Tabela 22 – Planeamento de horários para o Regime 2

	Total	Fatigue	Risk
Work	01:18:10	50%	0%
Leisure	03:08:20	19%	0%
Awake	05:02:30	30%	0%
Sleep	01:21:40		

Tabela 23 – Panorama geral para o elemento “A” no Regime 2

	Total	Fatigue	Risk
Work	01:17:50	50%	0%
Leisure	03:06:30	19%	0%
Awake	05:00:20	30%	0%
Sleep	01:23:50		

Tabela 24 – Panorama geral para o elemento “B” no Regime 2

	Total	Fatigue	Risk
Work	01:18:10	0%	0%
Leisure	03:04:30	12%	0%
Awake	04:22:40	8%	0%
Sleep	02:01:30		

Tabela 25 – Panorama geral para o elemento “C” no Regime 2



	Total	Fatigue	Risk
Work	01:17:00	38%	0%
Leisure	03:03:40	4%	0%
Awake	04:20:40	16%	0%
Sleep	02:03:30		

Tabela 26 – Panorama geral para o elemento “D” no Regime 2

O planeamento para o Regime 3 foi estabelecido para dois dias, por os horários não se repetirem todos os dias, como se pode ver na Tabela 27. Em baixo encontra-se também os resultados finais.

ELEMENTO	0h - 4h	4h - 8h	8h - 12h	12h - 16h	16h - 20h	20h - 24h	0h - 4h	4h - 8h	8h - 12h	12h - 16h	16h - 20h	20h - 24h
A	x				x				x			
B		x				x				x		
C			x				x				x	
D				x				x				x

Tabela 27 – Planeamento de horários para o Regime 3

	Total	Fatigue	Risk
Work	01:20:10	36%	1%
Leisure	03:03:50	15%	3%
Awake	05:00:00	22%	2%
Sleep	02:00:10		

Tabela 28 – Panorama geral para o elemento “A” no Regime 3

	Total	Fatigue	Risk
Work	01:19:50	50%	0%
Leisure	03:03:30	12%	0%
Awake	04:23:20	26%	0%
Sleep	02:00:50		

Tabela 29 – Panorama geral para o elemento “B” no Regime 3

	Total	Fatigue	Risk
Work	01:16:00	30%	1%
Leisure	03:06:40	13%	2%
Awake	04:22:40	19%	2%
Sleep	02:01:30		

Tabela 30 – Panorama geral para o elemento “C” no Regime 3



	Total	Fatigue	Risk
Work	01:16:10	42%	0%
Leisure	03:05:20	12%	0%
Awake	04:21:30	23%	0%
Sleep	02:02:40		

Tabela 31 – Panorama geral para o elemento “D” no Regime 3

Relativamente ao planeamento de horários para o Regime 4, este não é definido por um padrão repetitivo dos serviços por cada elemento, no entanto e à semelhança dos regimes anteriores o planeamento segue uma sequência lógica na organização dos serviços. Deste modo, encontra-se na Tabela 32 o planeamento para os dois primeiros dias e em seguida os respetivos resultados finais para o total de dias.

ELEMENTO	1h - 4h	4h - 7h	7h - 10h	10h - 13h	13h - 16h	16h - 19h	19h - 22h	22h - 01h	1h - 4h	4h - 7h	7h - 10h	10h - 13h	13h - 16h	16h - 19h	19h - 22h	22h - 01h
A	x					x					x					x
B		x					x					x				
C			x					x					x			
D				x					x					x		
E					x					x					x	

Tabela 32 – Planeamento de Horários para o Regime 4 (apenas corresponde aos dois primeiros dias)

	Total	Fatigue	Risk
Work	01:08:00	33%	0%
Leisure	03:13:50	10%	0%
Awake	04:21:50	17%	0%
Sleep	02:02:20		

Tabela 33 – Panorama geral para o elemento “A” no Regime 4

	Total	Fatigue	Risk
Work	01:06:00	29%	0%
Leisure	03:14:20	12%	0%
Awake	04:20:20	16%	0%
Sleep	02:03:50		

Tabela 34 – Panorama geral para o elemento “B” no Regime 4

	Total	Fatigue	Risk
Work	01:09:00	36%	0%
Leisure	03:13:30	11%	0%
Awake	04:22:30	18%	0%
Sleep	02:01:40		

Tabela 35 – Panorama geral para o elemento “C” no Regime 4



	Total	Fatigue	Risk
Work	01:06:00	39%	0%
Leisure	03:15:40	12%	0%
Awake	04:21:40	19%	0%
Sleep	02:02:30		

Tabela 36 – Panorama geral para o elemento “D” no Regime 4

	Total	Fatigue	Risk
Work	01:09:10	36%	0%
Leisure	03:12:30	13%	0%
Awake	04:21:40	19%	0%
Sleep	02:02:30		

Tabela 37 – Panorama geral para o elemento “E” no Regime 4

No Regime 5 o planeamento de horários divide o dia em quatro serviços, desta forma a distribuição por elemento foi delineada com base na Tabela 38.

ELEMENTO	1h - 7h	7h - 13h	13h - 19h	19h - 01h	1h - 7h	7h - 13h	13h - 19h	19h - 01h	1h - 7h	7h - 13h	13h - 19h	19h - 01h
A	x			x			x			x		
B		x			x			x			x	
C			x			x			x			x

Tabela 38 – Planeamento de Horários para o Regime 5

	Total	Fatigue	Risk
Work	02:11:10	43%	0%
Leisure	02:15:30	14%	0%
Awake	05:02:40	28%	0%
Sleep	01:21:30		

Tabela 39 – Panorama geral para o elemento “A” no Regime 5

	Total	Fatigue	Risk
Work	02:06:00	32%	0%
Leisure	02:18:50	14%	0%
Awake	05:00:50	22%	0%
Sleep	01:23:20		

Tabela 40 – Panorama geral para o elemento “B” no Regime 5



	Total	Fatigue	Risk
Work	02:06:00	32%	0%
Leisure	02:17:50	14%	0%
Awake	04:23:50	22%	0%
Sleep	02:00:20		

Tabela 41 – Panorama geral para o elemento “C” no Regime 5

Relativamente ao planeamento para o Regime 5, este estabelece um padrão diário de serviços por elemento, como podemos ver na Tabela 42. Os resultados finais encontram-se representados seguidamente.

ELEMENTO	4h - 12h	12h - 20h	20h - 4h
A	x		
B		x	
C			x

Tabela 42 – Planeamento de Horários para o Regime 6

	Total	Fatigue	Risk
Work	02:08:00	100%	0%
Leisure	03:00:20	68%	0%
Awake	05:08:20	82%	0%
Sleep	01:15:50		

Tabela 43 – Panorama geral para o elemento “A” no Regime 6

	Total	Fatigue	Risk
Work	02:08:10	0%	0%
Leisure	02:07:50	17%	0%
Awake	04:16:00	8%	0%
Sleep	02:08:10		

Tabela 44 – Panorama geral para o elemento “B” no Regime 6

	Total	Fatigue	Risk
Work	02:04:00	66%	1%
Leisure	02:23:20	4%	4%
Awake	05:03:20	30%	3%
Sleep	01:20:50		

Tabela 45 – Panorama geral para o elemento “C” no Regime 6



5.2. Análise Comparativa dos Resultados

Em primeiro lugar, analisando o Regime 1 (4-ON / 8-OFF), este é semelhante ao regime de horário usado no estudo prático por ser estabelecido apenas para 3 OQP's. No entanto, este regime apresenta um aumento não só no tempo de serviço como também no período fora de serviço. Se analisarmos as Tabelas de panorama geral, facilmente concluímos que, no que diz respeito ao tempo de serviço (“*Work*”), o Regime 1 apresenta em dois dos elementos uma grande percentagem de elevada sonolência (50%). Este valor é consideravelmente superior aos valores encontrados no estudo prático (3-ON / 6-OFF). No que diz respeito aos valores de risco de fadiga, em ambos os regimes apenas se verifica num dos elementos, e o valor é identicamente baixo. De salientar que o terceiro elemento neste Regime 1, apresenta valores relativamente baixos. No entanto, devido aos valores significativamente altos dos primeiros dois elementos, na comparação entre os dois regimes referidos, é preferível a escolha do regime 3-ON / 6-OFF.

Analisando, o Regime 2 (3-ON / 9-OFF) e o Regime 3 (4-ON / 12-OFF) que foram estabelecidos para 4 OQP's, estes apresentam valores diferentes, que de certa forma se tornam difíceis de comparar. No Regime 2 dois dos elementos apresentam valores de 50% e um elemento com 38% de elevada sonolência no período total de serviço, no entanto o elemento “C” indica 0% de probabilidade de elevada sonolência em todos os períodos de serviço. Este elemento encontra-se perante um horário de serviço bastante favorável e este valor talvez se verifique pela compatibilidade do horário com ciclo circadiano do ser humano. O Regime 3 apresenta dois elementos com percentagens significativamente mais elevadas (42 e 50 %) e outros dois com valores mais razoáveis (30 e 36%), isto nos períodos de serviço. No entanto, é de salientar que os elementos de valores mais razoáveis apresentam valores (embora baixos) de risco de fadiga. Ou seja, os elementos são afetados por períodos de cansaço mais curtos, mas a uma escala de risco superior. Pôde-se assim concluir que, o Regime 2 é mais vantajoso para a gestão do risco de fadiga, não só por indicar um elemento onde a percentagem de sonolência é nula, como também por não apresentar valores na escala de percentagem em risco de



fadiga. Este regime é sólido e não sofre alterações de horários, desta forma é vantajoso para que o ciclo biológico dos elementos se familiarizem com o horário específico para cada um, porém em períodos mais longos poderá resultar numa extrema acumulação de sonolência para os dois elementos que registaram os valores de 50 %. Relativamente ao Regime 4, este representa um panorama bastante utilizado nas unidades navais da Marinha Portuguesa, o qual permite bastante flexibilidade aos OQP's no que diz respeito ao trabalho fora de serviço e a períodos de sono. Este regime estabelece períodos de serviço relativamente curtos (3 horas) e o intervalo de 12 horas, o que permite a tal flexibilidade. Os valores de percentagem de elevada sonolência no período total de trabalho variam entre 29 e 39 %, não sendo registados valores de elevado risco de fadiga. Desta forma, embora seja um regime flexível e sem um risco acentuado de fadiga, é de considerar de forma significativa os valores de elevada sonolência registados. De salientar também que o baixo risco de fadiga antevê uma gestão eficaz na aplicação do regime de horários.

Os dois últimos Regimes 5 (6-ON / 12-OFF) e 6 (8-ON / 16-OFF), são opções mais controversas no que diz respeito à gestão de 3 OQP's. No entanto, o Regime 5 apresenta valores bastante favoráveis à sua utilização. Os valores de percentagem de elevada sonolência variam entre 32 e 43, não apresentando quaisquer valores de risco de fadiga. Este resultado otimista para um regime onde o período de serviços é mais alongado, pode ser justificado pelo fator de rotatividade, ou seja, é um regime que permite alternar entre os elementos os períodos horários mais críticos para a realização de serviços. Este princípio de rotatividade já não é verificado no Regime 6, podendo ser a base para os resultados obtidos. Um dos fatores para a escolha deste regime de serviços seria garantir que cada elemento apenas realizaria um serviço por dia. Desta forma, como o regime aplicado a 3 OQP's não se torna rotativo em termos de serviços, apenas um dos elementos desfruta de um ciclo favorável ao seu descanso. Como se pode observar nas tabelas de panorama geral, dois dos elementos apresentam valores de grande risco, um dos quais 100% para elevada sonolência e o outro de 66% (o qual chega a atingir períodos de risco de fadiga, embora o valor de percentagem seja de apenas 1%). No entanto, como já foi referido, o elemento restante apresenta um valor nulo em percentagem de risco de sonolência. Este regime talvez seja mais vantajoso se aplicado



a um maior número de OQP's, no entanto exigiria uma gestão de horários mais antecipada, permitindo que certos elementos não realizassem serviços em determinados dias(24horas).



Conclusão

No fim deste trabalho é possível chegar a algumas conclusões, respondendo não só às questões derivadas que foram indicadas no início desta investigação como também à questão central que originou a mesma. Pretende-se ainda neste capítulo fazer uma análise aos objetivos alcançados e às dificuldades sentidas, refletindo em propostas de trabalho a desenvolver na respetiva área.

Relativamente às questões derivadas, as mesmas se encontram desenvolvidas nos diferentes capítulos deste trabalho. A primeira “Quais as causas e consequências da fadiga no mar?” e a segunda questão “De que forma a fadiga compromete a segurança da navegação” são respondidas no capítulo 2. A fadiga, derivando de diversos fatores ambientais, operacionais, fisiológicos e psicológicos, pode afetar não só o nível de saúde dos elementos como o estado de alerta para garantir a segurança da navegação. A fadiga reduz não só a eficiência individual como a própria noção do risco, o que pode comprometer a capacidade do ser humano em tomar decisões eficazes. Os exemplos de acidentes marítimos retratados neste trabalho remontam para situações reais onde a fadiga foi criteriosamente comprovada como causa principal.

A terceira questão “Como se pode avaliar o risco de fadiga?” é analisada de uma forma subjetiva no final do capítulo 2, onde são indicadas medidas de prevenção para a fadiga e onde é referido que devido à difícil autoavaliação do nível de fadiga é de extrema importância a implementação de boas políticas de gestão de fadiga. A ferramenta MARTHA surge neste trabalho não só como uma medida de análise aos regimes horários a bordo de plataformas marítimas, mas também como medida de prevenção adaptada a um sistema de políticas de bordo para a gestão do risco de fadiga.

A última questão derivada “Qual o risco de fadiga a que os OQP’s são submetidos durante um período contínuo no mar?” foi a base da realização do estudo prático apresentado no capítulo 4. Os valores de risco de fadiga efetivamente registados no decorrer do estudo vão de encontro aos princípios que motivaram este trabalho, nomeadamente na importância que a gestão da fadiga deve ter nos planeamentos



atribuídos às unidades navais da Marinha Portuguesa, principalmente no que diz respeito a garantir a segurança da navegação.

A resposta à pergunta central que desenvolveu esta investigação tem por base a relação entre as repostas a todas questões derivadas já referidas. Como foi mencionado, a presença de fadiga pode pôr em causa a capacidade de um indivíduo em garantir a segurança da navegação. Tendo como referência os dados apresentados nos capítulos 4 e 5, os regimes implementados aos OQP's das unidades navais, embora não demonstrem valores de elevado perigo, o risco de fadiga está presente e é confirmado pelos dados retirados da ferramenta MARTHA. Deste modo, pode-se afirmar que existe um risco de fadiga, variável consoante os diferentes regimes horários, associado aos oficiais responsáveis pela segurança e manobra dos navios.

No decorrer do trabalho, os objetivos propostos foram alcançados, nomeadamente a divulgação e sensibilização para um tema a que ainda não é atribuída a devida importância no domínio marítimo. No entanto, a maior dificuldade sentida foi ao nível da validação da ferramenta utilizada no estudo prático. Embora a mesma seja válida por diversos elementos, como demonstrado no capítulo 3, um dos objetivos propostos para este estudo seria a validação da ferramenta enquanto protótipo, para posterior utilização nas unidades navais. Os testes e elementos necessários compreendiam não só diversos recursos, como também conhecimentos técnicos, o que acabou por dificultar a respetiva validação comprometendo o objetivo traçado.

Decorrendo das conclusões referidas, os desafios propostos serão a utilização da ferramenta MARTHA na qualidade de protótipo, na gestão e implementação de regimes horários nas unidades navais da Marinha Portuguesa. Usar ainda a ferramenta como elemento de estudo a novos regimes horários que possam ser implementados a bordo, ou como um sistema de apoio à decisão no que diz respeito a alterações na gestão do pessoal a bordo.



Bibliografia

- AKERSTEDT, T., & FOLKARD, S. (1997), *The Three Process Model of Alertness and its extension to performance, sleep latency, and sleep length*, University of Wales Swansea;
- AKHTAR, M. J. (2014), *Fatigue at Sea - a Manning Problem*, *Jornal of Maritime Research*;
- BARNETT, M., LUTZHOFT, M., & AKERSTEDT, T. (2012), *HORIZON - Fatigue Management Toolkit*, Project Horizon Consortium;
- BILHIM, J. (2008), *Teoria Organizacional - Estruturas e Pessoas*, 6ª ed., Lisboa, Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas;
- BORBÉLY, A. (1982), *A two-process model of sleep regulation*, *Human Neurobiology*;
- CHASE, C. (1992), *A Tomada de Decisão*, Lisboa, Gradiva;
- CHAURIN, C. (2011), *Human Factors and Maritime Safety*, Université de Bretagne Sud;
- PROJECT HORIZON CONSORTIUM (2012), *Project Horizon – a wake-up call*, in <http://www.warsashacademy.co.uk/about/resources/final-horizon-report-final-as-printed.pdf>, consultado em junho de 2015;
- COOMBS, J. (2015), "Fatigue at Work", Em J. Coombs, *Occupational Health*;
- DAMÁSIO, A. (2000), *O erro de Descartes - Emoção, Razão e Cérebro Humano*, 21 ed., Lisboa, Publicações Europa América;
- DRUCKER, P. (2001), *The essential Drucker on the Individual*, Collins Business Essentials;



- FERREIRA, Bruno Miguel, *A problemática da análise e investigação dos sinistros marítimos e a ação da Marinha e da Autoridade Marítima Nacional neste contexto*, Dissertação de Mestrado em Ciências Militares Navais na Escola Naval, Lisboa, 2014;
- FIELDS, C. (2014), *Safety and Shipping Review 2014*, Allianz Global Corporate;
- GOULD, K. S. (2009), *Studies of Safety, Workload and performance in naval high-speed ship navigation*, University Bergen;
- GOUVEIA, J. A., *O Sistema de Autoridade Marítima*, Curso Pós Graduado de Atualização Direito Administrativo do Mar, Instituto de Ciências Jurídico-Políticas, 2013;
- GRECH, M. R., HORBERRY, T. J., & KOESTER, T. (2008), *Human Factors in the Maritime Domain*, Londres, CRC Press;
- GREGORY, D., & SHANAHAN, P. (2010), *The Human Element - a guide to human behaviour in shipping industry*, The Stationery Office;
- HETHERINGTON, C., FLIN, R., & MEARNS, K. (2006), *Safety in shipping: The human element*, National safety Council;
- HOUSE, C., & PLACE, C. (2004), *Brigde Watchkeeping Safety Study*, United Kingdom, Marine Accident Investigation Branch;
- INTERNATIONAL MARITIME ORGANISATION (2001), *Guidance on Fatigue Mitigation and Management*, Londres, Maritime Safety Committee;
- _____ (2006), *Alert - Human Element Awareness Project*, Maritime Safety Committee;
- _____ (2014), *Human Element, Training and Watchkeeping*, Maritime Safety Committee;



- PRAY, J., MCSWEENEY, K., & TOMLINSON, C. (2014). *The Human Element in Safe Shipping: ABS initiatives*, Londres, America Bureau of Shipping;
- LUTZHOFT, M., THORSLUND, B., KIRCHER, A., & GILLBERG, M. (2007), *Fatigue at Sea - A field study in Sedish Shipping*, Swedish National Road and Transport Research Institute;
- LUTZHOFT, Margareta (2008), *Fatigue at Sea – Report*, Swedish National Road and Transport Research Institute, in http://www.seahealth.dk/sites/default/files/Fatigue%20at%20Sea_UK_0.pdf, consultado em junho de 2015;
- MARINE ACCIDENT INVESTIGATION BRANCH (2006), *Report on the investigation of explosion and fire on Border Heather in Grangemouth*;
- MAURIER, CORRIGNAN, BARNETT, GATFIELD, PEKCAN, CLARKE, & AKERSTED (2011), *Fatigue and performance in bridge and engine control room watchkeeping on a 6 ON / 6 OFF watch regime*, Londres, Human Factors in Ship Design and Operations;
- NAUTICAL INSTITUTE (2007), *Alert! Fatigue*, Londres, The International Maritime Human Element Bulletin.
- _____ (2013), *Alert! Dealing with Fatigue*, The International Maritime Human Element Bulletin;
- _____ (2014), *Alert - An Unfortunate Error*, The International Maritime Human Element Bulletin;
- PETRILLI, Renee (2002), *Identifying the cognitive skills that are most affected by fatigue within a decision-making framework*, University of South Australia;
- SILVA, A. G. (2008), *Avaliação do efeito da exposição à luz natural no início da manhã sobre o ciclo vigília/sono a sonolência diurna e o desempenho psicomotor de adolescentes*, Curitiba;



- SQUIRE, David (2007), *Alert! Fatigue*, United Kingdom, The Nautical Institute, in http://www.he-alert.org/objects_store/alert_13.pdf, consultado em junho de 2015;
- _____ (2013), *Alert! Dealing with fatigue*, United Kingdom, The Nautical Institute, in http://www.he-alert.org/objects_store/Alert_38.pdf, consultado em junho de 2015;
- STARREN, J., & HEINRICH, J. G. (2005), *Fatigue in Shipping industry*, TNO;
- SULEMANE, Yazide Abdul, *Ferramentas para a Análise dos Padrões de Tráfego da Barra Sul do Porto de Lisboa*, Dissertação de Mestrado em Ciências Militares Navais na Escola Naval, Lisboa, 2015;
- THOMSON, B. (2007), *The involvement of Human factors in maritime incidents*. Australian Maritime Safety Agency;
- WARSASH MARITIME ACADEMY [s.d.], *Maritime Research Center – Horizon Project*, <http://www.warsashacademy.co.uk/about/our-schools/maritime-research-centre/horizon-project/horizon-project.aspx>, consultado em junho de 2015.



Apêndice 1

Guia de Instruções de utilização da
ferramenta *MARTHA*

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares
Navais

TEMA: *Análise do Risco de Fadiga no Mar*

*Aplicação da ferramenta Martha a bordo de uma
unidade naval*

João Nuno Rodrigues Rubina

Escola Naval

2016



Este documento, adaptado a partir do original fornecido pela *Warsash Maritime Academy*, tem como principal objetivo fornecer a qualquer utilizador da ferramenta MARTHA, as noções essenciais para o funcionamento da mesma. A MARTHA, está disponível pelo Project Horizon e pode ser usada em qualquer plataforma marítima no que diz respeito à gestão do risco de fadiga. Permite introduzir qualquer sistema de horários implementados a bordo, fornecendo o respetivo registo de previsão de fadiga num período de tempo de até seis semanas.



Instruções Iniciais de Funcionamento

Inicialmente, selecione um dos programas de horários pré-estabelecidos pelo software.

Sendo que, estão disponíveis horários de 6-ON / 6-OFF, 4-ON / 8-OFF, 12-ON / 12 OFF.

Clear (24h) day Clear calendar Show sleeps Show risk** Advanced view Help

00:00 00:00

6/6A 6/6B
4/8A 4B 4C
12A 12B

5h 6h 7h
8h 9h 10h 11h

Prev. Z ---:-- Change Z New Z
Next Z ---:-- Delete Z

Prev. day Mon w.1 Next day

KSS

9
8
7
6
5
4
3
2
1

0 6 12 18 24

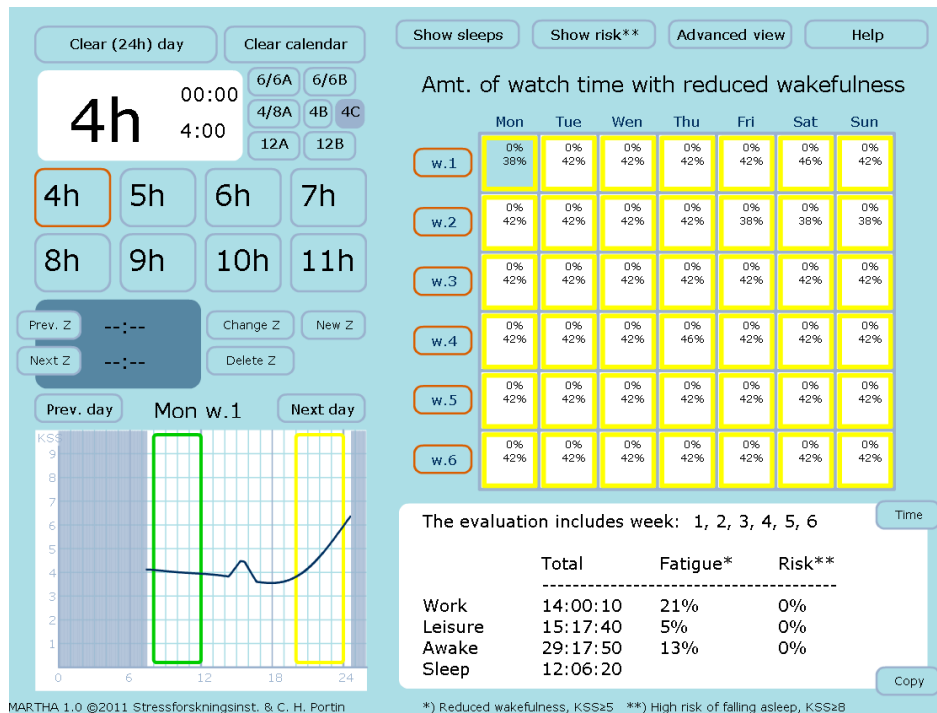
Amt. of watch time with reduced wakefulness

	Mon	Tue	Wen	Thu	Fri	Sat	Sun
w.1							
w.2							
w.3							
w.4							
w.5							
w.6							

Create a watch schedule by clicking the watches into the calendar. Select and change watches to the left.

MARThA 1.0 ©2011 Stressforskningsinst. & C. H. Portin *) Reduced wakefulness, KSS≥5 **) High risk of falling asleep, KSS≥8

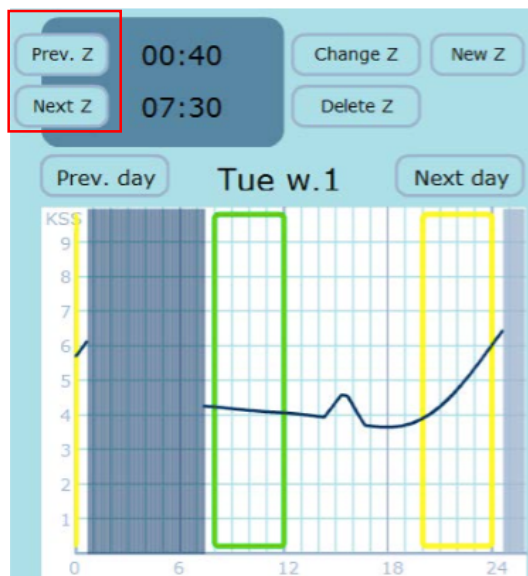
Selecionando, por exemplo o botão 4C, veremos que os turnos de serviço são das 0800 às 1200 horas e das 2000 às 0000 horas. O cenário apresentado para as seis semanas é o seguinte:



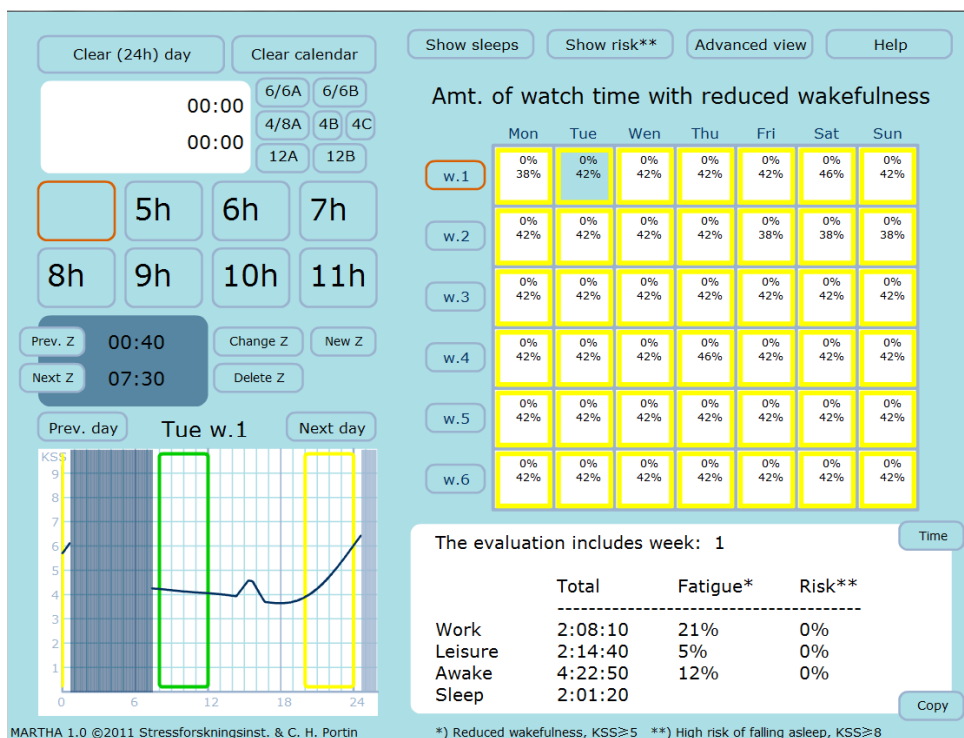
Analisando o Gráfico principal, temos a previsão para o primeiro dia de estudo, onde a sombreado corresponde o período de sono inicial, a verde o primeiro turno, a amarelo o segundo turno e a linha represente a evolução do risco de fadiga ao longo do dia. Na tabela à direita podemos ter um panorama geral de todo o período de estudo, e é onde podemos seleccionar o dia que pretendemos que seja apresentado no gráfico principal.

A ferramenta permite também alterar os períodos de sono, através dos botões “Next Z” e “Prev. Z” seleccionar o período pretendido e proceder à alteração desejada.

O período de sono automaticamente estabelecido pelo software, corresponde ao tempo de sono que permite maior eficiência ao individuo, consoante o horário estabelecido.



O quadro apresentado no canto inferior direito, demonstra os dados avaliados num panorama geral, no entanto estes dados são apresentados consoante as semanas seleccionadas. Por exemplo, se seleccionar apenas a primeira w.1 semana, o panorama será o seguinte:



Analisando o quadro de avaliação geral temos os seguintes parâmetros:

✓ **Work**, corresponde ao tempo despendido nos serviços (no exemplo anterior o



- valor corresponde a 2 dias, 8 horas e 10 minutos);
- ✓ **Leisure**, inclui os períodos em que o indivíduo se encontra acordado, mas fora dos serviços;
 - ✓ **Awake** é o total de tempo acordado, ou seja, a soma dos valores de *Work* e *Leisure*;
 - ✓ **Sleep** é obviamente o tempo despendido a dormir efetivamente.
 - ✓ **Fatigue** diz respeito à quantidade tempo com um KSS superior ou igual a 5
 - ✓ **Risk** diz respeito à quantidade de tempo com um KSS superior ou igual a 8

Os valores de **Fatigue** e **Risk** podem ser apresentados em tempo ou em percentagem.

The evaluation includes week: 1				The evaluation includes week: 1			
	Total	Fatigue*	Risk**		Total	Fatigue*	Risk**
Work	2:08:10	21%	0%	Work	2:08:10	0:11:40	0:00:00
Leisure	2:15:10	6%	0%	Leisure	2:15:10	0:03:30	0:00:00
Awake	4:23:20	13%	0%	Awake	4:23:20	0:15:10	0:00:00
Sleep	2:00:50			Sleep	2:00:50		

Podemos então, ter a análise geral relativamente às seis semanas (seleccionando todas as semanas).

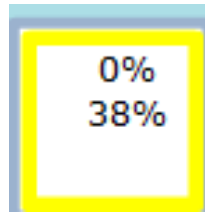
	Mon	Tue	Wen	Thu	Fri	Sat	Sun
w.1	0% 38%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 46%	0% 42%
w.2	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 38%	0% 38%	0% 38%
w.3	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%
w.4	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 46%	0% 42%	0% 42%	0% 42%
w.5	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%
w.6	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%

The evaluation includes week: 1, 2, 3, 4, 5, 6			
	Total	Fatigue*	Risk**
Work	14:00:10	21%	0%
Leisure	15:18:10	6%	0%
Awake	29:18:20	13%	0%
Sleep	12:05:50		

*) Reduced wakefulness, KSS≥5 ***) High risk of falling asleep, KSS≥8



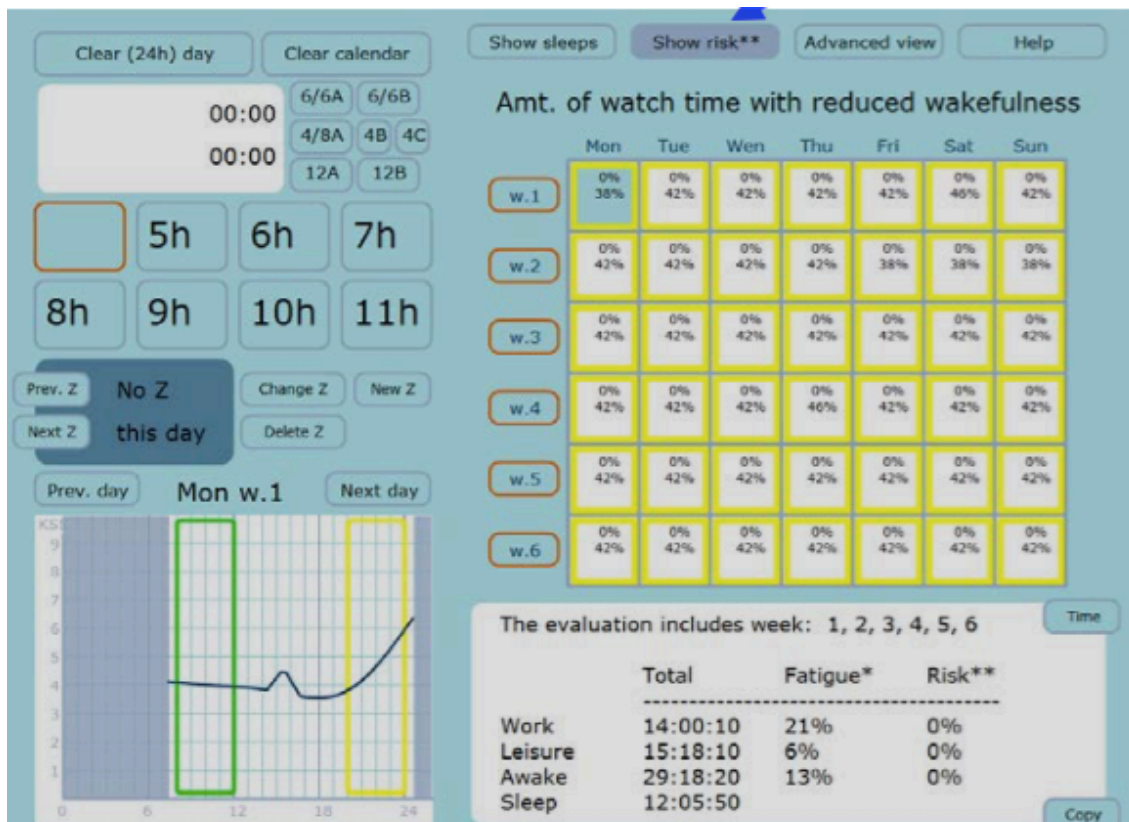
Analisando a Tabela do panorama geral, reparamos que existem dois valores para cada dia.



Estes valores dizem respeito aos dois serviços realizados durante o dia, por ordem cronológica, ou seja, o primeiro valor corresponde ao primeiro serviço realizado no dia.

No entanto, para sabermos o significado destes valores, temos que analisar os botões apresentados acima desta tabela.

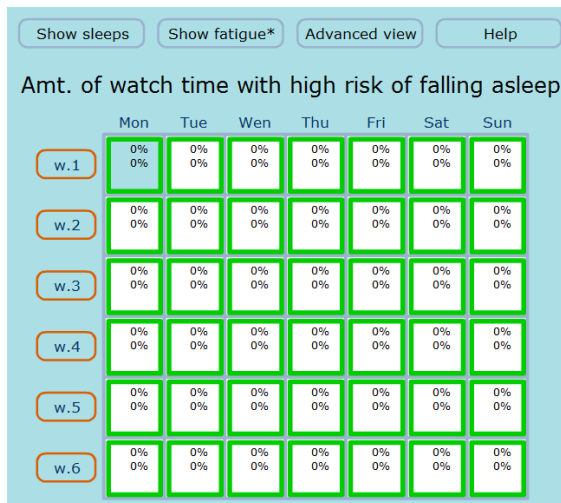
Se seleccionarmos o botão **“Show Fatigue”**, os valores indicados correspondem à percentagem de tempo em que o individuo pode estar em reduzido estado de alerta ($KSS \geq 5$)



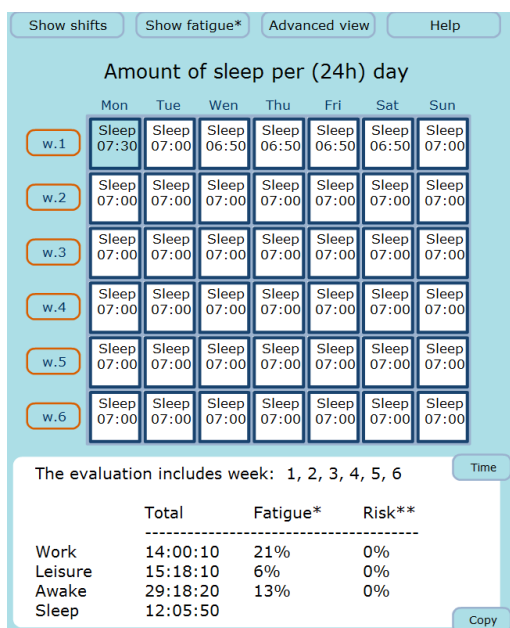


Ou seja, para o exemplo apresentado, do primeiro dia da primeira semana, prevê-se que o indivíduo em 38% do tempo do segundo serviço (2000h – 2400h) esteja com um valor se sonolência de KSS superior a 5.

Se seleccionarmos o botão **“Show Risk”**, será apresentado novamente um valor para cada serviço, que neste caso representa a percentagem de tempo em que o indivíduo poderá estar na presença de elevado risco de fadiga, ou seja $KSS \geq 8$. Neste exemplo apresentado, vemos que todos os valores são de 0%.

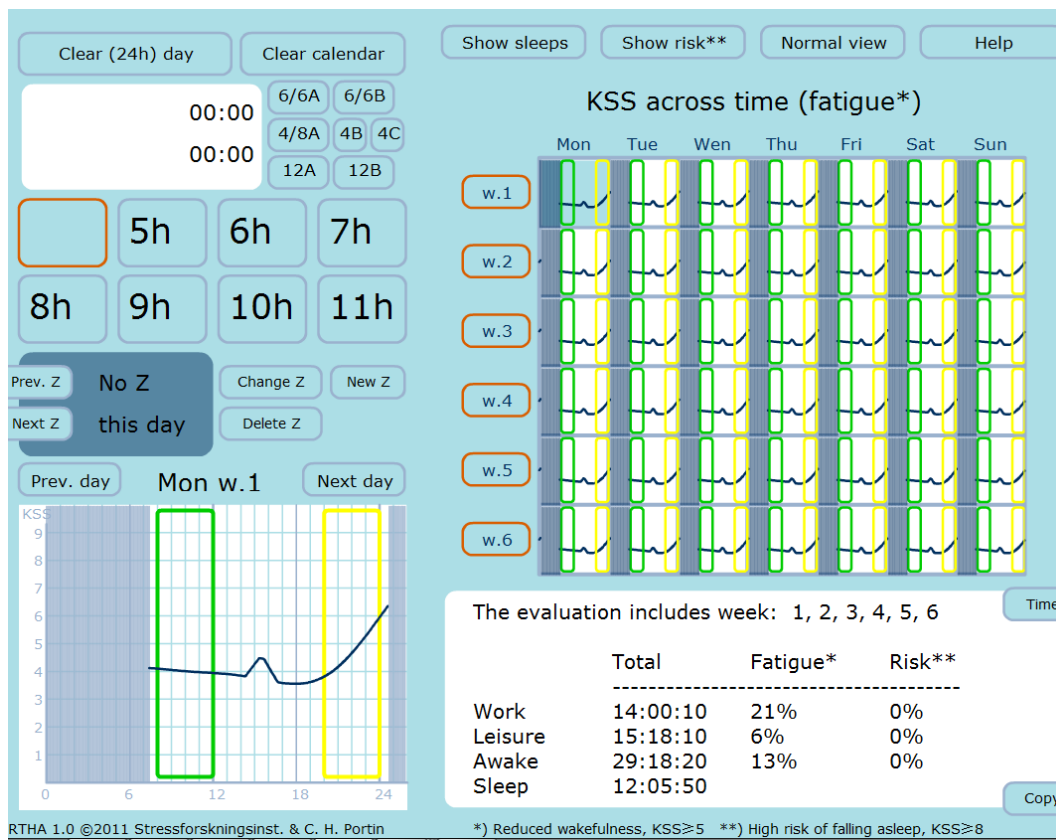


Seleccionando o botão **“Show Sleeps”**, temos acesso ao valor total de sono por dia. No entanto esta informação pode gerar alguma confusão, pelo facto de o dia no programa começar às 0000 horas.



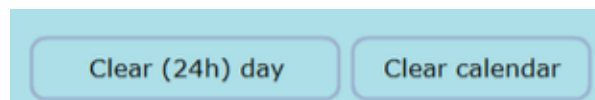


Temos ainda o botão de “Advanced View” que demonstra os gráficos diários num panorama geral, como podemos ver:



Por fim o botão “*Help*”, é isso mesmo uma ajuda ao utilizador, que ao colocar o cursor sobre qualquer botão, irá aparecer no quadro inferior direito o significado do respetivo botão

Para terminar as instruções iniciais, temos no canto superior esquerdo os botões que permitem as informações introduzidas, quer diariamente, quer no período total.





Instruções Práticas de Utilização

Na seção anterior foi demonstrado um cenário onde as condições de realização foram todas perfeitamente conseguidas. Deste modo, e pegando no exemplo demonstrado anteriormente, vamos demonstrar como alterar o plano que estava previamente estabelecido.

Imaginemos que o individuo em questão, no segundo dia da segunda semana terá que alterar os serviços para os horários de: das 0600 às 1200 (6h) e das 1700 às 2400 (7h).

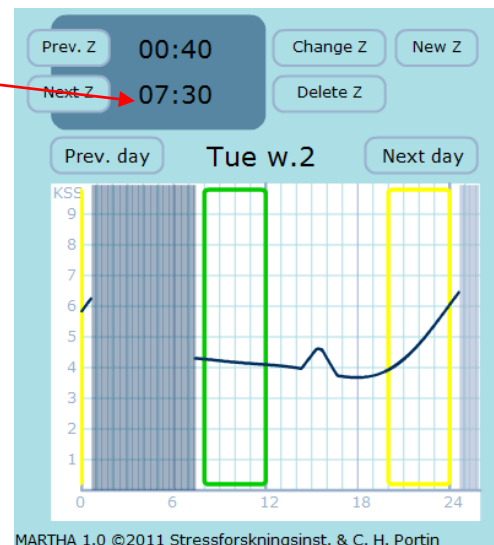
Selecionar o dia pretendido através do  botão

	Mon	Tue	Wen	Thu	Fri	Sat	Sun
w.1	0% 38%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 46%	0% 42%
w.2	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 38%	0% 38%	0% 38%
w.3	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%
w.4	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 46%	0% 42%	0% 42%	0% 42%
w.5	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%

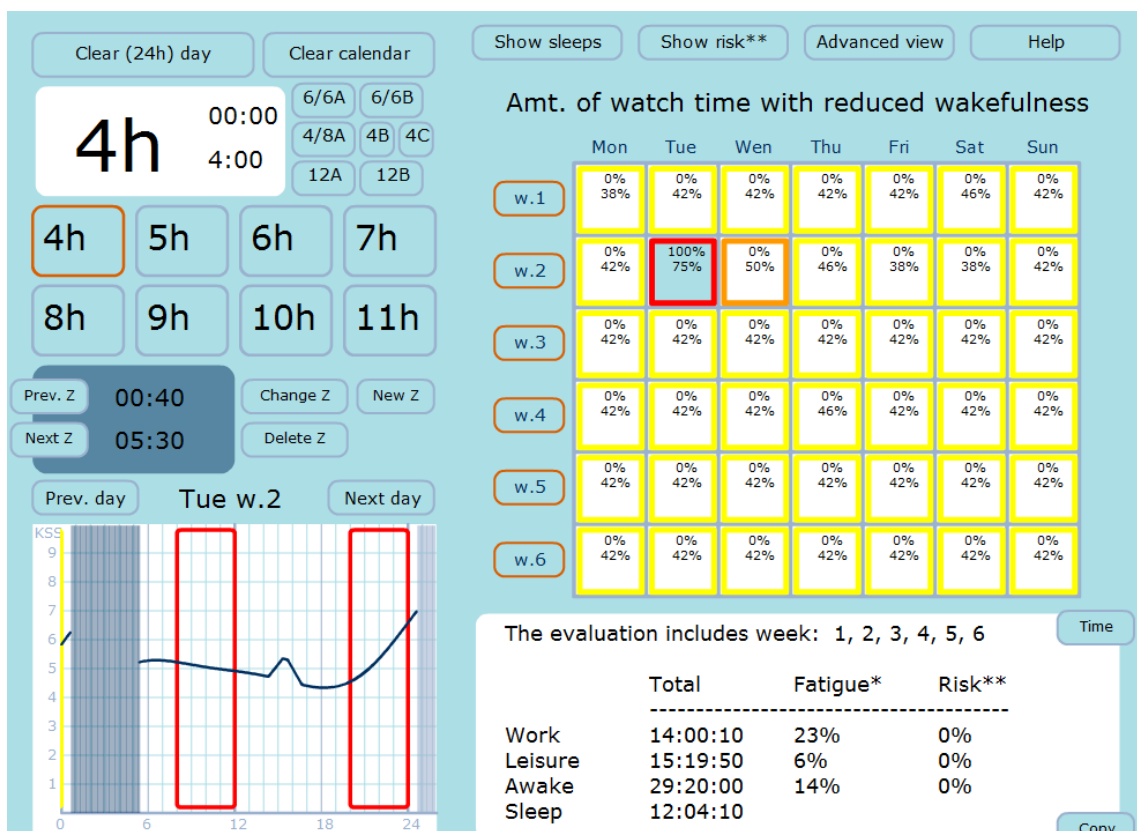


Vamo-nos concentrar no Gráfico principal:

1. Alterar o período de sono, reduzindo duas horas à hora de levantar (0530h)
2. Colocar o cursor no local da alteração
3. Escrever a hora pretendida
4. Selecionar o botão “Change z”



O cenário vai-se alterar da seguinte forma:





Podemos reparar que o valor de reduzido estado de alerta aumentou consideravelmente.

O próximo procedimento é alterar o horário dos serviços:

Primeiro vamos eliminar o regime estabelecido para o dia 2 da segunda semana. Para tal vamos seleccionar o botão **“Clear (24h) day”** e posteriormente o quadrado do respetivo na tabela.

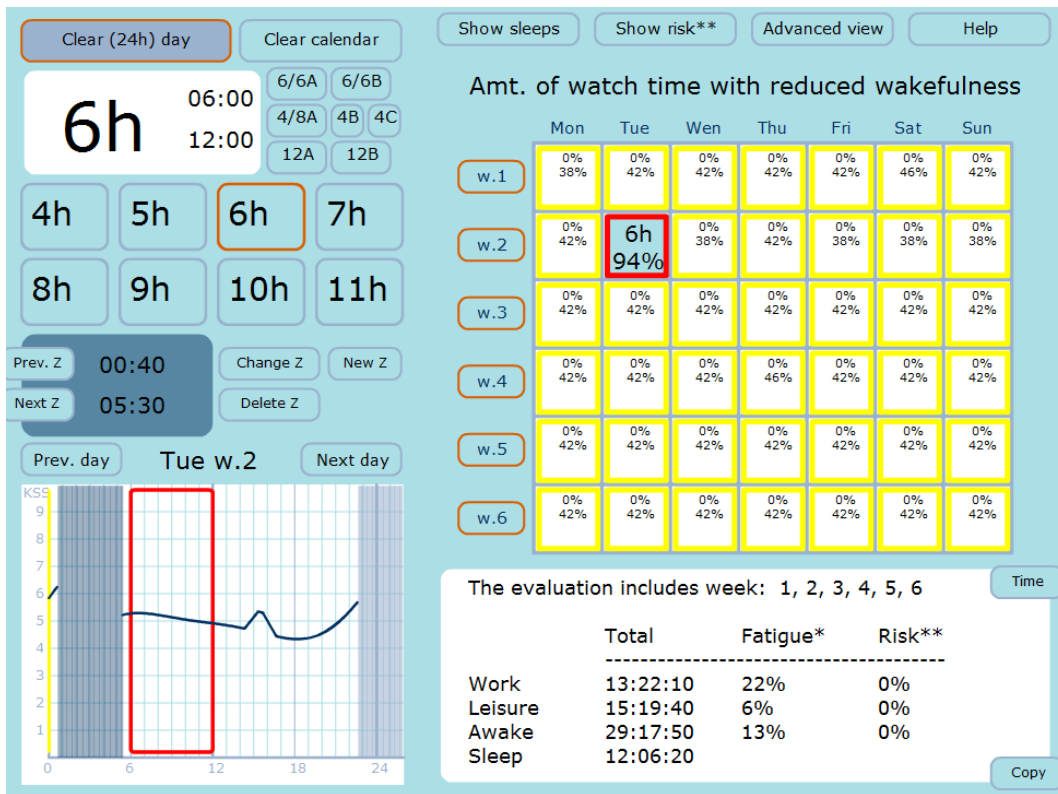
	Mon	Tue	Wen	Thu	Fri	Sat	Sun
w.1	0% 38%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 46%	0% 42%
w.2	0% 42%		0% 38%	0% 42%	0% 38%	0% 38%	0% 38%
w.3	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%	0% 42%

De seguida vamos estabelecer o horário do primeiro serviço - das 0600 às 1200 (6h). Seleccionar o botão das **“6h”**, escrever as respetivas horas pretendidas e por fim clicar no quadrado do dia na tabela (que deverá estar vazio).

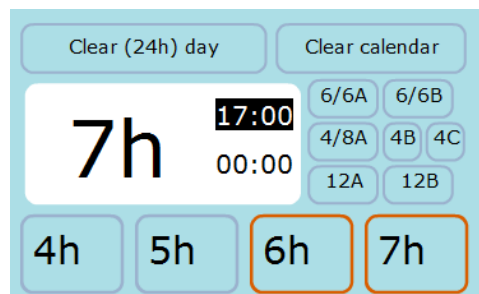
6h 06:00 12:00



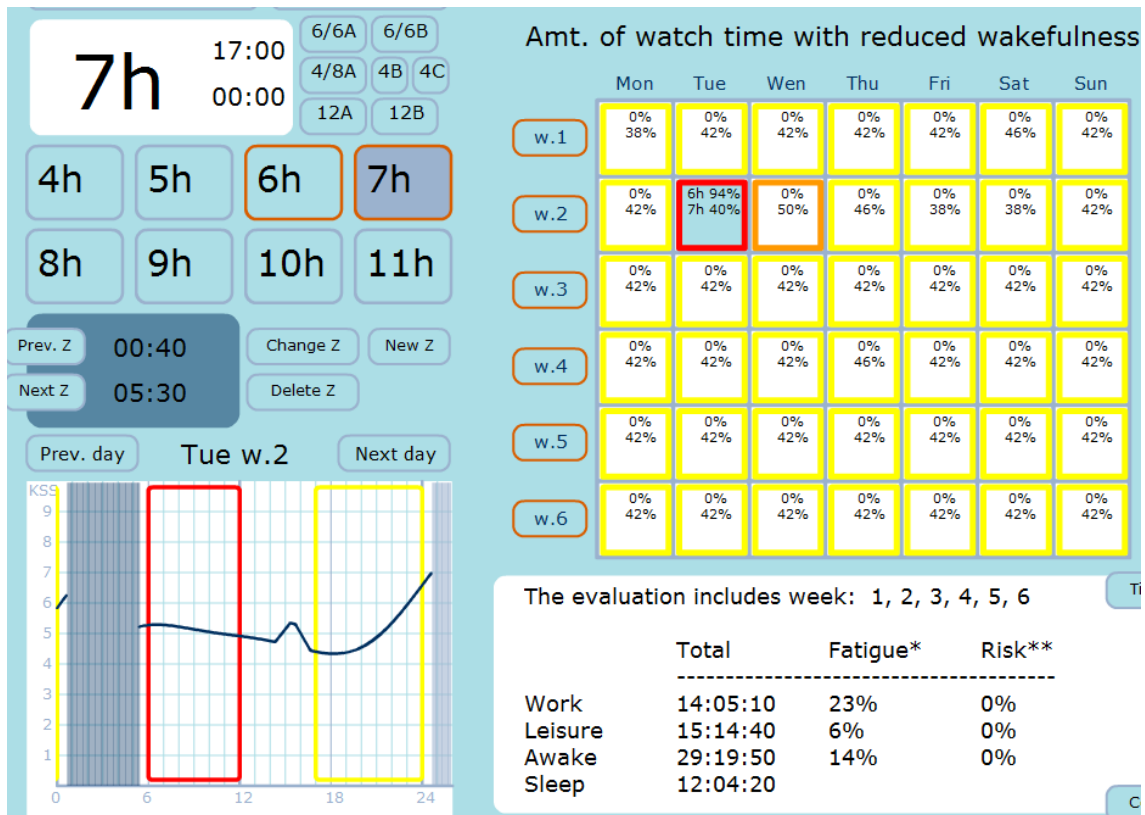
O cenário irá ficar da seguinte forma:



Introduz-se o horário do segundo serviço - 1700 às 2400 (7h) da mesma forma, mas com o botão das “7h” e sem usar o “Clear (24h) day”.



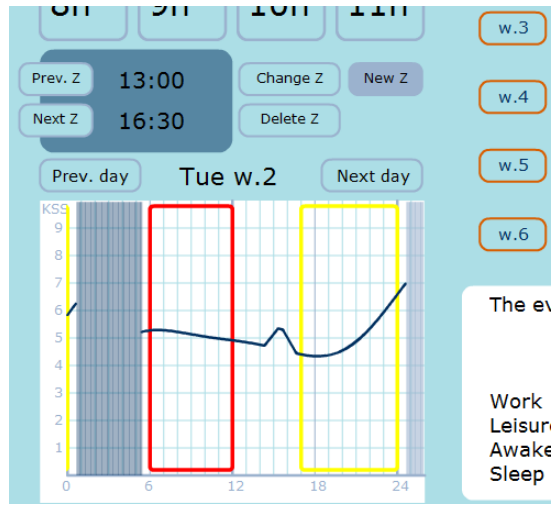
Podemos assim analisar todo o cenário do dia:



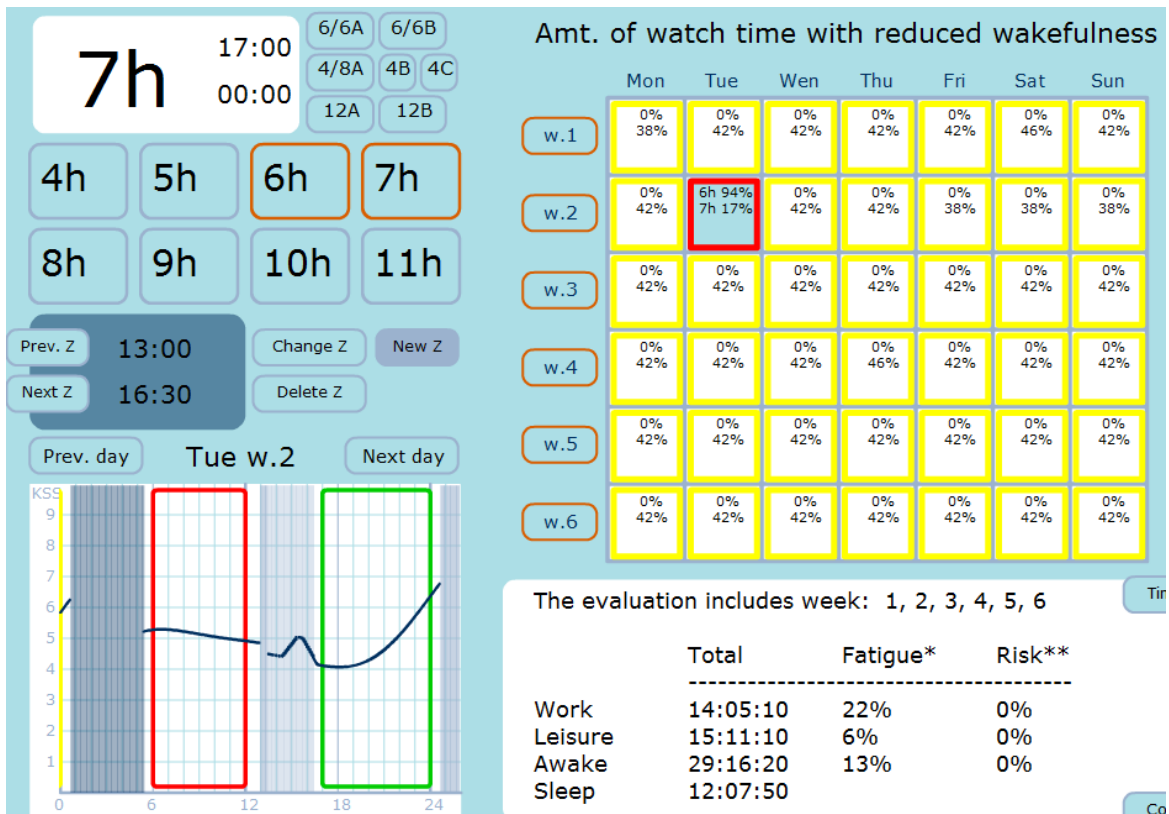
NOTA: É deste modo que o utilizador poderá estabelecer os horários de uma forma personalizada, ou seja de uma forma que não esteja padronizada consoante os horários estabelecidos pelo software.



Vamos agora introduzir o período de sono das 1300 às 1630. Desta vez usa-se o botão “New z”

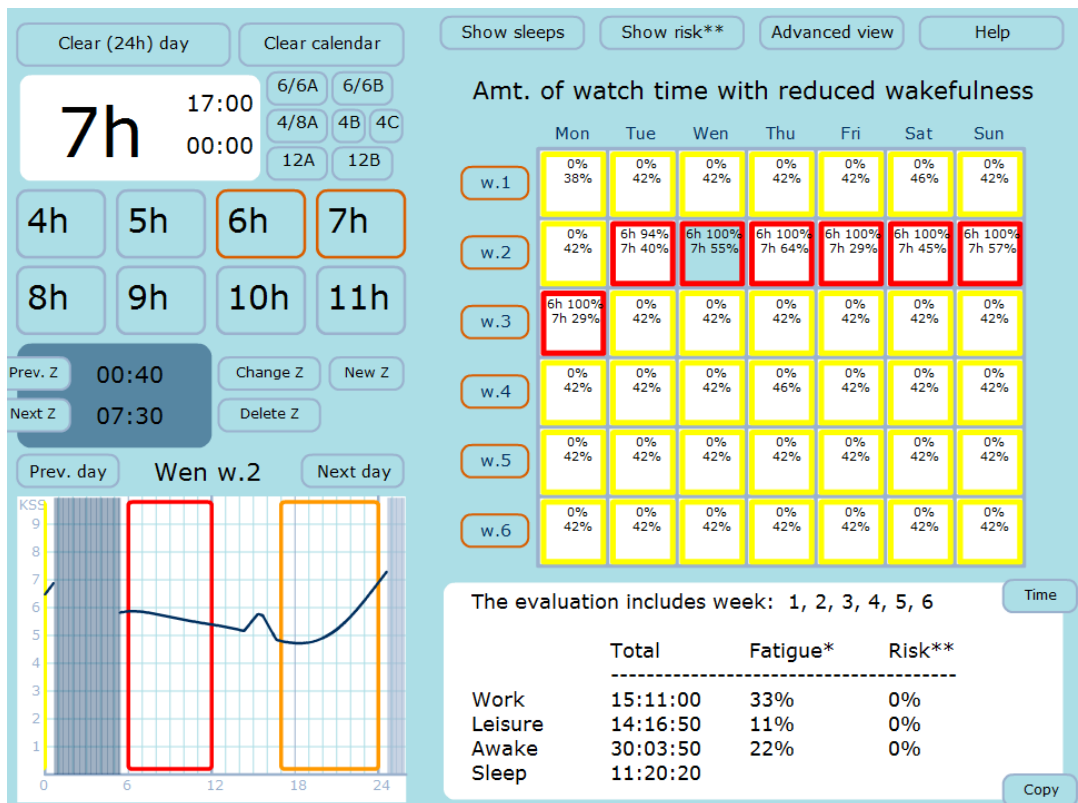


Este seria o panorama final:





Se estabelecer este horário para o resto da semana o panorama vai sofrer algumas alterações nos valores de reduzido estado de alerta, como é de esperar.



Terminando esta secção temos o botão **“Copy”** que permite registar os dados apresentados no quadro inferior direito num ficheiro *Excel*

Análise do Risco de Fadiga no Mar



Book1 - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	The evaluation includes week: 1, 2, 3, 4, 5, 6									
2										
3		Total	Fatigue*	Risk**						
4		-----								
5	Work	15:11:00	33%	0%						
6	Leisure	14:16:50	11%	0%						
7	Awake	30:03:50	22%	0%						
8	Sleep	11:20:20								
9										
10										
11	MARTHA 1*) Reduced wakefulness, KSS≥5 ***) High risk of falling asleep, KSS≥8									
12										
13										
14										



Apêndice 2

Questionário Diário Individual

DIA: __/01/2016

1 – Quanto tempo dormiu? _____ (horas / min)

Periodos: _____

2 - Como classifica a qualidade do sono? ____ (1 – 6)

3 - Quanto tempo estima que demorou a adormecer? ____ (min)

4 - Sentiu sonolência durante algum dos quartos?

(Sim / Não)

Se Sim, em que altura do quarto?

5 – Como classifica o seu estado de alerta durante os quartos?

1ºQ __ ; 2ºQ__

(1- totalmente acordado ; 9 - quase a adormecer)





Anexo A – Resolution A.890 (21)

PRINCIPLES OF SAFE MANNING

1 The following principles should be observed in determining the minimum safe manning of a ship:

1 the capability to:

1.1 maintain safe navigational, engineering and radio watches in accordance with regulation VIII/2 of the 1978 STCW Convention, as amended, and also maintain general surveillance of the ship;

1.2 moor and unmoor the ship safely;

1.3 manage the safety functions of the ship when employed in a stationary or near-stationary mode at sea;

1.4 perform operations, as appropriate, for the prevention of damage to the marine environment;

1.5 maintain the safety arrangements and the cleanliness of all accessible spaces to minimize the risk of fire;

1.6 provide for medical care on board ship;

1.7 ensure safe carriage of cargo during transit; and

1.8 inspect and maintain, as appropriate, the structural integrity of the ship; and

2 the ability to:

2.1 operate all watertight closing arrangements and maintain them in effective condition, and also deploy a competent damage control party;

2.2 operate all on-board fire-fighting and emergency equipment and life-saving appliances, carry out such maintenance of this equipment as is required to be done at sea, and muster and disembark all persons on board; and

2.3 operate the main propulsion and auxiliary machinery and maintain them in a safe condition to enable the ship to overcome the foreseeable perils of the voyage.

2 In applying such principles, Administrations should take proper account of existing IMO, ILO, ITU and WHO instruments in force which deal with:

1 watchkeeping;

2 hours of work or rest;

3 safety management;

4 certification of seafarers;

5 training of seafarers;

6 occupational health and hygiene; and

7 crew accommodation.



- 3 The following on-board functions, when applicable, should also be taken into account:
 - 1 ongoing training requirements for all personnel, including the operation and use of fire-fighting and emergency equipment, life-saving appliances and watertight closing arrangements;
 - 2 specialized training requirements for particular types of ships;
 - 3 provision of proper food and drinking water;
 - 4 need to undertake emergency duties and responsibilities; and
 - 5 need to provide training opportunities for entrant seafarers to allow them to gain the training and experience needed.



GUIDELINES FOR THE APPLICATION OF PRINCIPLES OF SAFE MANNING

1 Introduction

1.1 These guidelines should be used in applying the principles of safe manning set out in Annex 1 to this resolution to ensure the safe operation of, and the prevention of pollution from, ships to which article III of the 1978 STCW Convention, as amended, applies.

1.2 The Administration may retain or adopt arrangements which differ from the provisions herein recommended and which are especially adapted to technical developments and to special types of ships and trades. However, at all times the Administration should satisfy itself that the detailed manning arrangements ensure a degree of safety at least equivalent to that established by these guidelines.

2 Hours of work or rest

2.1 Every company is obliged to ensure that the master, officers and ratings do not work more hours than is safe in relation to the performance of their duties and the safety of the ship. The same responsibility is placed on the master in relation to the members of the ship's complement. Manning levels should be such as to ensure that the time and place available for taking rest periods are appropriate for achieving a good quality of rest. Further guidance about fitness for duty is contained in section B-VIII/1 of the STCW Code.

2.2 A record of the actual hours of work performed by the individual seafarer should be maintained on board, in order to verify that the minimum periods of rest required under relevant and applicable international instruments in force have been complied with.

3 Determination of minimum safe manning levels

3.1 The purpose of determining the minimum safe manning level of a ship is to ensure that its complement includes the grades/capacities and number of persons required for the safe operation of the ship and the protection of the marine environment.

3.2 The minimum safe manning level of a ship should be established taking into account all relevant factors, including the following:

- 1 size and type of ship;
- 2 number, size and type of main propulsion units and auxiliaries;
- 3 construction and equipment of the ship;
- 4 method of maintenance used;
- 5 cargo to be carried;
- 6 frequency of port calls, length and nature of voyages to be undertaken;
- 7 trading area(s), waters and operations in which the ship is involved;
- 8 extent to which training activities are conducted on board; and
- 9 applicable work hour limits and/or rest requirements.



3.3 The determination of the minimum safe manning level of a ship should be based on performance of the functions at the appropriate level(s) of responsibility, as specified in the STCW Code, which include the following:

- 1 navigation, comprising the tasks, duties and responsibilities required to:
 - 1 plan and conduct safe navigation;
 - 2 maintain a safe navigational watch in accordance with the requirements of the STCW Code;
 - 3 manoeuvre and handle the ship in all conditions; and
 - 4 moor and unmoor the ship safely;
- 2 cargo handling and stowage, comprising the tasks, duties and responsibilities required to:
 - 1 plan, monitor and ensure safe loading, stowage, securing, care during the voyage and unloading of cargo to be carried on the ship;
- 3 operation of the ship and care for persons on board, comprising the tasks, duties and responsibilities required to:
 - 1 maintain the safety and security of all persons on board and keep life-saving, fire-fighting and other safety systems in operational condition;
 - 2 operate and maintain all watertight closing arrangements;
 - 3 perform operations, as appropriate, to muster and disembark all persons on board;
 - 4 perform operations, as appropriate, to ensure protection of the marine environment;
 - 5 provide for medical care on board the ship; and
 - 6 undertake administrative tasks required for the safe operation of the ship;
- 4 marine engineering, comprising the tasks, duties and responsibilities required to:
 - 1 operate and monitor the ship's main propulsion and auxiliary machinery and evaluate the performance of such machinery;
 - 2 maintain a safe engineering watch in accordance with the requirements of the STCW Code;
 - 3 manage and perform fuel and ballast operations; and
 - 4 maintain safety of the ship's engine equipment, systems and services;
- 5 electrical, electronic and control engineering, comprising the tasks, duties and responsibilities required to:
 - 1 operate the ship's electrical and electronic equipment; and
 - 2 maintain the safety of the ship's electrical and electronic systems;



- 6 radiocommunications, comprising the tasks, duties and responsibilities required to:
 - 1 transmit and receive information using the radio equipment of the ship;
 - 2 maintain a safe radio watch in accordance with the requirements of the ITU Radio Regulations and the 1974 SOLAS Convention, as amended; and
 - 3 provide radio services in emergencies;
- 7 maintenance and repair, comprising the tasks, duties and responsibilities required to:
 - 1 carry out maintenance and repair work to the ship and its machinery, equipment and systems, as appropriate to the method of maintenance and repair used.

3.4 In addition to the factors and functions in paragraphs 3.2 and 3.3, the determination of the minimum safe manning level should also take into account:

- 1 the management of the safety functions of a ship at sea when not under way;
- 2 except in ships of limited size, the provision of qualified deck officers to ensure that it is not necessary for the master to keep regular watches by adopting a three-watch system;
- 3 except in ships of limited propulsion power or operating under provisions for unattended machinery spaces, the provision of qualified engineer officers to ensure that it is not necessary for the chief engineer to keep regular watches by
- 4 the maintenance of applicable occupational health and hygiene standards on board; and
- 5 the provision of proper food and drinking water for all persons on board, as required.

3.5 In determining the minimum safe manning level of a ship, consideration should also be given to:

- 1 the number of qualified and other personnel required to meet peak workload situations and conditions, with due regard to the number of hours of shipboard duties and rest periods assigned to seafarers; and
- 2 the capability of the master and the ship's complement to co-ordinate the activities necessary for the safe operation of the ship and the protection of the marine environment.

4 Responsibilities of companies

4.1 The Administration may require the company responsible for the operation of the ship to prepare and submit its proposal for the minimum safe manning level of a ship in accordance with a form specified by the Administration.

4.2 In preparing a proposal for the minimum safe manning level of a ship, the company should apply the principles, recommendations and guidelines contained in this resolution and should be required to:



- 1 make an assessment of the tasks, duties and responsibilities of the ship's complement required for its safe operation, for protection of the marine environment, and for dealing with emergency situations;
- 2 make an assessment of numbers and grades/capacities in the ship's complement required for its safe operation, for protection of the marine environment, and for dealing with emergency situations;
- 3 prepare and submit to the Administration a proposal for the minimum safe manning level based upon the assessment of the numbers and grades/capacities in the ship's complement required for its safe operation and for protection of the marine environment, justifying the proposal by explaining how the proposed ship's complement will deal with emergency situations, including the evacuation of passengers, where necessary;
- 4 ensure that the minimum safe manning level is adequate at all times and in all respects, including meeting peak workload situations, conditions and requirements, and is in accordance with the principles, recommendations and guidelines contained in this resolution; and
- 5 prepare and submit to the Administration a new proposal for the minimum safe manning level of a ship in the case of changes in trading area(s), construction, machinery, equipment or operation and maintenance of the ship, which may affect the safe manning level.

5 Approval by the Administration

5.1 A proposal for the minimum safe manning level of a ship submitted by a company to the Administration should be evaluated by the Administration to ensure that:

- .1 the proposed ship's complement contains the number and grades/capacities of personnel to fulfil the tasks, duties and responsibilities required for the safe operation of the ship, for protection of the marine environment and for dealing with emergency situations; and
- .2 the master, officers and other members of the ship's complement are not required to work more hours than is safe in relation to the performance of their duties and the safety of the ship and that the requirements for work and rest hours, in accordance with applicable national regulations, can be complied with.

5.2 The Administration should require a company to amend a proposal for the minimum safe manning level of a ship if, after evaluation of the original proposal submitted by the company, the Administration is unable to approve the proposed composition of the ship's complement.

5.3 The Administration should only approve a proposal for the minimum safe manning level of a ship and issue accordingly a minimum safe manning document if it is fully satisfied that the proposed ship's complement is established in accordance with the principles, recommendations and guidelines contained in this resolution, and is adequate in all respects for the safe operation of the ship and for the protection of the marine environment.



5.4 The Administration may withdraw the minimum safe manning document of a ship if the company fails to submit a new proposal for the ship's minimum safe manning level when changes in trading area(s), construction, machinery, equipment or operation and maintenance of the ship have taken place which affect the minimum safe manning level.

5.5 The Administration should review and may withdraw, as appropriate, the minimum safe manning document of a ship which persistently fails to be in compliance with rest hours requirements.



**GUIDANCE ON CONTENTS AND MODEL FORM OF
MINIMUM SAFE MANNING DOCUMENT**

1 The following information should be included in the minimum safe manning document issued by the Administration specifying the minimum safe manning level:

- 1 a clear statement of the ship's name, port of registry, distinctive number or letters, IMO number, gross tonnage, main propulsion power, type and trading area and whether or not the machinery space is unattended;
- 2 a table showing the number and grades/capacities of the personnel required to be carried, together with any special conditions or other remarks;
- 3 a formal statement by the Administration that, in accordance with the principles and guidelines set out in Annexes 1 and 2, the ship named in the document is considered to be safely manned if, whenever it proceeds to sea, it carries not less than the number and grades/capacities of personnel shown in the document, subject to any special conditions stated therein;
- 4 a statement as to any limitations on the validity of the document by reference to particulars of the individual ship and the nature of service upon which it is engaged; and
- 5 the date of issue and any expiry date of the document together with a signature for and the seal of the Administration.

2 It is recommended that the minimum safe manning document be drawn up in the form corresponding to the model given in the appendix to this Annex. If the language used is not English, the information given should include a translation into English.



Anexo B – Model Format for record of hours of work or hours of resto of seafarers

Page 1 of 2

Model format for record of hours of work or hours of rest of seafarers¹



Name of ship: _____ IMO number (if any): _____ Flag of ship: _____
 Seafarer (full name): _____ Position / rank: _____
 Month and year: _____ Watchkeeper:² yes no

Record of hours of work/rest³

Please mark periods of work or rest, as applicable, with an X, or using a continuous line or arrow.

COMPLETE THE TABLE ON THE REVERSE SIDE

The following national laws, regulations and/or collective agreements governing limitations on working hours or minimum rest periods apply to this ship:

I agree that this record is an accurate reflection of the hours of work or rest of the seafarer concerned.

Name of master or person authorized by master to sign this record _____

Signature of master or authorized person _____ Signature of seafarer _____

A copy of this record is to be given to the seafarer. This form is subject to examination and endorsement under procedures established by _____ (name of competent authority)

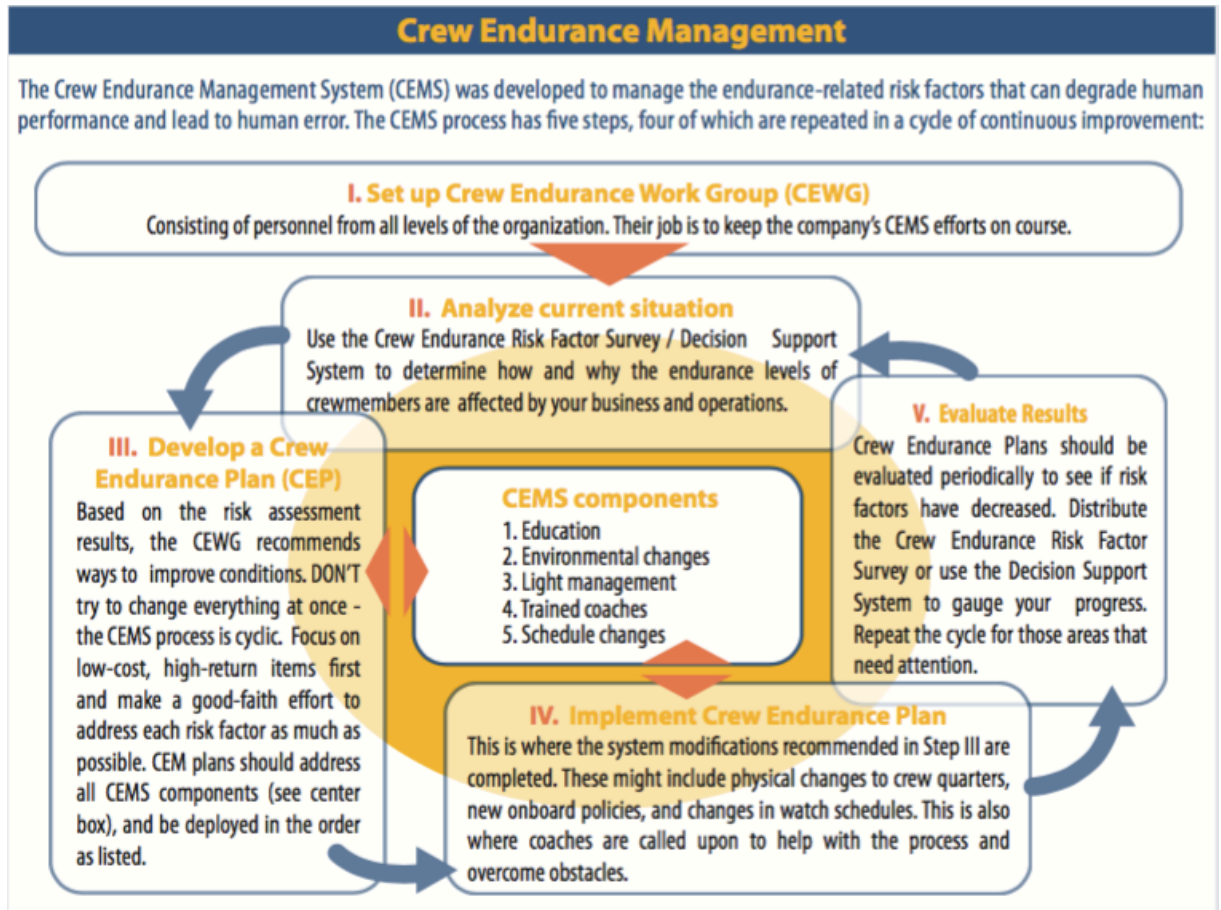
¹ The terms used in this model table are to appear in the working language or languages of the ship and in English.

² Check / as appropriate.

³ Delete as appropriate.



Anexo C – Crew Endurance Management







Anexo D – Karolinska Sleepiness Scale

1. Extremamente Alerta
2. Muito Alerta
3. Alerta
4. “Quase” Alerta
5. Nem Alerta nem Sonolento
6. Sinais de sonolência
7. Sonolento (sem esforço para se manter acordado)
8. Sonolento (com esforço em se manter acordado)
9. Muita Sonolência