

ANÁLISE DA NAVEGAÇÃO COM ECDIS (SISTEMA DE APRESENTAÇÃO DE
CARTAS ELETRÔNICAS E INFORMAÇÕES) UTILIZANDO CONCEITOS DE
ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA

Monique Mota Martins

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Oceânica, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Oceânica.

Orientadores: Floriano Carlos Martins Pires
Júnior
José Orlando Gomes

Rio de Janeiro
Outubro de 2017

ANÁLISE DA NAVEGAÇÃO COM ECDIS (SISTEMA DE APRESENTAÇÃO DE
CARTAS ELETRÔNICAS E INFORMAÇÕES) UTILIZANDO CONCEITOS DE
ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA

Monique Mota Martins

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA OCEÂNICA.

Examinada por:

Prof. Floriano Carlos Martins Pires Júnior, D.Sc.

Prof. José Orlando Gomes, D.Sc.

Prof. Jean David Job Emmanuel Marie Caprace, D. Sc.

Prof. Ângela Weber Righi, D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

OUTUBRO DE 2017

Martins, Monique Mota

Análise da navegação com ECDIS (sistema de apresentação de cartas eletrônicas e informações) utilizando conceitos de engenharia de resiliência/ Monique Mota Martins. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2017.

IX,96 p.:il.;29,7cm.

Orientadores: Floriano Carlos Martins Pires Júnior

José Orlando Gomes

Dissertação (mestrado) – UFRJ/COPPE/ Programa de Engenharia Oceânica, 2017.

Referências Bibliográficas: p. 79-84.

1. ECDIS. 2. Engenharia de Resiliência. 3. Sistemas cognitivos. I. Pires Júnior, Floriano Carlos Martins et al. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Oceânica. III. Título

Dedico à Deus. A obra é dele, por ele e para ele.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família pelo apoio de sempre.

Agradeço à minha prima e amiga Rosana, pelas correções e principalmente pela enorme disposição em ajudar.

Agradeço às minhas amigas Gisele e Eliana, pelas revisões.

Agradeço aos participantes dos simulados que se dispuseram a cooperar com a pesquisa e torná-la possível.

Agradeço às professoras Gabriela e Priscila pelas críticas.

Agradeço aos comandantes que se empenharam em responder às entrevistas.

Agradeço aos membros do grupo de Engenharia de Resiliência, pelas sugestões e paciência, além da atuação na pesquisa. E aos professores do grupo, professor Paulo Vitor e professora Ângela Righi pelas críticas.

Agradeço aos meus orientadores, que com paciência me conduziram por cada passo desse trabalho.

Também agradeço a todas as pessoas, que de um algum modo participaram indireta ou diretamente dessa jornada, com dados, incentivos, ou até mesmo por ter sido modelo de coragem, de disciplina ou de determinação. Muito obrigada.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

ANÁLISE DA NAVEGAÇÃO COM ECDIS (SISTEMA DE APRESENTAÇÃO DE
CARTAS ELETRÔNICAS E INFORMAÇÕES) UTILIZANDO CONCEITOS DE
ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA

Monique Mota Martins

Outubro/2017

Orientadores: Floriano Carlos Martins Pires Júnior

José Orlando Gomes

Programa: Engenharia Oceânica

O Sistema de apresentação de cartas eletrônicas e informações (ECDIS) tem se tornado elemento chave nos passadiços dos navios e é de grande importância que o navegador interaja bem com o sistema para manter a segurança da navegação. O objetivo do estudo é analisar o sistema cognitivo compartilhado entre o operador e o sistema ECDIS durante a navegação a partir da perspectiva da Engenharia de Resiliência. Os dados para análise foram obtidos por meio de simulação. Conforme consta na convenção Internacional sobre normas e treinamento de marítimos, expedição de certificados e serviços de quarto, a Consciência Situacional (CS) ao utilizar o ECDIS é uma exigência. Para medir a CS dos navegadores conforme a teoria de Endsley, Para tal, foi aplicado um questionário para os participantes do simulado para medição objetiva. O protocolo verbal foi gravado, por meio do processo *think aloud* e foram utilizados modelos cognitivos funcionais visando compreender o processo mental dos participantes durante a realização da tarefa. Os resultados demonstraram que dificuldades enfrentadas podem gerar alteração de objetivos, mas ainda é possível manter o controle e assim a segurança da navegação. Os resultados sugerem que a visão por esses modelos pode ser completa por conseguir representar e considerar os aspectos de tempo e objetivos do operador.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

ANALYSIS OF NAVIGATION WITH ECDIS (ELECTRONIC CHART DISPLAY
AND INFORMATION SYSTEM) USING CONCEPTS OF RESILIENCE
ENGINEERING

Monique Mota Martins

October/ 2017

Advisors: Floriano Carlos Martins Pires Júnior

José Orlando Gomes

Department: Ocean Engineering

The Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) has become a key element in ships' bridge and it is of great importance for the officer to interact well with the system to maintain safety of navigation. The objective of the study is to analyze the shared cognitive system between the operator and the ECDIS system during navigation from the perspective of Resilience Engineering. The data for analysis were obtained through simulation. As stated in the International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW), Situational Awareness (SA) when using ECDIS is a requirement. Therefore the first approach of the work was to try to measure the SA of officer according to Endsley's theory. For that, a questionnaire was applied to the simulation participants for objective measurement. The verbal protocol was recorded through the think aloud process and functional cognitive models were used to understand the participants' mental processes during the task. Results showed that difficulties faced can lead to goal changes, but it is still possible maintain control and thus safety of navigation. The results suggest that the vision for these models can be complete by being able to represent and consider the aspects of time and objectives of the operator.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Motivação	3
1.2 Objetivos.....	7
2 SISTEMA DE APRESENTAÇÃO DE CARTAS ELETRÔNICAS E INFORMAÇÕES (ECDIS)	7
2.1 Características operacionais	10
2.2 Exigências dos operadores	14
2.3 Simuladores	16
3 CONTROLE E RESILIÊNCIA	19
3.1 “Erro humano”	19
3.2 Sistemas sócio técnicos	22
3.3 Consciência Situacional.....	25
3.4 Resiliência	29
3.5 Modelos cognitivos de controle	30
4 MÉTODO DO TRABALHO	35
4.1 Caracterização da pesquisa.....	35
4.2 Ferramentas para preparação do simulado	37
4.3 Ferramentas para execução do simulado	37
4.4 Ferramentas para análise dos dados	38
5 PREPARAÇÃO DO EXERCÍCIO SIMULADO	39
5.1 Entrevista com Especialistas	39
5.1.1 Análise e Resultados das Entrevistas com os Especialistas	40
5.2 Análise dos Relatórios de Acidentes	42
5.3 Montagem do Cenário após terem sido Realizadas as Entrevistas e Analisados os Relatórios dos Acidentes	45
6 EXERCÍCIO E COLETA DE DADOS	46

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
7.1 Consciência Situacional.....	50
7.1.1 Análise do papel do ECDIS em aumentar a Consciência Situacional.....	50
7.1.2 Níveis medidos dos participantes pelo SAGAT	51
7.1.3 Níveis medidos dos participantes pelo <i>Think Aloud</i>	53
7.2 Análise utilizando os modelos COCOM e ECOM.....	59
7.3 Entrevistas com participantes	67
7.4 Discussão.....	72
7.5 Limitações do estudo	74
8 CONCLUSÃO	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

ANEXO I (QUESTIONÁRIO PARA ESPECIALISTAS)

ANEXO II (QUESTIONÁRIO PARA PARTICIPANTES DA SIMULAÇÃO)

1 INTRODUÇÃO

O transporte marítimo é a espinha dorsal do comércio e da economia global, pois mais de 90% dos transportes de mercadorias são realizados por embarcações de transporte internacional (ONU,2016; IMO,2016). Por esta razão o transporte marítimo torna-se o grande propulsor da economia e o que torna possível práticas de trocas a nível global. Todos os países se beneficiam do uso de navios para transportar alimentos, medicamentos, tecnologia, dentre muitos outros exemplos. Foi a necessidade do homem de se locomover e transportar mercadorias que fizeram com que fossem criados os veículos. O progresso de um mundo de comunidades isoladas para uma comunidade global integrada foi possível graças a navegação e o transporte marítimo, mas esse tem sido um caminho de duas vias já que, em troca, chama atenção para a necessidade de grandes ajustes na indústria marítima (STOPFORD, 1997).

No entanto, para executar uma viagem é essencial que se determine a posição, e por isso alguns equipamentos se fizeram necessários, como a bússola, o sextante, o radar, o GPS e os mapas. Conquanto, diferente da navegação em terra, a navegação marítima enfrenta muitos desafios devido à dificuldade de se obter pontos de referência, o que fez com que o homem se preocupasse em desenvolver várias técnicas de navegação que se adaptassem a realidade de seus navios e áreas de navegação.

Certamente, como sinaliza a Organização das Nações Unidas (ONU, 2016), os navios, em nenhum outro momento, estiveram tão tecnologicamente equipados e sofisticados como nos dias de hoje. Todavia, essa tecnologia merece uma atenção, sobretudo por que o mau uso ou a falta de conhecimento pode gerar consequências não desejadas. É importante salientar que a segurança é essencial nesta área, e por este motivo a indústria marítima tem dispendido esforços para aumentá-la. Contudo, é preciso maior avanço para evitar que acidentes ou incidentes ocorram, como o ocorrido com os navios Royal Majesty, CFL Performer e CSL Thames (Bermuda,1995; Mar do Norte,2008; Escócia,2011). Tais acidentes levantam a questão de como melhorar a segurança agora que o homem se tornou o gargalo do processo, e como a tecnologia pode ser utilizada com este propósito.

O processo de automação tem como objetivo aumentar a eficiência das tarefas e aumentar a segurança. Com a automação, a atuação humana, considerada como a “fonte dos erros”, é reduzida. Atualmente, os navios utilizam modernos equipamentos, como o

ECDIS (Sistema de Apresentação de Cartas Eletrônicas e Informações), que permite a integração de vários sensores a uma única tela e a obtenção da posição do navio em tempo real. Pelos benefícios que o sistema sugere, foram realizadas alterações nas normas vigentes, para torná-lo obrigatório em breve. O papel da automação foi identificado no naufrágio do Royal Majesty, todavia, argumenta-se que a automação altera a tarefa que pretendia suportar, cria novos caminhos de erros, desloca as consequências do erro para o futuro e atrasa as oportunidades de detecção e recuperação de erros (LÜTZHÖFT; DEKKER, 2002).

A Navegação conserva aspecto de ciência e de arte. É uma ciência, pois envolve o desenvolvimento e a utilização de instrumentos de precisão (alguns extremamente complexos), métodos, técnicas, cartas, tábuas e almanaques. É uma arte, pois engloba o uso adequado dessas ferramentas sofisticadas e principalmente a interpretação das informações obtidas. A maior parte do trabalho da navegação é feita com instrumentos de precisão e cálculos matemáticos. Porém, após a execução das observações e dos cálculos, o navegante experimentado aplica sua medida de arte quando interpreta os dados disponíveis e resultados obtidos e produz a afirmação que é indicada na Carta: “esta é a posição do navio” (MIGUENS, 1996).

Algumas operações devem ser realizadas antes e durante o navio desatracar, para a realização da navegação. Inicialmente, o piloto deve planejar a derrota¹ de acordo com a viagem pretendida, utilizando publicações náuticas, selecionando as cartas náuticas e estudando com cuidado a área em que vai navegar. E então, traçar a derrota apropriada. O navegador deve determinar a posição do navio, após a saída do porto, e prever as posições futuras utilizando-se de técnicas, equipamentos, sensores e cálculos. Também é necessário que ele monitore a derrota, comparando a posição planejada a real, e, de acordo com a corrente reinante, corrigir rumo e/ou velocidade até chegar ao destino em segurança. As cartas e publicações náuticas utilizadas nessas duas fases devem ser adequadas e atualizadas (IMO, 1974/1978). A tarefa de atualização é do oficial de náutica, além do traçado e checagem da derrota e, por fim, a elaboração do plano de viagem. E a tarefa de monitorar a derrota é responsabilidade do oficial encarregado do quarto de navegação e tudo deve ser acompanhado e checado pelo comandante do navio (IMO, 2011). Neste sentido, é necessário que o elemento humano, além do tecnológico,

¹ Derrota é o caminho percorrido ou a percorrer pelo navio.

sejam considerados em todo o processo que envolve a navegação marítima, pois é evidente a importância do homem, mesmo que este conte com a tecnologia ao seu dispor. Isto leva a relação homem e máquina, e sinaliza que ambas trabalhem no sentido de não serem excludentes e ao invés disso, trabalhem conjuntamente.

A utilização do desenvolvimento tecnológico na indústria marítima tem trazido grandes mudanças no modo de navegar, e, conseqüentemente, nas ações esperadas daqueles que devem atuar em conjunto com os modernos equipamentos projetados para aumentar a eficiência, a precisão e a segurança. A navegação que tradicionalmente é vista com a utilização da posição do sol, lua e estrelas para a obtenção da posição do navio e a utilização de cartas náuticas de papel, está sendo substituída pela figura de modernos navios equipados com o ECDIS. Com a utilização desse equipamento e a integração de diversos sensores a ele, é possível obter uma posição em tempo real e monitoramento de perigos à navegação com geração de alarmes. A função principal do sistema é aumentar a segurança da navegação (IMO, 2006). Tal sistema corrobora para a percepção que a segurança tem sido perseguida pela área, como dito outrora, todavia, não assevera que seja algo plenamente conquistado. Os problemas que ainda ocorrem no transporte marítimo demonstram que há a necessidade de algumas intercorrências. Portanto, é necessário conhecer como o sistema funciona na prática, de forma que o fator humano seja considerado, para que possa apontar para os caminhos que podem ser percorridos com o propósito do sistema ser utilizado a favor do transporte marítimo.

Pelo exposto, este estudo será conduzido para tentar compreender a atuação do elemento humano e sua importância no funcionamento de sistemas complexos, e para isto os conceitos derivados da Engenharia de Sistemas Cognitivos (ESC) e da Engenharia de Resiliência (ER) e perspectivas que a ER defende, serão utilizados.

1.1 Motivação

O elemento humano é amplamente conhecido como fonte de falhas e tomadas de decisões erradas. Algumas abordagens têm a tendência de assinalar o homem como a fonte de erro. Na área marítima, quando os acidentes acontecem, fica clara a importância dos fatores humanos. Portanto, assim como ocorre em muitos ambientes de trabalho, as tarefas a bordo, têm se tornado mais complexas com a utilização de máquinas cada vez mais avançadas. É importante sinalizar que somente é possível um total entendimento dos mecanismos dos acidentes, se o elemento humano for visto

como parte de um sistema maior, que inclui a tecnologia e o ambiente de trabalho. A identificação das características do sistema homem-máquina na análise dos acidentes, e mais ainda, no funcionamento normal desse sistema, e o entendimento dessas características, podem revelar informações importantes sobre como os acidentes podem realmente ser evitados.

Uma vez que a estrutura de um sistema muda, assim também os caminhos de falha, isto é, as formas pelas quais podem ocorrer combinações indesejadas. As falhas são, de acordo com a visão contemporânea, não a consequência direta das causas como assumido pelo modelo de acidente sequencial, mas sim o resultado de coincidências que resultam da variabilidade natural do desempenho humano e do sistema (HOLLNAGEL, 2004).

A indústria marítima é caracterizada por prescrever padrões e abordagens reativas em relação a segurança e gerenciamento de risco (SCHRÖDER-HINRICHS et al., 2013). Esforços para aumentar a segurança são normalmente dirigidos a áreas específicas e aspectos do projeto do navio e sua operação, como medidas de estabilidade, mas não direcionando o navio como um sistema sócio técnico (*socio technical system-STS*) (SCHRÖDER-HINRICHS, 2015). Contudo, no final dos anos 80, foi percebido que o foco somente na tecnologia não ajudava a fazer os navios e suas operações mais seguras. Com o objetivo de enfatizar a necessidade de considerar fatores humanos nos projetos e operações dos navios, a IMO (Organização Marítima Internacional) introduziu o elemento humano e encorajou o desenvolvimento de uma abordagem sistemática para diminuir os erros humanos e organizacionais no ambiente marítimo. Apesar desses esforços, o processo para fazer normas e o desenvolvimento de padrões de segurança em particular ainda é dirigido por acidentes e são primariamente reativos (SCHRÖDER-HEINRICHS, 2015). Conquanto, como existe grande quantidade de tarefas que devem ser realizadas a bordo e houve uma corrente de redução da tripulação, como acontece nas operações críticas, ocorreu um processo de aperfeiçoamento visando aumentar a segurança e a eficiência. Devido à grande capacidade que tem o ECDIS de integrar informações de diversos sensores, o sistema tem desempenhado papel principal no *passadiço*² dos navios.

² Passadiço, conhecido também como ponte de comando ou ponte, é o compartimento de um navio a partir do qual o mesmo é comandado.

É importante destacar que a Organização Marítima Internacional aprovou a dotação do ECDIS como equivalente a carta náutica de papel, estabeleceu que todos os navios mercantes até 2018 devem ter o ECDIS em seus passadiços e determinou que a formação de todo marítimo deverá incluir um curso para habilitá-lo como operador deste sistema até janeiro de 2017. Outro fator que merece destaque é que, na reunião da Organização Marítima Internacional em Manilla, ocorrida em 2010, o texto da convenção SOLAS³ foi alterado para incluir o ECDIS como meio para planejar e monitorar a viagem. O texto da convenção STCW⁴ também foi alterado para incluir os conhecimentos para operar esse sistema como necessários para os navegadores certificados e sinalizou que o oficial encarregado do quarto da navegação deve ter consciência situacional enquanto faz uso do ECDIS.

No entanto, apesar do contínuo avanço da tecnologia e de sua utilização na invenção ou aprimoramento de equipamentos, sistemas e auxílios, pode-se dizer que cada vez mais se mostra como fator determinante a habilidade do navegador em tomar as decisões acertadas no tempo disponível, desempenhando o papel mais importante para o sucesso da operação, ou seja, para uma navegação segura. Portanto, apesar das inúmeras vantagens previstas com as novas regras, em especial prevendo que o ECDIS é capaz de aumentar a Consciência Situacional dos seus operadores, algumas limitações ainda existem (BECKER-HEINS, 2014). Os níveis de experiência da tripulação, treinamento e o preparo para emergência são inadequados e insuficientes (ALLIANZ, 2014). Inclusive, com a redução da tripulação a bordo, houve uma redução da capacidade de treinar a bordo, além dos problemas de fadiga muitas vezes causados pelo excesso de trabalho, realização de tarefas simultâneas e falta de descanso (ALLIANZ, 2014). É oportuno sinalizar que a navegação com a carta eletrônica é diferente da navegação com carta de papel. As configurações disponíveis, como alarmes, contorno de segurança, seleção das informações exibidas, além das características de um sistema computacional, como os cliques e arrasto do mouse, disponibilização de janelas e o idioma inglês, geram habilidades distintas daquelas já exigidas tradicionalmente. Esses

³ SOLAS (safety of life at sea) é a Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar, que tem por propósito estabelecer os padrões mínimos para a construção de navios, para a dotação de equipamentos de segurança e proteção, para os procedimentos de emergência e para as inspeções e emissão de certificados.

⁴ STCW (International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for seafarers) é a Convenção Internacional sobre Padrões de Instrução, Certificação e Serviço de Quarto para Marítimos, que estabelece padrões internacionais à Instrução dos marítimos, emissão de certificados de qualificação para funções a bordo e ao serviço de quarto nos navios.

e outros requisitos merecem atenção. Como acontece em outros sistemas complexos, com o aumento da automação, efeitos colaterais com a utilização da tecnologia têm gerado acidentes como o do navio Royal Majesty.

O relatório de acidente da embarcação analisou algumas questões de segurança do encalhe próximo a Nantucket nos Estados Unidos. O navio navegava de Bermuda para Boston. Ao sair de Bermuda, a conexão da antena do sensor de posicionamento GPS (*Global Positioning System*), que estava conectado ao sensor de aproamento (agulha giroscópica) e ao sensor de velocidade, caiu e o equipamento alterou seu modo de funcionamento passando a estimar sua posição de acordo com as informações da agulha giroscópica e do sensor de velocidade. Essa posição estimada passou a ser utilizada para o controle da trajetória da embarcação e para a verificação da própria posição. A embarcação navegava em mar aberto por mais de 31 horas e em determinado momento, o navio passou por uma boia, mas não foi possível ler seu número. Em seguida, luzes vermelha e amarela foram observadas, mas o oficial de quarto de serviço não verificou que luzes poderiam ser aquelas. Após 2 horas, o oficial de quarto não verificou a bóia de bombordo. E, 30 minutos depois, a embarcação encalhou, a cerca de 17 milhas a oeste da derrota pretendida (NTSB, 1995).

Uma grande preocupação atual em relação à segurança é o excesso de confiança na navegação eletrônica. Algumas questões em torno da utilização dos sistemas eletrônicos e a capacidade humana de atuação foram levantadas pela Federação Internacional dos Trabalhadores do Transporte (ITF) para a IMO como requisitos para tendências, desenvolvimento e desafios na IMO's *Strategic Framework* de 2018-2023 (ITF, 2015), tais como: o excesso de confiança nos auxílios navegacionais eletrônicos tem levado a perda da Consciência Situacional que é dependente da observação do mundo real, assim como do display da estação de trabalho? Esse excesso de confiança na tecnologia está desabilitando a força de trabalho e levando perda das habilidades do navegador? As questões sinalizadas demonstram que estas são preocupações que circundam a área de navegação.

As lições aprendidas com os relatórios de acidentes relacionados com as tecnologias-chave, como o ECDIS, nem sempre são filtradas e levadas para o ambiente de trabalho, o que poderia evitar problemas futuros. Também é oportuno enfatizar que pesquisas anteriores sugeriram que a carta eletrônica não deveria ser totalmente utilizada ou

poderia levar o operador a falsa sensação de segurança (WEINTRIT; STAWICKI, 2008). Apesar das vantagens com o uso do ECDIS, sua complexidade pode levar a acidentes, como os ocorridos com os navios CFL Performer, CSL Thames, Ovit, nos quais a causa detectada foi a má utilização do equipamento ou o excesso de confiança na ferramenta. Portanto, é preciso avaliar o funcionamento do sistema considerando o operador. É importante estudar o marítimo para entender a resposta dos operadores à utilização dessa ferramenta, quando se considera o elemento humano como medida proativa para o gerenciamento da segurança. Neste sentido, é oportuno avaliar os níveis de Consciência Situacional com o uso do sistema, comparando os operadores com diferentes níveis de experiência, já que o controle de situações críticas depende da contribuição desse operador.

1.2 Objetivos

O principal objetivo do estudo é:

- Analisar o sistema cognitivo compartilhado entre o navegador (fator humano) e sistema ECDIS (fator tecnológico) durante a navegação a partir da perspectiva da ER.

Os objetivos específicos são:

- Relacionar funções cognitivas dos operadores com o nível de segurança alcançado;
- Relacionar os níveis medidos de CS e características dos operadores;
- Identificar possíveis efeitos colaterais negativos da mudança tecnológica e legal para a performance de todo o sistema; e
- Buscar possíveis oportunidades para operações de sucesso.

2 SISTEMA DE APRESENTAÇÃO DE CARTAS ELETRÔNICAS E INFORMAÇÕES (ECDIS)

O *Electronic Chart Display and Information System*(ECDIS) é um sistema muito complexo capaz de exibir na tela de um computador as informações das cartas náuticas e também de vários outros dados necessários para a navegação. Se usado corretamente, oferece muitas vantagens em relação à navegação tradicional com uso de cartas de papel

e plotagem manual da posição do navio, permitindo uma plotagem em tempo real e contínua da posição e avisos e alarmes de perigos à navegação, além de um processo mais simples de correção em comparação com as cartas de papel.

Segundo a norma S-32 da OHI, ECDIS é um sistema de informação navegacional que é considerado o equivalente legal da carta náutica, exibindo informações selecionadas a partir de uma carta náutica eletrônica (ENC)⁵ integrados com dados de posição e, opcionalmente, outros sensores.

De acordo com a norma de desempenho MSC 232(82) da IMO, ECDIS significa um sistema de informação navegacional que com arranjos de *back-up*⁶ adequados pode ser aceito como estando em conformidade com as cartas atualizadas exigidas pelas regras V/19 e V/27 da Convenção SOLAS de 1974, como alterado, com a exibição de informações selecionadas a partir de um sistema eletrônico de cartas náuticas (SENC)⁷ com informações sobre a posição dos sensores de navegação para auxiliar o oficial no planejamento e monitoramento das rotas, e se necessário exibir informações adicionais de navegação.

A regra 19 do capítulo V da convenção SOLAS especifica os equipamentos que devem ter a bordo nos diferentes tipos de navio, no seu item 2.1.4 diz:

Cartas e publicações náuticas para planejar e exibir a rota do navio para a viagem planejada, e para plotar e monitorar as posições durante a viagem; Sistema de Apresentação e Informação de Cartas Eletrônicas (ECDIS) pode ser aceito como atendendo aos requisitos de execução desse parágrafo;

⁵ Carta Náutica Eletrônica (ENC) significa um banco de dados, padronizado quanto ao conteúdo, estrutura e formato, emitido para uso com ECDIS sob a autorização do instituto hidrográfico nacional. A ENC contém todas as informações das cartas necessárias para uma navegação segura e pode conter informações complementares, além das contidas na carta de papel (por exemplo, roteiros) que podem ser considerados necessários para uma navegação segura. (TRANSAS, 2012)

⁶ O sistema deve ser completado com um sistema de back-up homologado, que deve habilitar a retomada instantânea e segura da viagem caso ocorra um problema com um ECDIS (Esse sistema de back-up pode variar de um conjunto de cartas de papel a um segundo ECDIS totalmente compatível) (TRANSAS, 2012)

⁷ Sistema de Carta Náutica Eletrônica (SENC) significa uma base de dados resultante da transformação das ENC pelo ECDIS para uso apropriado, as atualizações da ENC de forma correta, e outros dados adicionados pelo oficial. É essa base de dados que é realmente acessada pelo ECDIS para a geração da exibição e para funções navegacionais e é o equivalente as cartas de papel atualizadas. O SENC também pode conter informações sobre outras fontes (TRANSAS, 2012).

E no seu item 2.1.5 diz:

Arranjos de back-up para atender aos requisitos funcionais do subparágrafo 2.1.4, se essa função for parcialmente ou totalmente executada por meio eletrônico *

* Um portfólio apropriado de cartas náuticas de papel pode ser utilizado como arranjos de back-up para o ECDIS.

Outros arranjos de back-up para o ECDIS são aceitáveis.

A regra 27 do capítulo V da convenção SOLAS especifica as exigências de se manter as cartas e as publicações atualizadas e diz que:

Cartas e publicações náuticas, como por exemplo, roteiro, lista de luzes, avisos aos navegantes, tábua de marés e todas as publicações náuticas necessárias para a viagem pretendida, devem ser adequados e atualizados.

A navegação eletrônica vem evoluindo há algumas décadas. A tecnologia das cartas eletrônicas começou a ser usada na atividade de investigação hidrográfica voltada para a indústria do petróleo. Após alguns anos, o interesse nessa tecnologia emergente foi crescendo e atingiu a indústria marítima. A IMO e a OHI iniciaram discussões centradas em cartas eletrônicas em meados dos anos 80, com o objetivo de iniciar padrões para a indústria.

Em 1995, ECDIS foi oficialmente introduzido como uma alternativa possível às tradicionais cartas de papel pela primeira vez pela resolução da IMO A817(19). Em 2005, houve a inserção do termo ECDIS relacionado a regra 19 da convenção SOLAS. E finalmente, em 2009 e 2010, as emendas às convenções SOLAS e STCW trouxeram às exigências da dotação desse sistema a bordo e a competência necessária aos navegadores para fazer uso dessa tecnologia, respectivamente (BECKER-HEINS, 2014). Na Figura 1 constam os prazos para os navios atenderem essas emendas de acordo com a circular da IMO:



Figura 1 – Requisitos para instalação do ECDIS.

Fonte: UHKO, 2016

A tecnologia de cartas eletrônicas está agora revolucionando a comunidade de navegação marítima. O ECDIS não é apenas uma ferramenta de navegação eletrônica que substitui às cartas de papel, mas muda o método para navegar. Inclusive, a tela do equipamento pode funcionar como centro de um passadiço integrado, onde uma variedade de informações relacionadas ao navio oriundas de diferentes fontes, tais como propulsão, sistemas de controle de navegação, sistemas de direção, alarmes, etc., podem ser exibidas em tempo real e interpretadas pelo oficial como um auxílio automático de tomada de decisão para situações de rotina e de emergência.

2.1 Características operacionais

O ECDIS engloba hardware, software, entrada de dados de sensores, dados de cartas eletrônicas, regras para apresentação e exibição de dados, status e parâmetros de alarmes e indicadores.

A tela exibe em sua maior parte a imagem da carta. Além disso, informações mínimas de sensores devem ser exibidas continuamente como texto, normalmente em painel dedicado e como dados gráficos a tempo real na própria carta. Nas bordas da tela, a barra de ferramentas e barra de menu podem ser exibidas. Uma indicação de alerta deve ser dado no sistema em caso de perigo à navegação, sonora e visual (BECKER-HEINS, 2014).

Existem dois tipos básicos de sistemas de cartas eletrônicas. O ECDIS, que deve ser carregado de dados oficiais de cartas vetoriais - as ENC - atende os padrões da IHO e deve estar em conformidade com o padrão de desempenho desenvolvido pela IMO, e o outro sistema, que é conhecido genericamente como Sistema de Carta Eletrônica (ECS), que engloba todos os equipamentos que não atendem às regras das Organizações supracitadas. Um ECS não pode, portanto, ser usado como meio primário de navegação nos navios SOLAS, apenas como auxílio à navegação. Além disso, se qualquer equipamento ECDIS utilizar dados não oficiais (cartas não oficiais / cartas não aprovadas pelo IHO) o ECDIS não será mais considerado um ECDIS. As cartas utilizadas no sistema devem ser oficiais, compiladas e distribuídas pelos serviços hidrográficos.

ENC significa a base de dados, padronizada quanto ao conteúdo, estrutura e formato, emitida para uso com o ECDIS sob a autoridade de escritórios hidrográficos autorizados pelo governo. A ENC contém todas as informações da carta náutica necessárias para uma navegação segura e pode conter informações suplementares para além da contida na carta de papel (por exemplo, direções de navegação) que podem ser consideradas necessárias para uma navegação segura (TRANSAS, 2012).

O ECDIS permite a entrada de vários sensores para permitir uma navegação segura. As informações oriundas desses sensores são requisitos do sistema e fornecem dados em tempo real em relação à posição do próprio navio, velocidade e rumo (IMO, 2006).

As informações dos sensores são exibidas sobre uma carta ENC em tempo real. Com o propósito de manter a segurança da navegação, o ECDIS deve ser conectado então a um sistema de posicionamento, a um sensor de aproamento e a um sensor de velocidade. Normalmente às conexões a giro, ao GPS (Global Positioning System) ou DGPS (Differential Global Positioning System) e ao speed log (odômetro) são as que atendem aos requisitos mínimos de interface do sistema para garantir uma navegação segura. Outros sistemas podem ser conectados ao ECDIS, como radar, ARPA (*Automatic Radar Plotting Aid*), AIS (*Automatic Identificaton System*), piloto automático, Ecobatímetro, Navtex (*Navigational Telex*), sensores de vento.

Além de todas as atividades que podem ser desempenhadas também pelas cartas náuticas de papel, funções adicionais estão disponíveis com o uso da carta eletrônica.

Ferramentas para planejamento da derrota, como calculadoras de distância mais curta/tempo estimado de chegada, calculadoras de maré e corrente predominantes para a estação, funções para configurar a carta pelo usuário (para executar correções e marcações adicionais), função para incluir pontos manuais. Além dessas e outras funções, a utilização do ECDIS, permite o acesso de informações adicionais em um único lugar, proporciona economia de tempo e facilita o trabalho do navegador e faz desse sistema uma ótima ferramenta de planejamento de derrota e monitoramento da viagem.

O ECDIS tem se tornado o sistema base no passadiço para avaliação, planejamento, execução e monitoramento da navegação. A integração com diversos sensores e fontes de informações permite que o navegador tenha numa única tela, vários dados necessários para manter a segurança da navegação, e se usado corretamente, pode aumentar a segurança da navegação. Por outro lado, essa quantidade de dados disponíveis e a complexidade que pode haver nas informações exibidas, já que o ECDIS é uma ferramenta muito complexa, pode aumentar os riscos, caso ele seja usado incorretamente.

A configuração apropriada do equipamento é essencial para que o ECDIS seja utilizado de maneira eficaz. Com a utilização das cartas eletrônicas é possível ter alarmes e indicações de perigos à navegação, para alertar o oficial com antecedência suficiente para que ações possam ser realizadas para evitar um acidente. O uso desses alarmes é ainda mais importante em caso de águas rasas, congestionadas, em caso de condições de tempo ou mar ruins.

A escolha das informações que serão exibidas na tela do ECDIS também é muito importante para a navegação segura. O operador precisa selecionar as informações que são relevantes à situação predominante. Pois, quando são exibidas poucas informações, o que será necessário pode não estar sendo exibido. Mas o excesso de informações também é ruim, pois pode impedir o navegador de visualizar o que é preciso. Portanto, a seleção cuidadosa das camadas de informações a serem exibidas nas cartas é de grande importância. Assim, não deve haver excesso de informação, somente o necessário e apropriado para a área, para o tipo de navio e para a navegação pretendida. Além disso, a projeção, as cores e os símbolos podem ser selecionados e serem exibidos de modo diferente dentre as opções de configuração existentes.

Uma das configurações mais importantes a ser realizada no ECDIS é o contorno de segurança. O valor inserido é o calado de segurança da embarcação. É uma linha entre as águas navegáveis e não navegáveis. É calculado pelo comandante e incorporando a política de under keel clearance (UKC)⁸ da companhia. Normalmente, isso é computado adicionando ao calado estático alguns fatores de segurança adicional, como efeito SQUAT⁹, precisão vertical da carta e fatores extras como condições do tempo e estado do mar. Como os contornos de profundidade em uma ENC são normalmente delineados em intervalos de 5 metros, o sistema automaticamente usa o valor mais profundo quando o contorno de segurança selecionado fica entre tais valores. A configuração apropriada desse parâmetro poderia ter evitado muitos acidentes que ocorreram com navios, como será explicado no capítulo 4 (BECKER-HEINS, 2014).

Há também a profundidade de segurança, que é utilizada para a funcionalidade de verificação da rota bem como a exibição de sondagens de profundidade. Uma sondagem local mais rasa que o valor de profundidade de segurança (perigosa) será exibida na cor preta. E uma sondagem local mais profunda que a profundidade de segurança será apresentada em cinza. As sondagens locais são exibidas na carta somente quando ativadas, utilizando as Camadas “Todas” ou “Customizadas” (BECKER-HEINS, 2014).

Os dados exibidos no equipamento podem estar com erros, como por problemas no levantamento hidrográfico realizado, mudanças de posição de auxílios à navegação, erros de compilação da carta, além de erros oriundos dos sensores conectados ao ECDIS. Por isso, é importante monitorar constantemente a posição do navio na tela. A utilização da sobreposição do radar e a função de paralela indexada também auxilia o oficial de navegação a fazer as verificações e garantir a segurança da navegação.

⁸ Sistema de Carta Náutica Eletrônica (SENC) significa uma base de dados resultante da transformação das ENC pelo ECDIS para uso apropriado, as atualizações da ENC de forma correta, e outros dados adicionados pelo oficial. É essa base de dados que é realmente acessada pelo ECDIS para a geração da exibição e para funções navegacionais e é o equivalente as cartas de papel atualizadas. O SENC também pode conter informações sobre outras fontes (TRANSAS, 2012).

⁹ Sistema de Carta Náutica Eletrônica (SENC) significa uma base de dados resultante da transformação das ENC pelo ECDIS para uso apropriado, as atualizações da ENC de forma correta, e outros dados adicionados pelo oficial. É essa base de dados que é realmente acessada pelo ECDIS para a geração da exibição e para funções navegacionais e é o equivalente as cartas de papel atualizadas. O SENC também pode conter informações sobre outras fontes (TRANSAS, 2012).

2.2 Exigências para operadores

Além da IMO, várias organizações internacionais têm exigências normativas para a habilitação de operadores ECDIS. O cumprimento dessas exigências para ECDIS e das competências necessárias aos seus operadores previstos na Convenção Internacional sobre Padrões de Formação, Certificação e Serviço de Quartos para a Marinha (STCW), no Código Internacional de Gestão da Segurança (ISM), na Convenção Internacional Para a Segurança da Vida no Mar (SOLAS), e em leis nacionais está cada vez mais sendo examinados por autoridades do controle do Estado do porto, por inspetores de seguros, por fretadores e por investigadores de acidentes.

Segundo a *United Kingdom Hydrographic Office* (2016), 51% de todas as embarcações sujeitas às regras da SOLAS sobre dotação de ECDIS já possuíam o sistema, o que significa que os navios com ECDIS passaram a compor mais da metade da frota SOLAS mundial. Além disso, das quase 42.000 embarcações de transporte marítimo internacional, estima-se que 59% já tenham o sistema instalado. Ainda de acordo com o relatório, o ECDIS pode oferecer enormes benefícios para uma navegação segura, eficiente e econômica. No entanto, uma vez que os proprietários dos navios instalados, os operadores e os gerentes devem cumprir suas responsabilidades para o seu uso contínuo, incluindo o cumprimento de todos os regulamentos relevantes. Isso inclui atualizar seus procedimentos de passagem, atualizar seu software ECDIS para os mais recentes padrões ENC da IHO e, acima de tudo, garantir que as equipes de passagem sejam treinadas e certificadas na operação do ECDIS e de acordo com os requisitos das inspeções e auditorias do Controle do Estado do Porto.

O ECDIS é uma excelente ferramenta e também muito complexa, mas é essencial que haja uma configuração apropriada e o uso adequado por um oficial treinado, para que seja garantido o aumento da segurança e demais vantagens que o sistema pode oferecer. É importante, por exemplo, que o navegador saiba configurar corretamente limites e alarmes, selecionar as camadas de cartas apropriadas para a situação, interpretar as informações exibidas na tela, faça as correções necessárias, crie e cheque rotas, monitore continuamente a derrota durante a viagem e cruze as informações dos sensores, comparando-as antes de tomar decisões. Podendo inclusive simular ações para chegar de modo mais rápido a melhor opção disponível.

Como qualquer outro equipamento, o desempenho do ECDIS depende de diversos fatores, como a qualidade do equipamento e dos sensores que estão conectados a ele, das cartas e o nível de competência do oficial que está usando a ferramenta. As informações de posição e as demais exibidas pelo sistema não devem ser assumidas como sendo corretas antes de verificadas por outras observações durante toda a navegação. A integridade do sistema deve estar sempre sendo checada. Assim como outras ferramentas, o ECDIS pode falhar e o oficial de quarto encarregado da navegação deve ter todas as informações necessárias para saber o que fazer para manter a segurança da navegação.

Conforme os requisitos da convenção e código STCW, como emendado em Manilla, são exigidos para os oficiais em serviço de quarto, encarregados da navegação em nível operacional, padrões de competência para uso do ECDIS. Considerando as exigências para oficiais embarcados em navios com arqueação bruta igual ou superior a 500, é necessária a competência de usar o ECDIS para manter a segurança da navegação.

De acordo com as exigências da tabela A-II/1 do STCW:

- Conhecimento das capacitações e limitações das operações do ECDIS, inclusive: 1. Um entendimento pleno dos dados da Carta de Navegação Eletrônica (ENC), da precisão dos dados, das regras de apresentação, das opções de apresentação e de outros formatos de carta; 2. Os perigos de um excesso de confiança; 3. Familiaridade com as funções do ECDIS exigidas pelos padrões de desempenho em vigor.

- Proficiência na operação, interpretação e análise das informações obtidas do ECDIS, inclusive: 1. Uso das funções que estão integradas a outros sistemas de navegação em várias instalações, inclusive o funcionamento e o ajuste adequado às ajustagens desejadas; 2. Monitoramento seguro e ajustagem de informações, inclusive a sua própria posição, a apresentação da área marítima, o modo e a orientação, os dados apresentados da carta, o monitoramento do rumo, as camadas de informações criadas pelo usuário, contatos (quando interfaceadas com o AIS e/ou com o acompanhamento radar) e funções de cobertura radar (quando interfaceada); 3. Confirmação da posição da embarcação por meios alternativos; 4. Uso eficiente de ajustagens para assegurar o cumprimento de procedimentos operacionais, inclusive alarme para parâmetros antiencalhe, proximidade de contatos e de áreas especiais, totalidade de dados da carta e situação da atualização das cartas e medidas de retorno de informações; 5. Ajustagem de regulagens e valores para se adequar às condições atuais; 6. Consciência Situacional enquanto estiver utilizando o ECDIS, inclusive águas seguras e proximidade de perigos, direção do vento e das correntes e abatimento, seleção de

dados da carta e da escala, adequabilidade da derrota, detecção e administração de contatos e integridade dos sensores.

Para atender as exigências de competências da convenção STCW incluídas pelas emendas de Manila de 2010 é necessário que os oficiais de náutica sejam treinados. Com o objetivo de estabelecer diretrizes para a formação dos operadores ECDIS, a IMO elaborou o curso modelo 1.27 (Operational Use of Chart Display and Information System). O curso trata da aplicação e da aprendizagem sobre cartas eletrônicas e do uso do ECDIS em diferentes contextos, inclui também exercícios simulados de navegação para uma abordagem e avaliação prática e necessária para alcançar as habilidades necessárias para navegar com ECDIS em segurança. A duração mínima do curso é de 40 horas (IMO, 2012).

A IMO reconhece a importância dos fatores humanos no desenvolvimento da indústria marítima e tem dado alta prioridade para ajudar os países a melhorar o treinamento dos marítimos. O curso modelo serve para auxiliar na implementação da Convenção e alcançar uma rápida transferência de informações e habilidades a respeito de novas tecnologias na tecnologia marítima (IMO, 2012).

As alterações de Manila de 2010 exigem que os marítimos sejam formados de acordo com as novas normas de competência antes de 1º de janeiro de 2017 (IMO STCW 7 circ. 18, 2012). Mas, em 5 de dezembro de 2016, a IMO emitiu pareceres para as autoridades de controle do estado do porto, reconhecendo que alguns marítimos a bordo dos navios ainda não têm seus certificados que satisfaçam as alterações de 2010 à Convenção. Então, até 1º de julho de 2017, recomendaram que as Autoridades de Controle do Estado do Porto adotem uma abordagem pragmática e prática durante as inspeções dos certificados das emendas de Manila ou dos endossos do Estado de bandeira (IMO MSC.1 circ. 1560, 2016).

2.3 Simuladores

A atual complexidade dos sistemas a bordo dos navios requer novas habilidades e conseqüentemente, novos treinamentos. Os avanços na tecnologia podem ser experimentados nos passadiços e com equipamentos cada vez modernos. Conseqüentemente, novos requisitos foram inseridos por emendas à Convenção de Padrões de Formação, Certificação e Atendimento (STCW) da IMO e os simuladores

tornaram-se necessários para desenvolver as competências previstas na Convenção para formação e atualização dos oficiais.

Simulador é o termo utilizado para fazer referência ao *hardware* ou aparelho que gera a simulação. A representação de condições que se aproximam de condições reais ou operacionais é a simulação. As simulações podem ser formalizadas em cenários, que são criados com objetivos específicos para o ensino e avaliação de desempenho. O uso de simuladores para treinamento baseia-se na capacidade de adaptar as habilidades aprendidas em um contexto ao desempenho ou execução de tarefas no outro. Essa transferência é na verdade justificativa básica de todos os programas formais de treinamento (*COMMITTEE ON SHIP-BRIDGE SIMULATION TRAINING, NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996*).

O uso de simuladores está previsto nas diretrizes da IMO para treinamento e aferição da proficiência alcançada pelos marítimos para operadores ECDIS. Os padrões de desempenho para simuladores utilizados na instrução, conforme consta no STCW, seção A-I/12 são:

Toda Parte deverá assegurar que qualquer simulador utilizado para a instrução obrigatoriamente baseada em simuladores: 1. Seja adequado aos objetivos selecionados e às tarefas de instrução; 2. Seja capaz de simular as capacitações de operação dos equipamentos de bordo envolvidos, com um nível de realismo físico adequado aos objetivos da instrução, e de abranger as capacitações, limitações e possíveis erros de tais equipamentos; 3. Tenha um realismo comportamental suficiente para permitir que um aluno adquira a habilidade adequada aos objetivos da instrução; 4. Proporcione um ambiente de operação controlado, capaz de produzir uma variedade de condições, que podem abranger situações de emergência, de perigo, ou incomuns, pertinentes aos objetivos da instrução; 5. Proporcione uma interface por meio da qual um aluno possa interagir com o equipamento, com o ambiente simulado e, como for adequado, com o instrutor; e 6. Permita que um instrutor controle, monitore e registre os exercícios para que o comentário posterior com os alunos seja eficaz.

Também constam os padrões de desempenho para simuladores utilizados na avaliação de competência:

Toda Parte deverá assegurar que qualquer simulador utilizado para a avaliação de competência exigida com base na Convenção, ou para qualquer demonstração de manutenção da proficiência assim exigida: 1. Seja capaz de satisfazer aos objetivos de avaliação especificados; 2. Seja capaz de simular a capacitação de operação dos equipamentos de bordo envolvidos, com um nível de realismo físico adequado aos

objetivos da avaliação, e abranger as capacitações, limitações e possíveis erros de tais equipamentos; 3. Possua um realismo comportamental suficiente para permitir que um candidato demonstre a sua habilidade adequada aos objetivos da avaliação; 4. Proporcione uma interface por meio da qual um candidato possa interagir com o equipamento e com o ambiente simulado; 5. Proporcione um ambiente de operação controlado, capaz de produzir uma variedade de condições, que podem abranger situações de emergência, de perigo, ou incomuns, pertinentes aos objetivos da instrução; e 6. Permita que um avaliador controle, monitore e registre os exercícios para a eficaz avaliação do desempenho dos candidatos.

A simulação também pode ser utilizada para pesquisa, seja ela experimental, para testar efeitos de diferentes variáveis no comportamento, por exemplo, testar os efeitos do navegador utilizando ECDIS ou para avaliar o efeito de alguma coisa em um critério selecionado, como o efeito da introdução de uma nova tecnologia ou alteração na exigência para navegação ou do uso dessa tecnologia para aumentar a segurança da navegação. Ela tem potencial de colocar as pessoas em situações cognitivamente complexas e desafiadoras para entender como o homem realiza as tarefas, como entende o que está acontecendo, age e reage. Sem validação não há garantia de que os comportamentos e reações na simulação também ocorram no ambiente natural (CRANDALL et al., 2006). Podemos estudar tarefas rotineiras com aspectos do ambiente de trabalho encontrados todos os dias como podemos querer focar em casos difíceis ou situações particularmente desafiadoras.

No caso desse estudo, além da análise para verificar se a consciência situacional é a habilidade cognitiva apropriada como exigência para o operador ECDIS, será feita uma pesquisa para coletar dados e avaliar a consciência situacional do sistema cognitivo homem-máquina (navegador utilizando ECDIS), caso em que o uso de simuladores é de grande utilidade. Apesar do realismo e da motivação que seria obtida numa coleta de dados a bordo de navios, esses dados poderiam ser obtidos em momentos em que o objetivo principal do navegador não fosse desafiado para ser ricamente testado. Já com o uso de simuladores podemos ter controle sobre as variáveis para explorá-las de acordo com objetivo da pesquisa, além de oferecer segurança e menor custo.

Sobre o uso de simuladores para avaliação, o STCW, seção A-I/12, parte 2, item 8, estabelece os procedimentos:

Quando forem utilizados simuladores para avaliar a habilidade dos candidatos em demonstrar seus níveis de competência, os avaliadores

deverão assegurar que: 1. Os critérios de desempenho estejam clara e explicitamente identificados e que sejam válidos e estejam disponíveis para os candidatos; 2. Os critérios de avaliação sejam claros e explicitamente estabelecidos para assegurar a confiabilidade e a uniformidade das avaliações, e para otimizar as medições e as avaliações objetivas, de modo que os julgamentos subjetivos sejam mantidos no mínimo; 3. Os candidatos sejam orientados claramente sobre as tarefas e/ou as habilidades a serem avaliadas, e sobre as tarefas e os critérios de desempenho por meio dos quais será determinada a sua competência; 4. A avaliação de desempenho leve em conta os procedimentos operacionais normais e qualquer interação comportamental com outros candidatos no simulador, ou com a equipe do simulador; 5. Os métodos de pontuação ou de atribuição de notas para avaliar o desempenho sejam utilizados com cautela, até que tenham sido validados; e 6. O critério principal seja que o candidato demonstre a habilidade para realizar uma tarefa com segurança e eficácia, de modo a satisfazer o avaliador.

O simulador utilizado nesse estudo é o simulador profissional *Transas Navi-Trainer* NTPRO, é certificado pela DNV e do tipo aprovado de acordo com as regras da IMO e IEC e em conformidade com as exigências da convenção STCW, curso modelo da IMO 1.27. O cenário foi validado por marítimos e instrutores.

3 CONTROLE E RESILIÊNCIA

3.1 “Erro humano”

Em nossa história, acidentes são recorrentes, e apesar da iniciativa humana de tentar evitar sua ocorrência, bem como buscar constantemente novas alternativas, eles continuam acontecendo. Ao longo das últimas décadas as sociedades industrializadas sofreram sérios acidentes com infeliz regularidade, levando a uma crescente compreensão da importância do fator humano (REASON, 1990).

No ambiente marítimo, assim como em vários outros domínios, há uma grande contribuição de fatores humanos para os acidentes. De acordo com estudo da Allianz (AGCS, 2014), o “erro humano” continua sendo a principal causa de acidentes marítimos, apesar do relatório destacar outras questões, como a fadiga, problemas econômicos e falta de treinamento dos tripulantes como principais motivos de preocupação. Ou seja, na maioria dos acidentes que ocorrem, a causa atribuída é de uma

forma ou de outra, falha no desempenho humano. A causa atribuída pode, no entanto, ser diferente da causa real (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

Na comunidade marítima podemos ver uma crescente preocupação com fatores humanos, como, por exemplo, a IMO incluir na convenção STCW, e estimular a sua consideração e o seu estudo para a melhoria da segurança da navegação. Pois, diferente de outros campos, como acontece na aviação, existem ainda poucas pesquisas e publicações sobre fatores humanos no ambiente marítimo.

O ser humano ao longo da história buscou o aperfeiçoamento de suas atividades. A invenção e o uso de artefatos para permitir ou facilitar a realização de determinada tarefa faz parte da história da humanidade. O uso de artefatos, próteses ou ferramentas amplifica a capacidade humana. Um exemplo bem antigo é a invenção e utilização de representações externas utilizando símbolos, como a escrita cuneiforme que data do ano 5.000 a.c. (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

Esse artefato permitiu a melhora da capacidade do homem em lembrar, seja porque a lembrança durava mais ou porque aumentava a capacidade de lembrar, funcionando como prótese ou substituição parcial de uma capacidade humana. A escrita cuneiforme também amplificou a capacidade de se comunicar através de distâncias, assim como ampliou a precisão ou a exatidão, pois é imune às distorções da memória. Escrever é um caso de amplificação e ilustra como o uso bem antigo da tecnologia pelo homem (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

A invenção de artefatos para amplificar as capacidades humanas tem uma longa história, como a polia, a alavanca, a roda, o motor a vapor, mas o ritmo foi mais intenso após a revolução industrial, com o motor a combustão, gerador elétrico, computadores e robôs entre várias outras. A incorporação da tecnologia no trabalho e a consequente transformação do trabalho, podem ser descritas passando por uma série de etapas (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

As inovações tecnológicas fizeram com que a natureza do trabalho sofresse mudanças radicais, modificando a forma como a tarefa é feita ou introduzindo novas funções. Normalmente a utilização da tecnologia tem o propósito de aumentar desempenho e eficiência, reduzir custos e aumentar qualidade. Mas os melhores resultados nem sempre são alcançados e ainda podem gerar problemas novos e inesperados em outras

áreas. Quando se aumenta a complexidade do sistema também aumentamos as oportunidades de avarias, seja por propiciar mais chances para homens cometerem erros, seja por situações em que as ações são inesperadas e causam consequências adversas, bem como casos em que o sistema funciona mal, o que pode gerar mais acidentes. Essas são algumas possibilidades e problemas que podem surgir (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

Os homens têm inventado e usado artefatos há muito tempo, como o caso da escrita cuneiforme, mas a complexidade dos artefatos computadorizados atuais, frequentemente, cria mais problemas do que resolvem (HOLLNAGEL; WOODS, 2006). Uma grande preocupação na nossa comunidade industrial é o aumento de falhas em sistemas complexos, e este tem sido o motivo para a evolução dos métodos existentes para analisar, prevenir e prever esses acidentes (HOLLNAGEL, 2004).

A finalidade dos artefatos vai desde reduzir a demanda física a mudar a demanda, por exemplo, da capacidade mental - em particular para funções de monitoramento e planejamento - ou para diminuir a demanda da capacidade mental. Atualmente, apesar da tecnologia, como a da informação, permitir a amplificação da capacidade intelectual, existem casos que apesar do enorme potencial de determinadas invenções parece que somos incapazes de usar estas possibilidades. Isso se deve ao fato, que quando um maior potencial tecnológico é utilizado, vemos também uma maior complexidade do sistema e o que era para facilitar – teoricamente – o trabalho do usuário, ainda que com pequenas melhorias, pode dificultá-lo ainda mais.

Com isso, parece que estamos enfrentando uma situação em que o poder da tecnologia quase que paradoxalmente, levou a uma maior necessidade de capacidade intelectual - em muitos casos, porque a tecnologia tem sido utilizada de maneiras estranhas e inadequadas, como ilustrado pela noção de automação desajeitada (WIENER, 1988).

Uma questão relevante é uma consequência que tem sido observada da utilização de artefatos para amplificação. Por exemplo, a utilização de artefatos para amplificar o poder físico, gerava menos demanda de força corporal, o que em combinação com outros fatores resultou em um declínio da aptidão física. Isso pode nos levar a esperar que a automação e a possibilidade de ampliar a cognição humana atrofie os poderes mentais e a capacidade de pensar.

Qualquer ferramenta amplifica uma função e reduz outra. A perda de habilidades físicas ou cognitivas inevitavelmente levará a uma dependência de máquinas, o que, em geral, torna nossos sistemas mais vulneráveis (IHDLE, 1979).

Outra questão importante é o grande aumento da quantidade de dados. Isso, graças aos muitos sistemas existentes e disponíveis e, as melhorias nas tecnologias para medição, armazenamento, transformação meios de transmissão e apresentação das informações. Essas melhorias nos permitiu controlar, entender e prever o funcionamento dos sistemas. Mas, o problema é que ter uma quantidade maior de dados não necessariamente leva os homens a tomar melhores decisões.

Na busca pelas causas dos erros, como são os homens que constroem os sistemas, operam a maior parte deles e são responsáveis por mantê-los, será fácil atribuir o fracasso a atuação humana. Seja como “erro humano” ou ato inseguro mais próximo ou por problemas na concepção ou manutenção dos sistemas.

3.2 Sistemas sócio técnicos

O tema fatores humanos é vasto e abrange uma ampla área. Neste estudo, será trazido o conhecimento relevante sobre esse assunto, começando com um contexto histórico e teórico, iniciado no item anterior e avançando para o tema mais detalhado e específico, com uma abordagem visando o objetivo do trabalho, com um *background* de informações necessárias para o que será tratado. Entretanto, enfatizando a perspectiva científica e teórica de fatores humanos no ambiente marítimo e utilizando a pesquisa prática na tecnologia marítima e a consideração de seus efeitos.

Como um projeto científico precisa seguir uma sistemática, alguns conceitos serão aqui abordados para o entendimento e demonstração das bases utilizadas para a pesquisa. E também para explicar o modelo utilizado, o esquema de classificação e o conjunto de métodos. É importante que fique claro e para que as medições e análises tenham validade, apesar das diferentes nomenclaturas que podem ser utilizadas.

Uma abordagem importante é sobre a interação entre o homem e o uso de ferramentas ou máquinas, artefatos inventados e utilizados para amplificar a capacidade humana. O problema de utilizar máquinas existe desde que o homem começou a utilizar a tecnologia. Durante muito tempo, o objetivo era construir esses artefatos cada vez mais poderosos e eles foram por muito tempo, considerados como sistemas separados do

homem. Mas com o ritmo mais acelerado dos avanços tecnológicos, a própria interação homem-máquina passou a se tornar motivo de preocupação (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

O navegador ou a tripulação do passadiço interagindo com os equipamentos, máquinas, tecnologia pode ser considerado como sistema complexo, sistema sócio técnico ou ainda como sistema cognitivo e sistema cognitivo conjunto.

A engenharia de sistemas cognitivos tem como princípio básico o estudo de como os sistemas cognitivos atuam e não a cognição como um processo mental. O foco é em como os homens lidam com a complexidade tecnológica no ambiente de trabalho, mas que está presente em outros ambientes também.

O conceito de Engenharia de Sistemas Cognitivos foi formulado há mais de 30 anos atrás, mas continua importante e atual (HOLLNAGEL; WOODS, 1983). Segundo Hollnagel e Woods, os três tópicos mais importantes são: como os sistemas cognitivos lidam com a complexidade, por exemplo, desenvolvendo uma descrição apropriada da situação e encontrando maneiras de atingir os objetivos atuais; como o uso de artefatos pode afetar funções de trabalho específicas; e a engenharia de sistemas cognitivos conjuntos, onde o conjunto máquina e homem é tratado como sistema cognitivo interativo. A engenharia de sistemas cognitivos propõe esse tratamento em conjunto desde a fase de projeto e análise, com necessidade de fornecer definições claras dos limites e capacidades dos sistemas (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

Os sistemas e os problemas inerentes aos sistemas são dependentes e precisamos considerá-los juntos quando no projeto e análise desses sistemas. Outra questão é a importância do contexto, os eventos e suas relações não podem ser considerados sem ser levado em conta o contexto que os cercam. Também não podemos considerar a atividade humana apenas como reação aos eventos e sim a dependência entre os sistemas e o controle, que é fundamental quando definimos um sistema cognitivo.

Os ambientes para os quais os sistemas são construídos são imprevisíveis e por mais que haja uma análise prévia dos requisitos para o projeto do sistema, em algum momento situações imprevisíveis vão ocorrer. Se já existe dificuldade para manter o funcionamento do sistema quando o ambiente está dentro do que foi considerado para o projeto, quando ocorrem essas situações consideradas “anormais”, manter o controle do

sistema se torna um grande desafio. Para a manutenção da integridade e a continuidade do sistema, é necessário que o próprio sistema, um agente ou uma entidade externa mantenha o controle (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

As investigações utilizadas na Engenharia de Sistemas Cognitivos dependem de métodos, como é o caso da Análise Cognitiva da Tarefa (ACT - *Cognitive Task Analysis*). A abordagem para o estudo desses sistemas visa a interação homem-máquina, para análise das tarefas, das funções desempenhadas no ambiente de trabalho e de suas exigências cognitivas.

Para entender essas tarefas e suas relações com o operador, essa análise usa variedades de entrevistas e observações (CRANDALL et al., 2006). Essas análises cognitivas do trabalho são bem-sucedidas na medida em que descobrem como os comportamentos do homem são adaptados às restrições e às demandas em um campo de atuação. Em muitas aplicações da ACT, o trabalho é conduzido em ambientes chamados “sistemas cognitivos complexos” (HOFFMAN; WOODS, 2000). A análise cognitiva da tarefa pode mostrar como funciona o ambiente de trabalho e o que o impede de funcionar tão bem quanto poderia (CRANDALL et al., 2006).

Existem várias técnicas e metodologias que são utilizadas na ACT, dentre elas, entrevistas, observações e estudos no ambiente de trabalho, análise de acidentes e simulações. Com o propósito de descobrir os comportamentos dos homens ao realizar as tarefas, quando lidam com as restrições e demandas no ambiente.

O campo de atuação da Análise Cognitiva da Tarefa é o relacionamento com os agentes e as ferramentas utilizadas. Com as análises e observações obtidas, um novo entendimento sobre as relações é revelado. A interação entre ambiente, agentes e ferramentas definem os sistemas cognitivos comuns para observar e descrever o trabalho cognitivo adaptativo, demandas e adaptações (WOODS et al., 1994).

A engenharia de sistemas cognitivos está preocupada com os padrões cognitivos de trabalho e desafios para a tomada de decisões que emergem da observação de praticantes no trabalho. Isto é o que a ESC procura ao criar e observar estudos simulados para construir o entendimento (VOSHELL, 2009).

3.3 Consciência Situacional

Como já citado na introdução, as alterações realizadas na convenção STCW em Manilla, trouxeram novas exigências para formação do marítimo. Dentre elas, está a formação do navegador para operar o ECDIS. Além dessa nova habilidade, aspectos cognitivos foram inseridos como necessários para essa operação, como é o caso da Consciência Situacional. O termo Consciência Situacional tem sido amplamente utilizado em diferentes ambientes de trabalho complexos, onde há uma grande quantidade de dados e informações para o operador processar e agir de modo seguro e eficiente no tempo disponível. Como acontece com o oficial de serviço do quarto de navegação, há uma quantidade de informações e dados de diferentes fontes e é necessário unir essas informações e formar um modelo mental para basear suas ações. Portanto, é um grande desafio para o navegador desenvolver e manter um alto nível de Consciência Situacional, a partir de agora CS, especialmente em águas restritas ou congestionadas.

Algumas medidas podem ser baseadas no entendimento geral do sistema e das condições de trabalho, um exemplo é a CS. É importante que ela seja considerada em qualquer ambiente complexo e dinâmico. De acordo com Øvergård et al (2014), a maioria das pesquisas sobre CS têm estudado ambientes complexos como a aviação e controle de tráfego aéreo. O estudo baseado em acidentes de aviões militares onde problemas relacionados à CS foram a principal causa atribuída (HARTEL et al, 1991). Em outro estudo sobre o desempenho da tripulação aérea foi detectado que a perda de CS pode ter levado a erros em análises que podem ter resultado nos maiores acidentes (JENTSCH et al, 1999).

Na área marítima, Øvergård et al (2014) identificou características da CS dos operadores de posicionamento dinâmico de embarcações. Outra pesquisa (WESTERN; PRAETORIUS, 2012) estudou CS e controle no controle de tráfego marítimo.

Ao navegador utilizando o ECDIS é exigido ter CS enquanto estiver utilizando o ECDIS. Essas alterações na convenção e referências em outras publicações da IMO, ou de outros representantes da comunidade marítima, mostram a preocupação atual em torno do tema. Alguns fatores podem interferir na CS dos tripulantes, como a carga de trabalho (que pode oscilar muito de um momento para outro), a complexidade tecnológica presente nos vários equipamentos presentes a bordo, fatores ambientais,

além das características próprias de cada operador. A segurança depende da consciência de algumas informações do navio ou da viagem que o tripulante tem que ter, muitas vezes pela equipe do passadiço ou da praça de máquina e em alguns casos, do piloto, quando está encarregado do quarto de serviço e com o comando do navio. E se torna mais crítico quando navegando perto de terra ou próximo a perigos.

Num estudo sobre fatores causais em acidentes de navegação (GRECH; HORBERRY; SMITH, 2002), baseado em relatório de acidentes, foi verificado que o fator que prevalece de longe, foi algum erro na CS da tripulação, com 71% de erros humanos atribuídos a problemas de CS. Com base nisso, também foi analisada a relação entre CS e nível da tecnologia a bordo dos navios. A hipótese é que uma das consequências do aumento do nível de tecnologia é a perda de consciência da situação, o que influencia significativamente o desempenho em situações anormais e de tempo crítico. A idade dos navios foi ligada ao nível de tecnologia e o resultado foi de correlação de 0.83 entre perda de CS e idade do navio (navios mais novos, mais perda de CS). Por fim, o trabalho forneceu uma indicação de vários fatores causais associados a erros de CS no ambiente marítimo. A maioria dos erros CS foi falha em monitorar ou observar dados. Na maioria dos casos, esses erros foram devidos a distrações temporárias da tarefa ou alta carga de trabalho. No entanto, uma carga de trabalho elevada também apareceu em outros erros de CS, como perda de memória e percepção errada de dados/informações. Se os requisitos são moderadamente excessivos, pode haver uma degradação mensurável no desempenho de tarefas simples e de suporte associadas à navegação e ao manuseio seguro da embarcação, tais como comunicações de rotina, vigilância e navegação. No geral, o trabalho demonstrou que a perda de CS é um fator importante em muitos acidentes marítimos. Além disso, um maior uso da automação parece estar vinculado a uma maior perda de CS. Os resultados demonstraram que o trabalho adicional sobre este tema no ambiente marítimo vale a pena.

O processo de desenvolver e manter a CS pode ser influenciado por diversos fatores, como os do ambiente (como a visibilidade), do sistema (como o projeto da interface), da tarefa a ser realizada (como a complexidade), do homem (como a experiência). Nessa interação homem-máquina surgem dificuldades, que são conhecidas como “*SA demons*” e podem ser vistas adiante, sendo a sobrecarga de dados a principal (ENDSLEY et al., 2003):

- Tunelamento de atenção (*Attention Tunneling*)

A boa consciência da situação depende da mudança de atenção entre vários fluxos de dados. O bloqueio de certas fontes de dados e a exclusão de outros é o tunelamento de atenção.

- Armadilha de memória (*Requisite Memory Trap*)

Os sistemas não deveriam requisitar que os operadores mantenham informações na memória, já que a memória de trabalho é um recurso limitado e facilmente desfeita.

- Carga de trabalho, ansiedade, fadiga e afins (*Workload, Anxiety, Fatigue, and other Stressors*)

Todos esses fatores reduzem a já limitada memória de trabalho e sobrecarrega a atenção.

- Sobrecarga de dados (*Data Overload*)

Quando existe mais dado disponível do que pode ser processado pelo homem.

- Distrações (*Misplaced Salience*)

O excesso no uso de aspectos visuais como cores brilhantes e luzes piscantes sobrecarrega e desvia a atenção do operador.

- Arrepio de Complexidade (*Complexity Creep*)

Quanto mais complexo é o Sistema, mais difícil é para o operador desenvolver uma compreensão precisa da situação e projetá-la.

- Modelo mental errático (*Errant Mental Models*)

Modelos mentais errados podem resultar em incorretas interpretações dos dados.

- Síndrome de exclusão do loop (*Out-of-the-loop syndrome*)

Sistemas altamente automatizados podem levar o operador a ter pouca consciência do estado do sistema.

A CS é um conceito amplamente utilizado para entender a performance cognitiva humana no desempenho de tarefas em ambientes complexos. Existem várias correntes de estudo da CS. Um exemplo é a teoria de Endsley que define o termo e faz sua medida em três níveis diferentes, como: a percepção de elementos no ambiente dentro de um volume de tempo e espaço (nível I CS), a compreensão de seu significado (nível II CS), e a projeção de seu status no futuro próximo (nível III CS) (ENDSLEY, 1995).

A hierarquia cognitiva descreve a relação entre os dados, a informação, o conhecimento e o entendimento. Dados são símbolos, números ou outras representações de fatos ou material bruto de onde a informação é produzida quando colocada num contexto que dê a ela significado. Informação é o dado num contexto ou o produto acabado como resultado do processamento, apresentação e interpretação do dado. Conhecimento é a

compreensão do significado de informação ou informação que é acionável, e ele contribui para o entendimento quando experiência, habilidade e intuição são aplicadas (IAIDQ, 2012).

Num estudo realizado sobre CS (GRECH; HORBERRY; SMITH, 2002), domínio e armazenamento da informação, foi sugerido que a forma como a informação é apresentada por sistemas onde o volume de dados a ser processado e entendido é alto influencia a CS determinando a quantidade de informação que pode ser adquirida, com que medida ela pode ser adquirida e até que ponto é compatível com as necessidades da CS. Foi feito um paralelo entre os três níveis de CS de Endsley e a "hierarquia cognitiva" de dados, informações, conhecimento e compreensão. Os dados correlacionados tornam-se informações. As informações convertidas em CS tornam-se conhecimentos. O conhecimento usado para prever as consequências das ações leva à compreensão. Endsley e Jones sugerem que o "conhecimento" nesta descrição equivale ao nível 1 (Percepção) CS e "compreensão" equivale aos níveis 2 (Compreensão) e 3 (Projeção) CS. Para alcançar níveis mais elevados de CS, são necessários dados e informações relevantes, precisas e oportunas que serão transformados em conhecimento e compreensão, conforme mencionado na hierarquia cognitiva. A obtenção das informações necessárias e a forma de apresentá-las podem ter um alto impacto na CS, e tanto a falta de informação quanto o excesso dela podem criar problemas.

O papel do ECDIS e seu impacto na CS, utilizando a hierarquia cognitiva, podem ser observados na Figura 2:

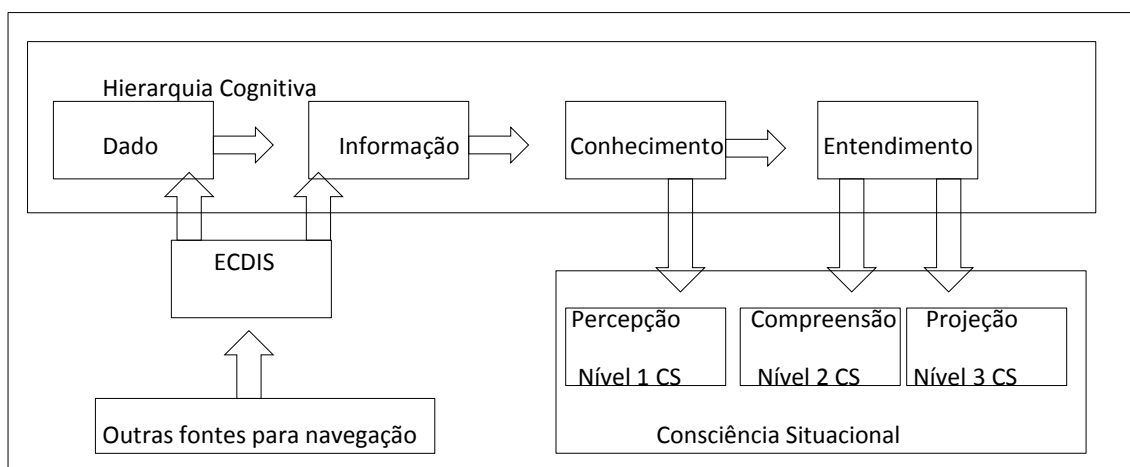


Figura 2 – Relação entre hierarquia cognitiva ECDIS e CS.

Fonte: ASYALI ENDER, 2012

3.4 Resiliência

Nos sistemas sócio técnicos, resiliência é a habilidade de manter o sistema funcionando e alcançar os objetivos do sistema sob uma variedade de condições operacionais, incluindo situações de emergência (HOLLNAGEL, 2006). O trabalho da Engenharia de Resiliência prevê a utilização de quatro bases, quais sejam, monitoramento, resposta, antecipação e aprendizado, para caracterizar e analisar os sistemas em casos de eventos esperados ou não. Nos estudos da ER, os exemplos positivos de como os sistemas se adaptam com sucesso às exigências reinantes são enfatizados (HOLLNAGEL, 2006).

A ER tem como objetivo entender como as pessoas lidam com a complexidade e com a variabilidade dos sistemas, e conseguem sucesso mesmo sob pressão ou em condições adversas. Como uma nova visão para o estudo da segurança nos sistemas sócio técnicos, a ER ao invés de olhar para o erro, para o que está dando errado, foca no que está certo e busca entender como isso ocorre, ou seja, as condições que viabilizam esse sucesso (SCHRÖDER-HINRICHS et al, 2015). Portanto, com esse foco, o entendimento como o sistema funciona normalmente é a base necessária para entender como ele falha. O modelo de estudo da Engenharia de Resiliência também prevê que para o estudo do sistema, a análise do funcionamento e busca do entendimento do processo, devemos considerar homem e máquinas em conjunto, os sistemas cognitivos conjuntos.

Considerando o aumento da carga de trabalho a bordo, a diminuição das tripulações, a realização de tarefas simultâneas nos passadiços e a instalação de equipamentos cada vez mais avançados, como é o caso do ECDIS, o cenário proposto para este estudo é um excelente exemplo onde a aplicação da Engenharia de Resiliência pode contribuir com mudanças no tratamento dado ao estudo da segurança. Neste estudo, além de utilizar métodos da segurança tradicional como *Safety I*, também serão consideradas as perspectivas que a ER defende, *Safety II*. Essas duas linhas representam abordagens distintas para o gerenciamento da segurança. A *Safety-I* é uma abordagem baseada na análise de risco quantitativa, enquanto *Safety-II* é associada como conceito teórico de resiliência e pesquisa qualitativa sobre como a segurança pode ser identificada como o resultado de um bom desempenho (HOLLNAGEL, 2014).

Na indústria marítima, a análise da segurança com a visão da ER ainda é rara e principalmente limitada a pesquisas sobre operações e construção de segurança (SCHRÖDER-HINRICHS et al, 2015). Praetorius (2014) fez um estudo com o objetivo

de aumentar o entendimento do desempenho diário de um sistema de controle de tráfego marítimo, abordando o controle e resiliência. Ela enfatiza as vantagens de entender os sistemas sócio-técnicos e o seu desempenho antes de prosseguir com mudanças.

O uso da ER fornece uma visão alternativa às abordagens tradicionais de erro humano. Lützhöft et al (2006) apresentou um trabalho para avaliar e promover a resiliência nas equipes dos passadiços dos navios. A tecnologia de automação nos passadiços dos navios foi analisada, como o fluxo de dados, os ciclos de controle e as relações entre o navio e outros setores da comunidade marítima. Os autores do estudo acreditam que a indústria deveria ir além de ensinar a não cometer erros e sim habilitar os marítimos a ser o componente central num sistema resiliente.

O estudo em simuladores para análise ou para aprendizagem é uma abordagem metodológica na ER. Bergström et al (2009) levantou a questão de pesquisa de como competências genéricas podem ser ensinadas de um modo efetivo e sustentado e tratou do uso de simuladores na área do transporte marítimo e sua importância para a segurança da navegação.

Outro exemplo do uso da ER na indústria marítima é a análise qualitativa como base para modelagem funcional. Para o controle de chegada num sistema de gerenciamento de tráfego de embarcações é preciso ajustar o conjunto de requisitos do ambiente marítimo como margens pequenas de segurança e controle complexo do sistema (WESTRENEN, 2014). E então foi demonstrado como a abordagem funcional da ER pode garantir a segurança, controle e eficiência.

O reconhecimento da importância da performance cognitiva humana no desempenho de tarefas no ambiente marítimo pode ser observado na inserção de termos como tomada de decisão e consciência situacional na convenção STCW em 2010 pela IMO. Assim, para atender as emendas à convenção, muitos marítimos estão sendo treinados para alcançar essas exigências. A questão é como treinar para garantir essas habilidades e como medir e avaliar a competência desejada.

3.5 Modelos cognitivos de controle ECOM e COCOM

Os objetivos dos operadores e aspectos relacionados ao fator tempo no domínio estudado não são considerados nas abordagens comuns para medir a CS, mas esses fatores são importantes para a navegação.

Como abordado anteriormente, a cognição humana não precisa de um evento ou estímulo externo, e também não tem que terminar com uma ação ou resposta. Ou seja, a atuação humana, numa abordagem cognitiva, pode ser descrita como um ciclo, e não sequencial.

Inicialmente, um ciclo perceptual foi proposto para representar a cognição (NEISSER, 1976). Na Engenharia de Sistemas Cognitivos, esse ciclo foi combinado com princípios do ponto de vista cognitivo para fornecer o modelo cíclico básico (HOLLNAGEL; WOODS, 2006). Essa abordagem cíclica deixa claro que a ação significativa do homem é determinada tanto pelo contexto (tarefa e situação) como pelas características da cognição humana. Os sistemas cognitivos não reagem passivamente aos eventos e sim realizam buscas por informações, e suas ações são determinadas por propósitos e intenções, assim como por informações e eventos disponíveis externamente. Uma ação observável não precisa ter um evento observável como causa e inversamente, um evento observável não conduz necessariamente a uma ação observável (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

Esse ciclo, também conhecido como modelo de Controle Contextual (COCOM), é um modelo funcional (HOLLNAGEL; WOODS, 2005). Ele não tenta descrever a forma como um resultado específico é alcançado, mas a forma como é funcionalmente alcançado. O modelo enfoca a adaptação do ser humano à situação em questão, e implica que a escolha de ação dos operadores é mais determinada pelo contexto do que pelas relações sequenciais de ações entre si.

Outro modelo é o Modelo de Controle Estendido (ECOM) que é como uma modificação do conceito de CS. Este modelo tem dois requisitos: o primeiro deles é que ele deve explicar por que CS depende de comportamento orientado por objetivo; e o segundo, é que ele deve explicar por que esse comportamento depende de CS. Além disso, o operador e o sistema que está sendo controlado devem ser modelados em conjunto. É importante destacar que Sistema Controlado e Controlador só mostram suas características quando eles estão juntos. Dos vários modelos cognitivos, o COCOM e ECOM são considerados bons candidatos para o estudo de CS (HOLLNAGEL, 2000).

O COCOM é um pequeno modelo que se baseia em três elementos: 1. Competência: representa um conjunto de ações e respostas disponíveis que o sistema cognitivo conjunto aplica a uma situação, de acordo com as necessidades e demandas

reconhecidas; 2. Controle: é a ordem do desempenho e o modo como a competência é aplicada. O COCOM simplifica deliberadamente a descrição do controle para um conjunto de quatro modos de controle que representam regiões características variando de sem controle algum até um desempenho completamente determinista (*scramble*, *opportunistic*, *tactical* e *strategic*); 3. Construção: é a descrição da situação usada para avaliar os eventos e selecionar as ações (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

O modo de controle do modelo descreve características da ordem do desempenho de um operador (HOLLNAGEL; WOODS, 2006). O comportamento humano normalmente corresponde a um modo *opportunistic* ou *tactical*, comum uso eficiente dos recursos disponíveis, representando uma condição de equilíbrio entre compensação e antecipação (HOLLNAGEL; WOODS, 2006). Os modelos são funcionais mais do que estruturais, a ênfase é dada no desempenho mais que nos processos internos (HOLLNAGEL, 2006).

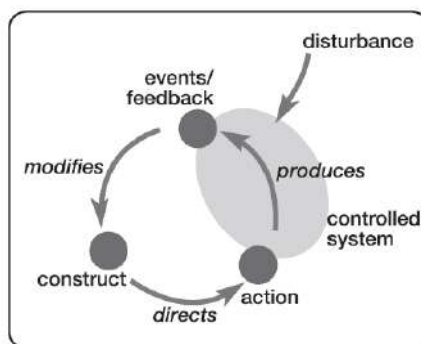


Figura 3 - COCOM

Fonte: HOLLNAGEL, 2005.

Se nos referimos aos princípios básicos do modelo cíclico, duas dependências essenciais podem ser encontradas. Uma diz respeito à revisão ou desenvolvimento da construção, ou seja, mantendo uma compreensão correta da situação. A outra dependência diz respeito à seleção da próxima ação - embora o termo seleção não signifique que isso de forma alguma seja uma decisão explícita. Esta relação fornece uma ligação do presente para o futuro e representa os aspectos proativos do modelo e há um tempo necessário para selecionar uma ação (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

O modelo é útil para descrever o funcionamento de planejamento e de CS (WESTERN; PRAETORIUS, 2012). Os eventos observados pelo navegador utilizando o ECDIS (os inseridos ou não) modificam a construção, que é o modelo mental da situação, como a consciência situacional. Essa construção direciona o comportamento do sistema.

Esses processos de observação de eventos, compreensão ou construção, seleção de ação e ação podem ocorrer várias vezes e também ocorrer simultaneamente, o que faz ser difícil criar uma estrutura para representar.

O modelo ECOM é um modo de representar onde esses vários processos estão ativos continuamente e ao mesmo tempo. Esse modelo compreende quatro camadas diferentes: *tracking*, *regulating*, *monitoring*, and *targeting* (*goal-setting*). Algumas dessas camadas de controle têm características proativas, algumas reativas e outras são mistas.

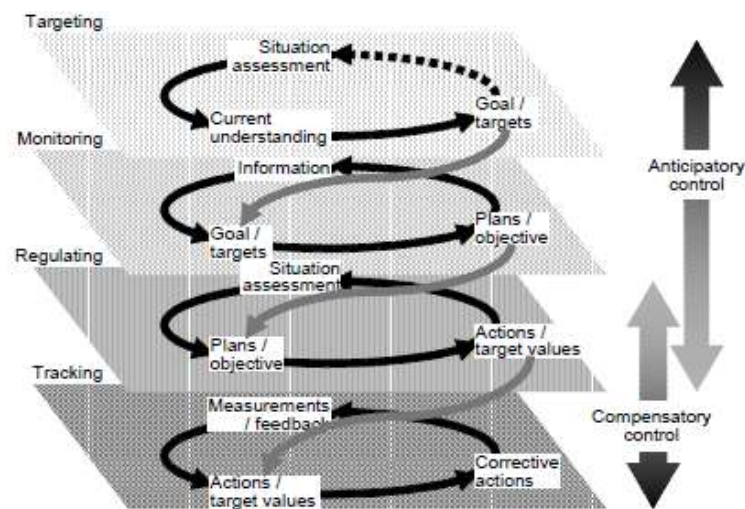


Figura 4 – ECOM.

Fonte: HOLLNAGEL; WOODS, 2006.

Assim como o COCOM, o ECOM tem os princípios de modelagem mínima e é construído sobre ele, já que cada camada corresponde a um ciclo fundamental construção-ação-evento. Além de existir a dependências do objetivo entre as camadas, outras dependências existem apesar de não representadas, como a propagação dos eventos e *feedback*.

Na camada *tracking*, estão as atividades necessárias para manter o sistema cognitivo conjunto dentro dos limites de desempenho predeterminados, normalmente expresso em termos de segurança e eficiência (HOLLNAGEL; WOODS, 2006). No caso de navios, seria manter o navio a uma distância segura dos perigos, como outros navios, obstáculos à navegação e áreas não seguras em relação a baixa profundidade para navegadores experientes, pois esses seriam capazes de realizar as tarefas acima sem muito esforço, quase que automaticamente e em condições normais, boa visibilidade e em mar aberto. Pois, até para os mais experientes, realizar essas atividades em caso de mau tempo, em

águas muito movimentadas ou em águas restritas pode exigir mais atenção não sendo mais exemplo de *tracking* e sim de *regulating*.

Muitas das atividades da camada *tracking* são passíveis de serem automatizadas. O controle automático do aproamento e da velocidade dos navios são exemplos. O problema é que como não há pouca ou nenhuma atuação humana para a manutenção das atividades nessa camada, quando ocorre um problema e há a necessidade de o operador intervir, pode ser muito difícil para o operador entender o que está acontecendo, manter a compreensão necessária em outras camadas de atividade. As atividades da camada *tracking* requerem ações e alvos e critérios que já existem. E esses objetivos vem da camada *regulating* (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

Na camada *regulating*, estão as atividades que podem exigir atenção e esforço. Por exemplo, a posição do navio em relação a outros alvos, como evitar obstáculos e o posicionamento relativo. As atividades da camada *regulating* se referem a planos e objetivos específicos que vem da camada *monitoring*.

Na camada *monitoring*, as atividades dizem respeito principalmente à definição de objetivos e à ativação de planos para ações. Isso pode envolver monitorar a condição da embarcação, apesar que normalmente isso é feito por instrumentos ou automação, como alarmes que algum sistema gera em caso de mal funcionamento. Além disso, monitorar a localização em relação a pontos de referência no ambiente.

Na camada *targeting*, há a definição de metas. Uma atividade como exemplo é o destino. Esse objetivo pode gerar muitos sub objetivos e atividades, algumas das quais podem ser automatizadas ou suportadas por sistemas de informação. Outros objetivos têm a ver com critérios para um desempenho aceitável. Por exemplo, se um usuário espera que o destino seja atingido muito tarde, os critérios para outras camadas, notadamente *regulating* e *tracking*, podem ser revisados. Quando o tempo é curto, o estilo de condução pode mudar aumentando a velocidade, reduzindo a distância de separação e, em geral, assumindo riscos maiores. Nessa camada, as atividades exigem ações menos triviais. Pois, avaliar a mudança em relação ao objetivo não é baseado em um simples feedback, mas sim em uma avaliação da situação - por exemplo, a distância estimada para o objetivo (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

Para descrever níveis múltiplos de desempenho, é necessário expandir o modelo básico COCOM, no modelo estendido ECOM, onde várias camadas de controle ocorrem simultaneamente, representando vários ciclos de controle concorrentes. Nesse modelo vemos que há um contínuo processo de observação, entendimento e ação atuando em vários níveis ao mesmo tempo. Um exemplo citado pelos autores do modelo é um com quatro camadas diferentes: *tracking, regulating, monitoring, and targeting (goal-setting)* (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

4 MÉTODO DO TRABALHO

4.1 Caracterização da pesquisa

O trabalho acadêmico aqui desenvolvido caracteriza-se como pesquisa científica. Ela permite um entendimento da realidade investigada. A pesquisa é o procedimento sistemático que tem por objetivo descobrir fatos em uma determinada realidade e interpretá-los (LEHFELD, 1991). O estudo é de natureza aplicada e com objetivos descritivos, contém informações contidas na literatura sobre os conceitos e ferramentas utilizadas, detalhamento dos procedimentos seguidos para a elaboração da pesquisa, dados coletados na pesquisa e análise dos dados e resultados alcançados. Tem uma abordagem predominantemente qualitativa para aprofundamento da compreensão do funcionamento do sistema. Para Minayo (2001), a pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos.

Considerando que a convenção STCW para marítimos exige que eles tenham habilidades e CS durante a utilização do ECDIS, mas não há detalhamento sobre como medir e avaliar essa e outras habilidades cognitivas, este trabalho irá realizar uma simulação do uso desse sistema por marítimos.

Contudo, após a introdução do trabalho, o capítulo 2 explica a ferramenta que será utilizada na pesquisa, além disto, trata dos detalhes exigidos para aqueles que serão os operadores desses sistemas, bem como dos requisitos para os simuladores ECDIS. No capítulo 3, são apresentados os conceitos atuais utilizados para o estudo de sistemas cognitivos.

Como este trabalho visou entender como as pessoas pensam, como suas mentes trabalham e como conseguem realizar trabalhos complexos de modo hábil, de forma a conseguir encontrar saídas em situações difíceis, as técnicas utilizadas serão baseadas na Análise Cognitiva da Tarefa (CTA - *Cognitive Task Analysis*).

A estratégia utilizada nesta pesquisa foi baseada principalmente na ACT (Análise Cognitiva da Tarefa - *Cognitive Task Analysis*). Como explicado no capítulo anterior, para análise do aspecto cognitivo do homem ao realizar tarefas, o uso da ACT se faz apropriado pelo foco na compreensão do trabalho cognitivo e de como funciona esse processo considerando o contexto em que o agente está inserido. Como objetivo da ACT e também deste trabalho, temos a identificação e entendimento do processo mental do homem, para esta pesquisa, do navegador, utilizando ECDIS com uma busca por padrões, estratégias e outras características do modelo cognitivo. O uso das técnicas da ACT explicadas adiante permitirá entender como a tarefa é desempenhada, especialmente do ponto de vista de quem efetivamente a realiza. As técnicas também permitem identificar como entendem e interpretam cada situação presente na tarefa, como agem, reagem, analisam e tomam decisões, quais são as bases de suas decisões, além de identificar como se relacionam ou interagem com os equipamentos, em especial, o ECDIS, e com o ambiente de modo geral.

Para a obtenção de dados dos navegadores utilizando ECDIS, foi escolhido o uso de exercício simulado, pelas características que este método tem, como foi citado no capítulo 2. Mas, para que esses dados pudessem ter validade, foi seguida toda uma sistemática para a preparação do simulado, para a confecção do exercício e para a elaboração do cenário utilizado de cada item presente, com base nos métodos e modelos escolhidos. As formas de coleta de dados utilizadas foram escolhidas de acordo com o objetivo de cada fase.

A metodologia seguida para a pesquisa é apresentada em três etapas. A primeira etapa consiste na preparação do simulado. A segunda, a execução do simulado e a terceira e última etapa será a análise dos dados coletados no simulado. Nos próximos itens constam as ferramentas e conceitos utilizados em cada destas. E, nos capítulos seguintes, a descrição completa de cada uma dessas etapas.

4.2 Ferramentas para preparação do simulado

Para compreender o contexto no qual o simulado seria proposto, bem como identificar possíveis situações para criação de cenários a serem utilizados, foram realizadas entrevistas com especialistas do setor marítimo. Nestas entrevistas, baseadas no Método de Decisão Crítica (CDM - *Critical Decision Method*) (CRANDALL et al., 2006), objetivou-se encontrar situações críticas na utilização do ECDIS. Na entrevista CDM o pesquisador tenta extrair informações sobre as funções cognitivas como a tomada de decisão, o planejamento e como ocorre a compreensão com um específico incidente desafiador, aprofundando nos pontos críticos cognitivos. A intenção é identificar a história de um evento específico e entender as exigências da tarefa e sua configuração (CRANDALL et al., 2006). Portanto, diante dos objetivos desta pesquisa, este método mostra-se apropriado.

Além dos dados coletados por entrevistas, também foram coletados dados com a análise de relatórios de acidentes, nos quais foram detectados como causa dos mesmos, principalmente, a má utilização do sistema. A literatura de pesquisa e aplicações da extração do conhecimento descreve a análise de documentos, como relatórios técnicos, como um método importante e necessário (HOFFMAN, 1987; HOFFMAN et al., 1995). A análise documental é importante para a análise do domínio do trabalho na fase da CTA (HOFFMAN; LINTERN, 2006; VICENTE, 1999).

4.3 Ferramentas para execução do simulado

A etapa de confecção do simulado durou cerca de dois meses, entre o preparo e a validação por instrutores e por comandantes, e testado por marítimos. O exercício simulado foi aplicado em um grupo de doze marítimos. Esses marítimos tiveram que responder a um questionário para medição da CS.

Uma técnica muito utilizada para medir CS, e também apropriada para ambientes controlados, é SAGAT (*Situational Awareness Global Assessment Technique*) (ENDSLEY, 1995), no qual um sistema de interesse é testado numa simulação. Nessa simulação é aplicado o “congelamento” uma ou mais vezes, onde a tela é desligada e ao operador é solicitada alguma informação, e então é comparada com a do sistema (WESTRENEN; PRAETORIUS, 2012).

A SAGAT é a uma técnica objetiva e a mais citada pela literatura. Pode ser usada em qualquer sistema complexo simulado. As questões são formuladas para medir o nível de consciência que o operador tem da situação e as respostas dadas são comparadas com as corretas (as de uma pessoa que tem consciência completa da situação). Então é conferido um grau objetivo. A técnica se baseia na definição de CS de Endsley (1995), a percepção dos elementos em um ambiente, a compreensão do significado desses elementos e a projeção do estado deles no futuro próximo (WESTRENN; PRAETORIUS, 2012).

Para cada evento crítico inserido no exercício foi montado um questionário, e para cada aferição do atingimento de cada nível de CS foram inseridas uma ou duas questões. É possível aferir um nível global de CS quando considerar o nível medido de todos os participantes.

Além de responder aos questionários durante as pausas do simulado, os participantes foram orientados a falar enquanto realizavam a tarefa e o protocolo verbal foi coletado por meio de gravadores. O método *Think Aloud Problem Solving* (TAPS) (CRANDALL et al., 2006) pode ser usado em qualquer tarefa. Os participantes falam seus pensamentos enquanto realizam a tarefa, como se estivessem falando consigo mesmos (CRANDALL et al., 2006). A transcrição desse áudio permite uma análise mais profunda do processo mental seguido pelo navegador.

4.4 Abordagens na análise dos dados coletados no simulado

A terceira etapa foi realizada a partir dos dados coletados no simulado, para responder aos objetivos do trabalho e os resultados constam no capítulo 7. Foram usadas as técnicas para medição e análise, o questionário SAGAT para medição do nível de CS, conforme teoria da Endsley.

O questionário SAGAT foi montado com base nos três níveis de CS de Endsley e de acordo com o acerto das perguntas, os níveis alcançados pelos participantes foram transferidos para o programa excel e com o uso de ferramentas de estatística simples, os resultados foram obtidos.

Os dados coletados pelo processo Think aloud nos gravadores foram transferidos para o computador. Foram utilizados programas para leitura e transcrição dos arquivos. Cada

transcrição foi realizada por pelo menos dois analistas, depois de reuniões para estabelecimento de padrões a serem adotados e organizadas no programa excel.

Complementar a essas análises, foi utilizado o modelo COCOM/ECOM (HOLLNAGEL, 2006) que objetiva uma análise mais detalhada e completa do Sistema Cognitivo homem-máquina. Como citado no capítulo 3, o COCOM é um modelo funcional que pode ser aplicado a uma série de sistemas cognitivos compartilhados entre homem e máquina e se concentra nas funções necessárias para explicar o desempenho e o modelo ECOM é a extensão do modelo básico COCOM para descrever múltiplas camadas de desempenho. Diante dos pontos sinalizados na revisão bibliográfica entende-se que esses modelos cognitivos são apropriados para o estudo de CS e para o entendimento do controle do processo.

Após a análise por pelo menos dois praticantes de análise cognitiva pelos modelos COCOM/ECOM do processo *think aloud* de cada participante do simulado e a verificação do atingimento de níveis de CS por três analistas e ainda, visando um entendimento mais fidedigno dos dados, foi realizada, posteriormente a análise das principais ferramentas, entrevistas com os participantes do simulado que tiveram seus protocolos verbais gravados em boas condições. Estas também através do método CDM. As perguntas foram preparadas de acordo com as fases da técnica e foi utilizado o programa word para montagem de linha de tempo para servir de referência para as entrevistas.

Os áudios das entrevistas foram gravados e depois transferidos para o computador. Foram utilizados programas para leitura e transcrição dos arquivos. Foi utilizado o programa excel para armazenamento das transcrições e estas entrevistas contribuíram de modo significativo para análise, validação dos dados, confirmação das análises e aprofundamento da compreensão, conforme o objetivo do estudo.

5 PREPARAÇÃO DO EXERCÍCIO SIMULADO

Nessa fase, a de preparação do exercício simulado, as fontes dos dados foram as entrevistas realizadas com os especialistas, análise de documentos sobre o artefato a ser utilizado - como relatórios de acidentes em que a utilização do ECDIS consta como

causa do acidente - normas, resoluções, recomendações, artigos, livros, revistas, curso modelo e outros documentos da Organização Marítima Internacional.

5.1 Entrevista com Especialistas

A fase inicial dessa etapa foi a realização de entrevistas com especialistas. Nessa fase, que durou cerca de quatro meses, comandantes foram entrevistados. As entrevistas foram transcritas e confirmadas e ainda complementadas, quando necessário. Os dados das entrevistas com três desses especialistas foram selecionados e considerados para a escolha de eventos críticos na utilização do ECDIS e dos procedimentos seguidos pelos operadores para manter a segurança da navegação.

Inicialmente foram realizadas sete entrevistas com especialistas com base na técnica CDM. Depois de fazer apresentações, reunir algumas informações demográficas e passar alguns minutos estabelecendo relacionamento, a parte principal das entrevistas foram realizadas fazendo-se várias passagens através de um incidente. Cada passagem foi focada na obtenção de tipos específicos de informação e gradualmente conseguiu-se o aprofundamento dos pontos cognitivos críticos. As passagens foram quatro: Identificação do evento, Verificação da linha de tempo, Aprofundamento e Questões “e se”. Em cada fase usou-se diferentes tipos de perguntas. Ao final, foi possível ter a compreensão completa do incidente e entender a demanda cognitiva da tarefa e sua configuração (CRANDALL et al., 2006).

Foram enviados e-mails para os comandantes que fizeram o curso para habilitação ECDIS, além de terem sido estabelecidos contatos por telefone e pessoalmente. O objetivo inicial era entrevistar comandantes com muitos anos de experiência no mar e com habilitação para operação no ECDIS.

Apesar de toda a pesquisa bibliográfica que antecedeu essa fase, a realização das entrevistas não foi fácil. Antes dessas sete entrevistas realizadas, foram realizadas cinco tentativas, que apesar de não terem fornecido dados interessantes de acordo com o objetivo dessa fase, motivaram alterações nas perguntas, no foco, no perfil do especialista, assim como puderam propiciar identificar o momento apropriado para determinadas perguntas. Cabe destacar que essas entrevistas também permitiram que a pesquisadora pudesse treinar a técnica de entrevista. Por todos os motivos expostos elas foram consideradas como entrevistas piloto.

Nessas cinco entrevistas houve dificuldade para encontrar os “eventos críticos”, porque os participantes alegavam que os desafios existiam mesmo antigamente, como se pode observar no trecho a seguir:

Desafios a gente tinha muito mesmo antigamente, na época da navegação, com navios de longo curso, que praticamente a gente só tinha a navegação..., que era a navegação estimada, ou a navegação costeira, e a navegação astronômica, aí sim era um desafio muito grande, éramos obrigados a estar pegando o tempo todo os astros e estrelas pra navegar. (ESPECIALISTA 05)

Os problemas que foram relatados nas primeiras entrevistas foram erros mais básicos, que apesar de serem possíveis causas para acidentes, não eram o esperado para a elaboração do simulado. Como o caso relatado a seguir:

Sim, eu já tive problema com ECDIS e foi referente a uma atualização das cartas [...] nós fizemos uma atualização e o CD que nos mandaram não tava perfeito e fez com que perdêssemos algumas cartas e fomos obrigados a utilizar cartas de papel porque não tínhamos como navegar sem a nossa principal referência que é o ECDIS. (ESPECIALISTA 05)

Assim, após as primeiras entrevistas, foi observado que os navegadores que estavam há muitos anos na função de comando não tinham muita prática no equipamento em estudo, ou era uma experiência mais gerencial. Então, foi necessário mudar o perfil dos especialistas a serem selecionado para a entrevista para comandantes que tivessem muitos anos de prática no equipamento, especialmente no nível operacional do sistema e não só gerencial. E então, as histórias para elaboração do exercício foram obtidas.

5.1.1 Análise e Resultados das Entrevistas com os Especialistas

O primeiro evento crítico (derrota traçada inapropriada) foi inserido no exercício com base nessa história:

Uma navegação pra Vitória em um rebocador PSV (*Platform Supply Vessel*), não lembro qual foi a origem, mas estávamos navegando com rumo norte, aproximadamente. Eu era Imediato e meu horário de serviço no passadiço era de 04h x 08h e de 16h x 20h. Eu subi para pegar serviço um pouco antes das 04h e a chegada seria no meu horário. Ao verificar a derrota na carta eletrônica, percebi que a mesma estava traçada passando por cima da Ilha dos Pacotes, próximo à área de fundeio. (ESPECIALISTA 07)

Na situação relatada, percebemos que não ocorreu um evento, como falha de equipamento, e sim, uma ação de busca por informações, que foi determinada com o

propósito de atualizar o operador sobre como estava a navegação, o navio e etc., que é o caso da assunção de serviço do quarto de navegação. Nesse relato podemos ver um exemplo que Hollnagel (2006) discorre, ou seja, de como os sistemas cognitivos não precisam necessariamente agir por reação, de modo passivo.

O objetivo das entrevistas dessa fase do estudo era a busca por pontos críticos para o simulado. Assim na elaboração do cenário, foi inserida na carta eletrônica exibida na tela do ECDIS, uma derrota traçada de modo inadequado, simulando o caso de um oficial encarregado de fazer o planejamento da viagem que traçou incorretamente e que o comandante, que é o encarregado de checar, não tivesse alterado. Ou seja, a derrota estaria passando por uma área em que a profundidade era menor que o calado, não permitindo uma passagem segura e sim o encalhe do navio, se o navegador não alterasse a derrota.

O segundo (perda de posição pelo GPS) e terceiro (erro de aproamento da agulha giroscópica) eventos críticos foram baseados na seguinte resposta:

Acho que depende do grau de confiabilidade do sistema e da competência dos Oficiais envolvidos na navegação. Situações de falha de inputs¹⁰ no sistema, como os sinais da giro, GPS, entre outros, podem fazer necessário o uso das cartas de papel. (ESPECIALISTA 07)

O relato acima mostra a preocupação da ocorrência de erro de sensores conectados ao ECDIS. Como dito anteriormente no capítulo 2, apesar de diversos equipamentos poderem ser conectados ao ECDIS, três deles são considerados essenciais. No caso da falha do GPS ou de outro sensor de posição que esteja conectado ao ECDIS, é previsto que haja um procedimento de *backup* adequado. Nessa situação é necessário utilizar outro método de obtenção da posição e marcação na carta eletrônica para garantir a continuidade da navegação de modo seguro, ambos com ferramentas disponíveis no ECDIS, assim como seria possível com um método tradicional e marcação na carta de papel, com o uso de marcações e distâncias de terra, uso da navegação estimada ou astronômica. Além disso, apesar da crescente confiabilidade nos meios eletrônicos de obtenção da posição, como o GPS, as habilidades tradicionais do navegador não devem ser negligenciadas, e é importante e essencial que o operador ECDIS esteja sempre checando o funcionamento do sistema, inclusive se utilizando dessas habilidades.

¹⁰ Inputs se referem aos equipamentos que fornecem informações de entrada no ECDIS.

O curso modelo da IMO prevê instruções sobre falha desse sensor e também do sensor de aproamento, além de diversas outras situações de falha, como identificar e analisar, assim como as ações apropriadas para cada caso e também que esses casos sejam incluídos nos exercícios práticos, simulando essas falhas e avaliando posteriormente as ações desempenhadas.

Além da obtenção desses pontos críticos, as entrevistas realizadas serviram também para o melhor entendimento das ações que são previstas, especialmente por serem retiradas do mundo real, de como o navegador entende a tarefa em si e suas implicações, da sua compreensão do que acontece e até mesmo das suas preocupações e medos, que podem interferir no contexto geral da realização da tarefa e no modo como esses navegadores desempenham a tarefa. Foi importante para perceber como o homem precisa de um modelo a ser seguido, mesmo que não haja um documento formal do que fazer em cada situação, como uma lista de checagem.

5.2 Análise dos Relatórios de Acidentes

Além dos dados das entrevistas, relatórios de acidentes, os quais o ECDIS desempenhou papel principal como causa do acidente, foram analisados. Após esse estudo com os acidentes, foi realizada uma seleção das informações sobre os eventos críticos e procedimentos, para a elaboração do exercício simulado. Essa análise dos relatórios ocorreu no mesmo período em que as entrevistas estavam sendo realizadas.

Segundo o relatório do acidente do navio CFL Performer (MAIB, 2008), o encalhe ocorreu na passagem de Paramaribo, Suriname, 29 minutos depois que o oficial de quarto no passadiço tinha ajustado o curso para seguir a derrota mostrada no ECDIS do navio. O navio estava com o governo no piloto automático e com velocidade de 9.5 nós. O tempo estava bom e o oficial encarregado do quarto estava preparando documentos para auditorias que seriam feitas no próximo porto. Em determinado momento, o comandante que estava no seu camarote, sentiu uma mudança nas vibrações do navio e ligou para o passadiço, instruindo-o que checasse a profundidade da água. O ecosonda estava desligado, e o oficial olhou na tela do ECDIS e disse ao comandante que não havia motivo para se preocupar. Logo em seguida, as vibrações aumentaram e a velocidade do navio começou a diminuir até que o oficial percebeu que algo estava errado. Ele alterou a escala da carta eletrônica e então viu que a profundidade de água era menor que o calado da embarcação e então percebeu que o navio tinha encalhado. A

rota planejada levou a embarcação ao banco de areia de Haisborough, onde a profundidade de água na carta era consideravelmente menor do que o calado da embarcação. De acordo com o relatório, esta rota não foi adequadamente verificada para perigos de navegação, quer quando planejado ou quando monitorado. Além disso, não havia configurações de alarme para os perigos.

Assim como foi relatado na entrevista do item anterior sobre derrota inapropriada, no acidente do navio Performer o mesmo aconteceu. O encarregado de traçar a derrota, fez o procedimento de maneira errada e o comandante, encarregado de checar, não viu o problema. Como o oficial de quarto também não viu, o navio encalhou.

Outro caso similar ao anteriormente relatado, foi o acidente com o navio Ovit (MAIB, 2014). Também foi concluído pela investigação que a derrota foi mal planejada por um oficial inexperiente e que não foi checada pelo comandante ou pelo oficial de quarto durante a assunção do serviço. Em 18 de setembro de 2013, o navio Ovit encalhou no banco Varne do estreito Dover em sua viagem da Holanda para Itália. O governo estava no piloto automático e velocidade entre 12 e 13 nós. O oficial de quarto ajustou a escala da carta eletrônica à escala do radar ao lado, que era de 12 milhas náuticas. A posição do navio era monitorada somente pela plotagem na carta eletrônica do ECDIS e os sinais náuticos do banco foram vistos, mas nada foi feito. Além disso, a escala da carta eletrônica exibida era inapropriada. As configurações do sistema que o operador deve fazer eram inadequadas e o alarme sonoro estava desligado. De acordo com o relatório, a CS do oficial de quarto estava tão pobre que ele só percebeu que o navio havia afundado depois de 19 minutos. Depois que o navio afundou um alarme da máquina soou e o oficial parou a máquina, ligou para o oficial de máquina, e pediu que checasse o problema. Durante um bom tempo, ele acreditou que o problema era com a máquina do navio. Só depois que deu um *zoom* na carta eletrônica exibida no ECDIS que percebeu que tinha encalhado. Os danos à embarcação foram superficiais. Apesar de estarem treinados ao uso do ECDIS, os oficiais do navio não conseguiram usar efetivamente.

Com base nesses acidentes e na entrevista citada no item anterior, o primeiro evento crítico inserido no simulado, a derrota que estava sendo monitorada na tela do ECDIS estava inapropriada, ou seja, a rota planejada levaria o navio a um banco de areia, onde

a profundidade de água na carta era menor do que o calado da embarcação, simulando que foi mal planejada.

Outro acidente causado pelo uso inadequado do ECDIS foi o caso do CSL Thames. O relatório sobre o acidente mostra que havia no sistema uma configuração inadequada do contorno de segurança. Além disso, não havia alarme sonoro do equipamento, assim como no caso do navio Ovit. Esses detalhes também foram inseridos no exercício simulado. No dia 9 de agosto de 2011, o navio Thames encalhou no *Sound of Mull* depois de tirar a embarcação da derrota planejada para evitar o abalroamento com uma outra embarcação na área, e não manobrar para a área de águas restritas, que era o local onde estava. A visibilidade era boa, e o oficial não percebeu que a alteração de rumo levaria a embarcação para uma área com águas rasas. O alarme sonoro que o deveria ter alertado a evitar o perigo estava inoperante. Depois que iniciou a alteração de rumo, o oficial dedicou sua atenção para a outra embarcação e não monitorou mais a posição do navio na tela do ECDIS, assim, ele não viu o alarme visual de perigo acionado. O ECDIS foi configurado com o contorno de segurança de 10 metros, mas seu calado era 10.63 metros (MAIB, 2011).

O contorno de segurança entre outros alarmes de segurança existentes no ECDIS serve para alertar o navegador da proximidade do navio com algum perigo a navegação. O detalhe com relação a esses alarmes é que eles dependem de configuração apropriada. No caso específico desse alarme, quando habilitado, ele provê um limite visível e em destaque entre as águas navegáveis e águas não navegáveis. Existe no equipamento um local onde o operador deve inserir um valor, esse valor deve se basear em características do navio como o calado e da área que está sendo navegada, como a altura da maré, e considerar critérios de segurança baseados no UKC, assim como na margem de segurança que pode ser determinada pela companhia, pelo comandante ou pelo próprio navegador (MAIB, 2008; BECKER-HEINS, 2014).

Outra questão citada nos acidentes acima que merece um maior aprofundamento, é a questão da escala da carta poder ocultar alguns dados. Numa carta eletrônica, como citado no capítulo 2, é possível acrescentar vários dados para serem exibidos na carta, e como há muitas opções possíveis, algumas delas são opcionais e devem ser selecionadas pelo usuário. O sistema também pode exibir a carta eletrônica em diferentes escalas. Um detalhe, é que as cartas eletrônicas são exibidas na tela do ECDIS, que tem como

padrão a tela de um monitor, o que é menor que o tamanho das cartas náuticas de papel. As sondagens, ou a profundidade sondada é exibida na carta, mas precisa ser selecionada e estar na escala apropriada da carta para ser vista, como é o caso de outras informações, ou seja, o grau de detalhamento exibido aumenta ou diminui de acordo com a escala selecionada (MAIB,2008).

5.3 Montagem do Cenário após terem sidas Realizadas as Entrevistas e Analisados os Relatórios dos Acidentes

Os pontos críticos, selecionados de acordo com as entrevistas realizadas e com a análise dos relatórios dos acidentes, foram inseridos na confecção de um exercício para a utilização no simulador.

O exercício proposto foi analisado por um dos comandantes participantes da primeira fase do experimento e algumas sugestões e ajustes foram incorporados. Além disso, um instrutor com muitos anos de experiência com exercícios em simuladores também verificou toda a tarefa proposta a ser desenvolvida no simulador. Assim, novas modificações foram realizadas. Após essa validação, um teste foi realizado com um aluno que estava realizando o curso para habilitação de operador ECDIS, e mais uma vez, pequenos ajustes foram realizados. Por fim, o último teste foi realizado com uma turma inteira do curso. Todas estas etapas se mostraram satisfatórias para o experimento, o que permitiu refinar o cenário e o exercício simulado para a obtenção dos dados da pesquisa.

Esse exercício tinha como objetivo principal a navegação com segurança e foram inclusos os pontos críticos para avaliação posterior dos níveis de CS do operador, além da identificação e análise de outras funções cognitivas.

6 SIMULADO E COLETA DE DADOS

O experimento foi conduzido em julho de 2016, no último dia de um curso de 40 horas para habilitação de operador ECDIS. A coleta de dados consistiu de duas partes: gravação do processo *Think Aloud* do navegador durante a execução do exercício e respostas aos questionários SAGAT para a verificação do nível de CS.

Os participantes eram marítimos já licenciados. Foram coletados dados, como: idade, anos de embarque, função exercida atualmente e tempo na função. Os dados preenchidos no questionário mostraram o perfil dos participantes do experimento. A idade média é 46,3 anos. O participante mais novo tem 26 anos e o com a maior idade tem 65 anos. O tempo médio de experiência no mar é 17,4 anos. O participante com menos tempo de embarque tem 4 anos de mar e o com maior tempo, tem 38 anos de experiência de embarque. Dos doze participantes, 5 relataram já ter até 2 anos de experiência com ECDIS, mas esses equipamentos nem sempre atendem as regras de padrão para desempenho da IMO.

Antes da aplicação do cenário para a coleta de dados, os marítimos foram instruídos sobre todo o conteúdo teórico do curso e também realizaram exercícios anteriores de navegação durante todos os dias do curso, com grau de dificuldade crescente. A cada dia do curso, havia conteúdo teórico, como introdução ao equipamento, serviço de quarto e planejamento de derrota no ECDIS, sensores, erros e etc. sendo, a todo momento, demonstradas as funções estudadas no equipamento e permitindo que cada aluno interagisse com o seu equipamento, na sua estação de trabalho. Após cada etapa concluída e as dúvidas retiradas, um exercício simulado era apresentado, com uma abordagem prévia do objetivo da tarefa e posterior *feedback*. No segundo dia de curso foi solicitada a participação dos alunos no exercício simulado para a pesquisa e todos quiseram participar. Foi explicada a técnica do *Think Aloud* e foi testada em determinado exercício com um aluno escolhido. Após a transcrição do protocolo verbal, foi apresentado para toda turma, para que entendessem bem o método e pudessem se sentir mais confortáveis e contribuir melhor para o estudo.

No dia do exercício simulado para a pesquisa, toda a metodologia foi lembrada, reforçando frequentemente que o objetivo da pesquisa não era avaliá-los. Também foi explicado aos participantes que o objetivo da tarefa dada para eles é a navegação em segurança. Foi dado um tempo de 15 minutos para que se familiarizem com o navio e configurassem o equipamento como entendessem ser o apropriado (simulando o embarque e a assunção do serviço).

A tarefa do experimento foi realizada no Simulador Transas Navi-trainer. O cenário foi conduzido numa estação de controle de navio, que inclui a estação ECDIS Navi Sailor com exibição de cartas ENC (cartas vetoriais oficiais), informações de sensor GPS,

agulha giroscópica, agulha magnética, *speed log*, AIS e ARPA, estação para exibição da tela do radar e estação para informação da navegação, como a visualização do cenário externo e console do passadiço para manobra, visualização dos dados do navio, painel de alarmes e etc.

O exercício simulado foi a realização da navegação em uma área com águas restritas. A área escolhida foi nas proximidades da entrada da Baía de Guanabara, onde foram incluídos todos os objetos necessários para tornar o cenário fiel ao de um dia real de tráfego na área, como navios pequenos e grandes entrando e saindo, em diferentes posições, dois passando pelo canal de Contunduba e mais quatro, fora do canal, além de condições atmosféricas alterando com o tempo. A velocidade do vento era de 15 nós, vindo de sudoeste e aumentava para 20 nós na proximidades do canal de Cotunduba. A corrente era de 1 nó. Antes do início do exercício foi carregada uma rota para navegação e o governo foi colocado no piloto automático no rumo 289 graus com velocidade 5.7 nós. A derrota traçada já estava sendo monitorada pelo ECDIS. O navegador estava na função do oficial encarregado do quarto de navegação assumindo o serviço. O navio simulado era do tipo petroleiro carregado. Além disso, o exercício envolveu três eventos críticos conforme a Figura 5, para que pudessem ser analisados os comportamentos dos navegadores, especialmente em momentos de pressão, para que houvesse uma análise da atuação humana quando fosse preciso essa atuação, e então contribuir para as respostas dos questionamentos levantadas neste trabalho. Após a realização do simulado foi realizado um *debriefing*, onde todo o exercício foi relembado, os objetivos gerais e individuais foram discutidos e os participantes puderam expressar suas experiências.

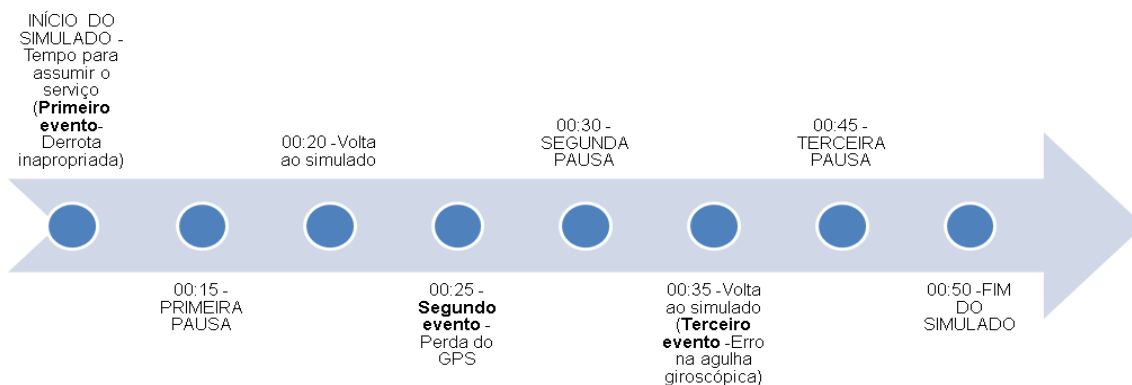


Figura 5 - Linha de tempo com os eventos do simulado.

Fonte: Elaborada pela autora.

As informações anteriores foram cruzadas para enquadrar cada operador em níveis de CS observados durante a execução do exercício e para identificação e análise de outros conceitos de engenharia de resiliência. A Figura 6 mostra a estação de cada aluno e a Figura 7, a tela do ECDIS do aluno.



Figura 6 - Estação de cada aluno.

Fonte: Foto do local do simulado.



Figura 7 - ECDIS do aluno.

Fonte: Foto do local do simulado.

Os dados dos alunos foram colhidos para análise com a finalidade de buscar as respostas aos questionamentos da dissertação. Para a análise dos questionários, 12 alunos responderam aos questionários para avaliação, todos integrantes de uma mesma turma e com diferentes níveis de experiência. Todo o protocolo verbal da realização da tarefa pelos operadores foi coletado e transcrito. Apesar da gravação do processo *Think Aloud* de doze navegadores, somente quatro foram avaliados. Na fase de transcrição, foi percebido que alguns operadores não falaram durante a realização da tarefa, outros, muito pouco ou muito baixo, o que impediu que a gravação dos demais fosse útil para a pesquisa.

Antes da realização da transcrição das gravações de áudio, alguns critérios foram estabelecidos para evitar que partes do contexto fossem extraídas ou não consideradas. Essa transcrição foi realizada por praticantes de ACT e em diversos momentos da análise foi necessário ouvir novamente os áudios para checar detalhes dos dados coletados.

Após uma análise preliminar dos dados foram realizadas entrevistas com os quatro operadores participantes com o processo *Think Aloud*, para confirmação das premissas levantadas durante a análise e para responder aos objetivos do estudo, verificando o aprofundamento do entendimento da atuação humana na garantia da segurança.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Consciência Situacional

7.1.1 Análise do papel do ECDIS em aumentar a Consciência Situacional

Como foi dito no capítulo 2, a convenção STCW prevê que o oficial deva ter consciência situacional enquanto navega com o ECDIS. O ECDIS pode ter um papel muito importante em aumentar e manter a CS do navegador, e isto foi considerado na pesquisa. Algumas características do sistema, se configuradas apropriadamente podem garantir isso. O uso do ECDIS libera tempo para o navegador focar nas tarefas navegacionais. Com a plotagem automática da posição do navio em tempo real na carta eletrônica, com a possibilidade de já visualizar também na carta, os alvos oriundos do AIS e do ARPA/radar, pode sobrepor a imagem do radar sobre a carta eletrônica, assim

o oficial não tem que ficar observando vários sensores para fazer seu mapa mental, a representação visual da situação e da área com os obstáculos, ele consegue ter esse mapa quase instantaneamente ao observar a tela do ECDIS e nessa mesma tela simular opções de ações para evitar os perigos. Além disso, diminui sua carga de trabalho (BECKER-HEINS, 2014). Esses pontos são importantes serem descritos neste momento para que fique claro o que de fato foi observado na pesquisa realizada com os participantes.

Lidar com a complexidade é essencial para manter o controle do processo. O projeto do artefato deve considerar a variabilidade do estado do sistema e nas condições de desempenho humano, e, ainda, ir além, aumentando a capacidade de estar no controle funcionando como exigido e pretendido. Os operadores de sistemas complexos usam e organizam seu ambiente de trabalho para minimizar a demanda cognitiva das tarefas e isso se estende para a interface do artefato, onde ferramentas são capazes de estender a memória humana, agrupar dados, calcular, planejar (HOLLNAGEL; WOODS, 2006). O ECDIS possui diversas dessas ferramentas. Quanto mais estiver codificado na interface do usuário utilizando ajudas, menos o operador dependerá da CS (WESTERN; PRAETORIUS, 2012).

Apesar de todo o exposto anteriormente, algumas questões de confiabilidade e operacionalidade ainda existem, como percebido nas entrevistas, o que coaduna com o que é descrito por Maib (2012). Alguns operadores acham muito complicado de usar, talvez pela ferramenta tecnológica ou por utilizar o inglês como padrão, visto que alguns ainda podem ter dificuldade com o idioma. É necessário também um treinamento apropriado, até porque os diferentes fabricantes do equipamento têm muitas diferenças entre si (até pela exigência que existe de fazer um curso específico de ECDIS de acordo com o fabricante do equipamento que está trabalhando). Há também os erros do sistema, erros do software, os problemas com o hardware que constam nos relatórios da IMO, que podem levar a uma insegurança por parte dos operadores, conforme citado nas entrevistas. Além disso, temos o problema de alguns operadores confiarem demais no que a tela está exibindo, não checando a informação exibida, que pode estar errada. Como foi dito no capítulo 2, também pode ocorrer mal configuração do equipamento ou ainda, erros de interpretação do operador. Todas essas situações têm um impacto na CS do navegador.

7.1.2 Níveis alcançados pelos participantes avaliados pelo questionário SAGAT

O primeiro ponto crítico inserido no exercício para análise da CS era a existência de uma derrota inapropriada. Nesse caso, quando o participante iniciou o exercício, assumindo o serviço, a derrota já estava sendo exibida na tela, portanto a verificação de sinais da CS referente a essa pista também já tinha iniciado. Como o exercício se encerrou e nenhum dos participantes passou efetivamente pela área onde a profundidade era menor que o calado da embarcação, as pistas referentes a esse problema poderiam ser vistas, compreendidas e suas consequências projetadas até o final da tarefa. Além da derrota estar traçada de modo inapropriado, o contorno de segurança exibido na tela do ECDIS também não estava adequado à condição que o navio estava, mais especificamente com o calado do navio. Com essa configuração correta, seria mais fácil visualizar o problema com a derrota, mas mesmo do jeito como estava, era possível também ver, se fossem observadas as sondagens de profundidade.

No segundo e terceiro pontos críticos, que eram problemas com sensores que estavam conectados ao ECDIS, a falha ou erro ocorreu durante a realização do exercício, e imediatamente após a falha, algum alarme foi acionado e já existiam pistas capazes de ser percebidas pelos participantes. Então o início das buscas por ações ou expressões que comprovassem os níveis de CS começou somente quando cada ponto crítico ocorreu. O tempo de busca nesses casos foi diferente para cada participante, pois cada um teve ações subsequentes diferentes, levando ou não seus navios para situações em que os problemas se agravariam e conseqüentemente geraria a necessidade de ações referentes a esse problema mais urgentes ou vitais.

Com relação ao questionário SAGAT, além do que foi dito anteriormente, vale destacar que é uma técnica muito usada para avaliar a ferramenta. Com essa visão, não seria possível avaliar a ferramenta com o primeiro evento crítico inserido, já que o ECDIS só teria alguma indicação visual ou sonora com a proximidade do perigo em questão. Nenhum dos participantes chegou a tal proximidade. A única avaliação seria da ação proativa do navegador em checar a derrota, ou boa parte dela, que poderia ser feita ao assumir o serviço (como foi relatado na entrevista citada e comentado nos relatórios de acidente no capítulo 4).

Ainda em relação ao questionário SAGAT, o segundo evento crítico seria uma boa oportunidade para avaliar a ferramenta, mas é possível que tenha havido troca de

informações entre os participantes, o que invalida os dados. Já com o terceiro evento inserido, o erro de aproamento oriundo da agulha giroscópica, foi uma boa oportunidade de avaliar a ferramenta, já que teve indicações do problema pelo sistema. Foram realizadas quatro questões de SAGAT, duas para a verificação do atingimento do nível 1 da consciência situacional, a percepção das pistas no ambiente, uma para o nível 2, a compreensão das pistas e uma para nível 3, a projeção do estado do sistema. Cada questão foi considerada como correta ou incorreta e um grau entre 0 e 100% foi atribuído.

Dos doze participantes, foram considerados onze questionários, pois um dos participantes se confundiu e respondeu as questões fora do momento apropriado. O resultado medido foi de 41% global. A média de consciência situacional no nível 1 foi de 45%. No nível 2 foi de 36% e no nível 3 a média atingida foi 36%, conforme Gráfico 1.

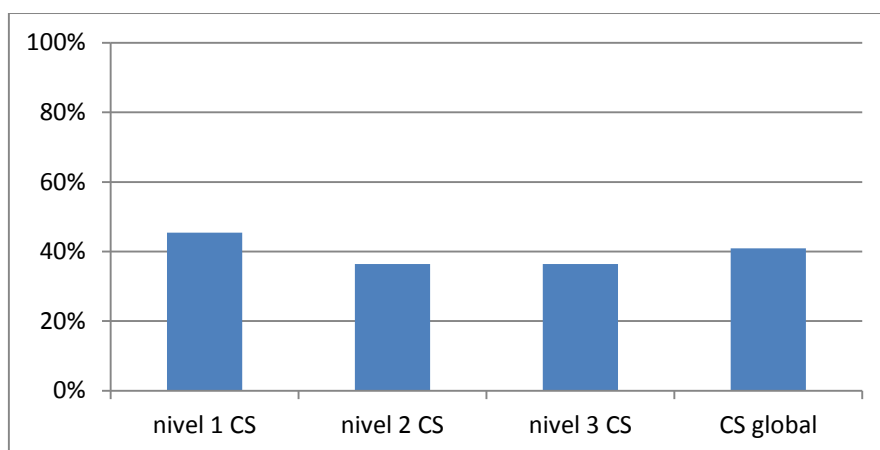


Gráfico 1 – Resultados SAGAT por nível de CS e CS global.
Fonte: Elaborado pela autora.

Para fim de comparação, Salmon et al. (2009) realizou experimento para medir CS na utilização de um programa de aplicação militar. Foi encontrada média de 47% de CS global e desvio-padrão global 34%. A questão é que os valores encontrados dependem das questões formuladas. Além disso, o contexto do momento da aplicação das questões pode influenciar nos resultados encontrados. O questionário deste trabalho foi aplicado depois de uma série de eventos críticos inseridos no sistema, sendo que o evento crítico avaliado por esse questionário poderia ser considerado o de menor gravidade dentro dos objetivos estabelecidos pelo operador e, portanto, dentro de prioridades estabelecidas o navegador poderia escolher não dedicar atenção a esse evento, ou pelo menos não no

momento da medição. As relações entre contexto, objetivos do operador e desempenho do sistema serão analisados nos próximos itens deste capítulo.

7.1.3 Níveis alcançados pelos participantes avaliados pelo *Think Aloud*

Apesar da coleta de dados também ter sido realizada por meio do questionário SAGAT aplicado aos participantes nas pausas ou congelamento do exercício, foi percebido, que para que a análise e medição da CS tivesse interferência na segurança, que era o objetivo do questionário, não precisaria ser necessariamente no momento onde houvesse a pausa, uma CS estática. O participante poderia ter desenvolvido níveis mais altos de CS após esse momento e ainda assim teria tempo de tomar a decisão apropriada e agir para a navegação continuar em segurança, ou seja, ainda estaria no controle da situação.

A CS é dinâmica e as influências internas, assim como as externas, interferem no processo e podem alterar a CS (BEDNY; MEISTER, 1999), por isso a transcrição do protocolo verbal, então, foi utilizada para a medição da CS.

Para o enquadramento nos níveis I, II ou III, conforme previsto por Endsley (1995), a ocorrência dos pontos críticos inserida no exercício foi considerada como ponto de início de busca para verificação de ações ou expressões que demonstrem o atingimento de determinado nível.

Na análise da atuação do participante 1, podemos perceber que há muitas expressões que sinalizam buscas constantes por informações e eventos, especialmente no começo do exercício, que seria o momento considerado como assunção do serviço, que pode ser observado pelo uso frequente das palavras “verificar” e “checar”. Na análise desse áudio foi possível entender o caminho do raciocínio seguido pelo navegador pelas explicações do mesmo para cada tomada de decisão, explicando cada etapa seguida, como pode ser visto no extrato a seguir, onde ele descreve os passos seguidos no ECDIS para encontrar o valor configurado de contorno de segurança, então explica o raciocínio para chegar ao valor apropriado, conclui então que não está um valor adequado e corrige:

Vou no *up...info card...vejo aqui...235 metros..42...calado 14.5.. [...], verifico *safety contour, safety contour* tá 10[...], vou checar o alinhamento verificando meu calado mais o efeito *squat*, chego a conclusão que eu preciso alterar...(silêncio) visto que meu calado inicial é 14,5, (barulho de clicando) (PARTICIPANTE 1).*

Na análise e medição do nível de CS alcançado pelo primeiro participante em relação ao primeiro ponto crítico, duas fases foram observadas. Primeiro com relação à configuração de segurança que poderia facilitar a visualização do primeiro evento crítico, percebemos que o participante detectou que o valor constante no sistema era menor que o apropriado e o alterou, como também podemos ver no extrato citado que foi retirado do áudio. Segundo, com relação ao problema na derrota em si, podemos ver que o participante atinge o nível III da CS, já que identifica as pistas no ambiente, entende seu significado e projeta o seu estado futuro, informando que o navio encalharia se continuasse nessa derrota. Inicialmente, o participante conseguiu identificar o evento base que era relevante para o processo controlado. Ele também identificou a relevância dessa informação e a prioridade a ser dada. E por fim, conseguiu descrever o resultado que teria com essa informação, ou seja, se mantivesse o navio nessa derrota. Todas as expressões verbais que comprovam o alcance do nível I, II e III podem ser vistas no extrato do áudio a seguir:

[...] agora vou verificar meu plano de viagem ... checar a minha rota, primeiro vou dar uma checada visual de todos os *waypoints* que foram marcados...fazendo a checagem ponto por ponto...vendo se está passando por uma situação de baixa...vou no botão *view*, ne?...já certifico aqui que a derrota ...que foi feita aqui é uma derrota perigosa para este tipo de embarcação... Eu vou ter problemas se eu continuar porque a profundidade é menor do que o calado...a gente tá conseguindo visualizar que ele encalharia...entra num risco ali...ele corta um caminho que pode causar um...aparentemente o barco está numa situação de perigo iminente...seguindo essa derrota...então eu mudaria o *waypoint* de cara...o que que eu vou fazer...vou aqui no *waypoint* editor...de forma que fique numa situação segura[...] (PARTICIPANTE 1).

Para medir a CS no segundo evento crítico - a perda de posição pelo sensor de posição - podemos observar o extrato adiante da transcrição do áudio:

[...]GPS deu fora...ainda bem que sai da rota...e agora vou tentar fazer essa posição de terra...resolvo numa situação dessa não dar continuidade a minha entrada no porto por enquanto...começaria a tentar uma posição de carta para fazer um monitoramento via radar em conjunto com o ECDIS[...] (PARTICIPANTE 1).

Logo no início do trecho vemos que o participante identificou evento crítico que precisava ser considerado para a manutenção do controle do processo. Ele também identificou a relevância dessa informação, pois já avaliou as opções a serem tomadas

para manter a embarcação em segurança. E também conseguiu projetar o efeito do evento no sistema, pois já estabeleceu a ação corretiva adequada. Portanto, o participante também atingiu o nível III com relação a esse evento.

No último ponto crítico, o erro no aproamento oriundo da agulha giroscópica, o participante também atingiu o nível III de CS. Podemos perceber pelo extrato do áudio mencionado a seguir que o evento foi identificado, foi entendido e até mesmo explicado, e o resultado do evento no controle do sistema também foi expressado.

[...]Deu fora...alguma coisa deu fora...navegação...giro...percebo uma giro ...um pouco defasada demais...que a diferença da giro aqui pra magnética não esta dentro da realidade...normalmente seria mais...Então essa giro não tá confiável[...] (PARTICIPANTE 1).

Na análise da CS do participante 2 houve uma maior dificuldade de medição dos níveis porque esse operador falou pouco, não houve muitas explicações sobre as ações tomadas, mas a análise foi realizada com a observação de algumas frases ditas.

No primeiro evento crítico inserido no exercício e em relação a configuração de segurança que estava incorreta, o operador alterou o valor e colocou num valor apropriado, o que pode ter facilitado a identificação do problema na derrota. Como pode ser visto pelo extrato a seguir:

[...] vamos usar aqui um check route...Já encontramos aí uns 36 alarmes durante a checagem da rota...primeiro alarme safety countour[...] (PARTICIPANTE 2).

Com relação a medição da CS, de acordo com o que foi expressado pelo participante, foi atingido somente até o nível I, já que houve sim a identificação do problema com a derrota expressada pela seguinte frase:

[...] tivemos um problema de calado [...]. (PARTICIPANTE 2)

Mas não houve expressão verbal do participante que demonstrasse uma compreensão do significado dessa informação ou mesmo uma projeção do estado do sistema com a ocorrência desse evento. Também há a possibilidade de o participante não ter conseguido compreender o problema pelo tempo disponível. Após esse participante ter relatado identificar esse problema, ele passa cerca de 4 minutos praticamente em silêncio e é possível ouvi-lo clicando, talvez para buscar mais informações para entender o que estava acontecendo, mas então, é interrompido pela pausa do exercício.

Talvez, com mais tempo, ele conseguisse encontrar ou visualizar as informações necessárias para entender o que estava acontecendo.

No segundo evento crítico, o problema com o GPS, o participante demonstra ter alcançado o nível III de CS, já que identifica, compreende e é capaz de projetar o resultado do problema na navegação, o que pode ser observado no extrato da transcrição a seguir:

[...] GPS, acabamos de perder o GPS da navegação, estamos com a navegação comprometida sem GPS...vamos fazer algumas marcações em terra para navegar com segurança[...] (PARTICIPANTE 2).

O terceiro evento crítico, o erro no aproamento, foi identificado conforme mostra a frase a seguir:

[...]Estamos com um problema na giro[...] (PARTICIPANTE 2).

Apesar de não haver expressão verbal do operador que demonstre compreender corretamente o problema, ele adota a ação de passar o governo para o manual e então foi considerado que ele atingiu o nível III, pois como o piloto automático estava conectado à agulha giroscópica, ao tirar do piloto automático, o participante demonstrou ser capaz de fazer uma ligação do evento com o que poderia acontecer a embarcação se continuasse como estava, e portanto, uma projeção do estado do sistema, conforme a frase a seguir:

[...]Vamos passar para o manual para poder...vamos adentrar na baía de Guanabara[...] (PARTICIPANTE 2).

A análise da CS do terceiro participante com base no áudio gravado foi mais fácil, já que este participante falou mais durante a realização da tarefa. Com relação à configuração de segurança, que facilitaria a identificação do problema na derrota, o participante percebeu que o valor configurado para o contorno de segurança era inapropriado e o alterou, conforme frase a seguir:

[...]Meu *Safety Contour* está 10, sendo que meu calado é 14.5. Então eu vou aumentar esse *Safety Contour*... Eu vou mudar esse "Safety Contour" para 18 (dezoito) e meu "Safety Depth"... 18(dezoito), tá ok, mas vou mudar para 20 (vinte) para ter uma margem maior de segurança[...] (PARTICIPANTE 3).

No entanto, o problema com a derrota - o primeiro ponto crítico inserido - não foi identificado pelo participante. Apesar de buscar ativamente por informações e eventos,

falar bastante durante a realização da tarefa, em nenhum momento expressou ter visto problema com a derrota, nem haver compreensão e nem projetar o resultado, já que não viu nenhum problema para a navegação, configurando assim, que não foi alcançado nenhum nível de CS.

Com relação ao segundo ponto crítico inserido no exercício, esse participante alcançou o nível III de Consciência Situacional, como pode ser percebido pelo extrato a seguir:

[...] meu GPS deu fora...Eu vou ativar o meu secundário...Na verdade, já está ativado...Vou para o EBL/VRM para poder tirar a posição. Não vou para o *manually fixing position*... vou tirar uma posição aqui do radar...vou reduzir a minha máquina enquanto o GPS está dando fora...vou para...navegar para águas seguras[...] (PARTICIPANTE 3).

E com o terceiro evento crítico, de acordo com a expressão verbal, foi alcançado o nível I de consciência situacional, já que o participante conseguiu identificar, como mostra o extrato abaixo, mas não compreendeu o significado do problema para o controle do sistema nem projetar o resultado disso para o controle do sistema.

[...]Tá dando erro na giro[...] (PARTICIPANTE 3).

Por último, o quarto participante alternou o contorno de segurança, conforme apropriado, mas em momento algum relatou visualizar algum problema com a derrota, inclusive expressou em determinado momento já ter feito as checagens julgadas necessárias e sem encontrar nenhum problema, se considerou pronto para navegar em segurança, conforme o extrato abaixo, demonstrando não atingir nem o nível I de consciência situacional em relação ao primeiro ponto crítico.

[...]Bom eu, segundo o que eu, segundo o meu conhecimento, eu já configurei meu ECDIS, meu sistema pra navegação, então a gente já assumiu[...] (PARTICIPANTE 4).

Com relação ao segundo ponto crítico, o participante identificou o problema, aparentemente compreendeu o significado do problema e foi capaz de projetar, já tomando as ações apropriadas para manter o controle do sistema, no caso, continuou a navegação em segurança, conforme pode ser visto no extrato a seguir, atingindo assim o nível III de Consciência Situacional.

[...]GPS deu fora agora...vamos lá...ativar o modo EP... e vamos navegar através da posição da carta[...] (PARTICIPANTE 4).

E para finalizar, com relação ao terceiro evento inserido no exercício, não houve nenhum relato ou ação do participante que indique que o mesmo tenha identificado o problema com a agulha giroscópica, entendido que era um erro de aproamento e o que esse erro poderia ocasionar na navegação, não atingindo nenhum nível de CS.

Quadro 1 – Estabelecimento de níveis de CS pelos participantes em relação aos eventos críticos inseridos no exercício.

Fonte: Elaborado pela autora.

Evento Crítico	Níveis alcançados de Consciência Situacional		
	Nível I (identificação da ocorrência do evento)	Nível II (entendimento do problema)	Nível III (antecipou a ocorrência perigosa)
Derrota Inapropriada	2	1	1
Perda de posição do GPS	4	4	4
Erro de aproamento da giro	3	1	2
3 eventos			4 participantes

Em situações de emergência, os operadores são direcionados por uma consciência de risco, que foi determinada por um processo de avaliação (ENDSLEY, 1995). A identificação do evento crítico, a expectativa, as tentativas, os objetivos e o tempo disponível afetam o operador e suas avaliações. A conduta que se aproxima com a ideal, conforme consta na convenção STCW, é que o oficial de náutica no quarto de navegação, tenha CS utilizando ECDIS, portanto, atinja o nível III de CS, e para isso, pistas no ambiente, podem ou não levar a expectativas sobre o que vai acontecer. As antecipações dos problemas, ou condutas internas, podem surgir e os navegadores podem ou não perceber o problema e podem ou não identificar o evento base, antes de chegarem a uma estratégia de decisão.

É importante reconhecer que a consciência do “mundo real” depende dos objetivos do operador e de necessidades atuais, que pode ser muito diferente de uma correta CS definida externamente (WESTERN; PRAETORIUS, 2012).

7.2 Análise utilizando os modelos COCOM e ECOM

Diferente do modelo estudado no item anterior, onde há uma sequência pré-definida de ações com um padrão de procedimentos, o modelo de controle contextual indica que as ações são determinadas pelo contexto mais do que por uma relação sequencial inerente

entre elas. Ou seja, a próxima ação é determinada pelo atual contexto e pela competência do sistema cognitivo conjunto. Se forem encontrados padrões recorrentes de ações, isso pode ser atribuído às características do ambiente ao invés de sequências pré-programadas de ação (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

Com o modelo de controle contextual como base, serão descritos os passos seguidos no controle do sistema. Nesse modelo, homem e máquina são estudados em conjunto, o que permite verificar algumas diferenças em relação à visão sequencial que foi abordada no item anterior. A necessidade de considerar os objetivos do operador e aspectos temporais nos conduz a utilização de modelos que incorporem essas características, como os modelos COCOM e ECOM. As ações não são vistas isoladamente, ações se baseiam em ações anteriores e antecipam ações futuras. Como vimos com o participante 1 ao configurar os parâmetros de segurança, esta ação se baseou na ação anterior de assumir o serviço (e aí desencadeou uma série de checagens do sistema, e ainda mais, se baseou no que esse participante aprendeu no curso para habilitá-lo da importância de fazer as checagens e configurações apropriadas) e antecipou também as suas ações futuras, ao configurar corretamente esse parâmetro, conseguir visualizar melhor as áreas seguras e não seguras e ao observar a derrota, conseguir detectar o problema com a derrota. Observando assim, fica mais coerente admitir que existia um plano a ser seguido (que poderia ser um *check list* do que checar numa ordem coerente ou mesmo um passo a passo mental de uma série de ações a serem adotadas).

O conhecimento ou a experiência de dependências entre ações e o que se espera sobre como a situação vai se desenvolver ou o contexto vivenciado pela pessoa, influencia o planejamento do que fazer dentro do horizonte temporal do sistema. Além desses fatores, há também os recursos que estão ou estarão disponíveis. Uma parte essencial do controle é planejar o que fazer. Esse planejamento descreve uma sequência das possíveis ações, que podem ser construídas ou pré-definidas, e é parte essencial do controle (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

Há um foco na antecipação, assim como em respostas. Portanto, ao considerar o desempenho deve ser incluído o que aconteceu antes e o que se espera que aconteça (HOLLNAGEL, 2006). Em algum momento, o participante 1 detectou o problema com a derrota, assim, para analisar seu desempenho temos que considerar que anteriormente ele configurou os parâmetros de segurança, e fez isso corretamente. Então, era esperado

que ele conseguisse ver o problema com a derrota, e ao ver o problema, corrigiria, antes que se aproximasse do perigo.

O contexto tem influência direta na análise dos eventos e nas ações a serem tomadas, representam o fato de que o operador pode ter vários níveis de controle do que está acontecendo (HOLLNAGEL, 2006). Podemos perceber isso ao comparar o desempenho dos participantes em relação a esse primeiro evento. Apesar de todos terem a mesma tarefa, com o mesmo navio sendo simulado, e no mesmo lugar, com as mesmas condições, a atuação de cada um teve um contexto diferente. Os objetivos de cada participante se alteraram durante a realização e isso gerou mudanças no contexto de cada situação. Por exemplo, todos iniciaram o exercício com o objetivo principal de navegar em segurança e entrar em águas restritas, mas no decorrer do exercício, diferentes problemas ocorreram, uns inseridos pelo instrutor, outros criados pelos próprios participantes, e isso gerou uma reavaliação dos objetivos de cada um. O modo de como os eventos foram avaliados e as ações selecionadas, evidenciou que cada participante tinha um grau de controle do que estava fazendo.

Não seria possível o enquadramento em camadas da realização da tarefa por cada participante com o protocolo verbal coletado, pois não teríamos como enquadrar cada fala em diferentes camadas de controle, já que elas ocorrem simultaneamente. Mas, para a análise dos aspectos cognitivos de cada participante, foram utilizados trechos da transcrição do áudio, para representar as características de cada camada de controle dos modelos cognitivos citados anteriormente.

O participante 1 começa o exercício de modo bem parecido com o que foi previsto pelo instrutor, falando sobre as características do navio, da área a ser navegada, como pode ser observado pelos trechos retirados da transcrição a seguir.

Primeiro eu vou ver as características do barco...eu vou verificar agora ... as situações do meu barco...e aqui...vai seguir o caminho até a atracação ...vou mandar um focus pra ver como tá a situação[...]
(PARTICIPANTE 1).

As ações na camada de *targeting* ocorrem de vez em quando, quase sempre incluindo a preparação de uma tarefa (HOLLNAGEL; WOODS, 2006). Um tipo de ação da camada *targeting* ou *goal-setting* é em relação ao destino e outros objetivos tem relação com critérios para o desempenho aceitável. Como o objetivo estabelecido pelo instrutor era a navegação em segurança, o participante demonstra uma ação antecipatória e parece

concentrado nessa preparação para a viagem, inclusive inserindo valores para posterior monitoramento de sub objetivos em decorrência do objetivo principal (navegar em segurança), como a verificação da distância de perigos, que pela capacidade da ferramenta utilizada, o ECDIS, é feita automaticamente, exemplo da camada *monitoring*, que pode ser observado pelo trecho adiante:

[...]Vou no *monitoring*... verifico *safety contour*[...].
(PARTICIPANTE 1).

A camada de *monitoring* descreve as ações que ocorrem intermitentemente enquanto a tarefa dura, embora a distribuição possa ser decididamente irregular, dependendo das demandas (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

Vemos exemplo da camada *regulating* durante a navegação, com a preocupação do participante em relação a posição do navio, considerando os perigos à navegação. A camada *regulating* compreende ações de curta duração que exigem atenção, mas não por muito tempo (HOLLNAGEL; WOODS, 2006). Uma característica das ações dessa camada é que elas nem sempre ocorrem automaticamente, mas podem exigir esforço e atenção, o que aconteceu no exemplo a seguir:

[...]Estou aqui numa situação ... que vou colocar no *follow up* para voltar pro rumo mais rápido[...](PARTICIPANTE 1).

Na camada *tracking*, as atividades são normalmente realizadas de maneira automática e se as condições mudarem, elas podem ser mais para *regulating*. Os eventos na camada de *tracking* geralmente são curta duração e o comportamento é equivalente a habilidades, no sentido de que é algo que é feito de forma mais ou menos automática e sem atenção (HOLLNAGEL; WOODS, 2006). Os primeiros trechos a seguir demonstram essas ações realizadas sem esforço. A princípio, manter o rumo também seria só que ao participante tentar colocar o navio para o rumo, teve dificuldade e então passa para o governo manual (*follow up*) como pode ser observado no exemplo anterior da camada *regulating*.

[...]Monitorando... botar na dual... vou continuar...vou aproximar mais[...](PARTICIPANTE 1)

[...]O exercício...velocidade 4.8,... dirigi o navio aqui para o meu rumo[...](PARTICIPANTE 1)

O participante 2, apesar de não relatar as características do navio, nem da área a ser navegada, e isso ser importante para uma boa configuração do sistema, ele fez as configurações, e, portanto, demonstrou atividades antecipatórias e voltadas ao traçado de objetivos, o que podemos considerar referentes a camada *targeting*, como podemos ver no extrato adiante.

[...]Ok, vamos verificar aqui...mais um ponto prático, chegando ao ponto do prático para entrar na baía de Guanabara. ...são 13hs horário UTC vamos iniciar aqui...tempo estimado 29 do 5 de 2015 13 horas e 53 minutos, desfocar a velocidade[...](PARTICIPANTE 2)

Esse participante também insere valores para posterior monitoramento de sub objetivos como a verificação da distância de perigos. Esse participante, além de configurar alguns valores para checagem automática pelo ECDIS de alguns perigos à navegação, também configura outra ferramenta disponível para a detecção de navios próximos, que possam oferecer riscos, o radar/ARPA, exemplo de atividades da camada *monitoring*, que pode ser observado pelos trechos:

[...]Verificando *set alarms*, vamos configurar os parâmetros de segurança, *safety contour Safety depht*, nosso calado é 14.5...vamos dar aqui um *safety contour* de 15 *safety deft* vamos manter 18 nós, 18 metros, *safety frame* está com 10m, 0,1 milhas[...](PARTICIPANTE 2).

[...]Checando AIS, AIS ligada, checando ARPA, habilitando ARPA A, ARPA B, habilitando ARPA...porém vamos usar o *relative motion* no radar[...](PARTICIPANTE 2).

Na camada *tracking*, vemos como exemplo o ajuste no rumo pelo piloto automático:

[...]Puxando aqui mais 1 grau para bombordo, vamos marcar os alvos no radar diminuindo a escala, vamos manter... a escala de 3.5 milhas no radar 3 milhas náuticas marcando aqui os alvos adquirindo os alvos[...](PARTICIPANTE 2).

E da camada *regulating* temos o uso do radar pelo participante, conforme extrato anterior para checagem da posição do navio em relação aos alvos (os navios próximos que podem oferecer riscos à navegação). E outro exemplo, situações que podem ocorrer, como o problema da agulha giroscópica, que faz com que o participante tenha que dedicar mais esforço para garantir que os objetivos sejam alcançados, conforme o extrato:

[...]Continuamos ai no rumo, um problema no giro, vamos passar para o modo manual para poder[...](PARTICIPANTE 2).

O participante 3 observa as características do navio e da área navegada, assim como o participante 1. Os outros se mostram muito preocupados com a configuração do sistema e esquecem que para configurar adequadamente o sistema é essencial conhecer bem o navio e suas características.

[...]Vou dar um zoom out...Ok, calado do meu navio é 14 metros... 14,5 é o calado que a gente está no momento... Então vou checar a profundidade que eu vou ter aqui na minha derrota...Velocidade já está 6.5 (seis, ponto, cinco)...Estou no piloto automático, rumo 289. No fundo eu estou com 298 também...O vento está vindo no meu bombordo[...] (PARTICIPANTE 3).

Esse participante demonstra uma ação antecipatória típica da camada *targeting* e insere os valores para posterior monitoramento de sub objetivos como a verificação da distância de perigos, que pela capacidade da ferramenta utilizada, o ECDIS, será feita automaticamente, exemplo da camada *monitoring*, que pode ser observado pelo trecho abaixo:

[...]Meu "Safety Contour" está 10(dez),... sendo que meu calado é 14,5.... Então eu vou aumentar esse "Safety Contour".... O "Shallow Contour" está 10(dez), ok[...] (PARTICIPANTE 3)

Como representação da camada *regulating*, podemos observar os trechos a seguir:

[...]Já estou com o meu rumo no fundo 300... E... Tô 8° (oito graus) fora... O meu leme não está respondendo[...] (PARTICIPANTE 3)

Esse navegador expressa bastantes verificações dos alarmes que o sistema dá e também observa os outros navios na área. Muitos desses alarmes não mereciam a sua atenção, como exemplo, o erro do horário fornecido pelo sistema, principalmente porque tinham problemas graves ocorrendo. Ela também visualiza outros problemas, mas não exerce a função de filtrar corretamente (para não dar importância a esses avisos).

[...]Tá tendo um alarme...do AIS. Tá dando problema...Vou botar para o piloto automático. Para eu poder...visualizar esse erro aqui. Tô com probl...alarme no piloto automático...Tô tendo "AIS call warning" [...] (PARTICIPANTE 3).

[...]Tô tendo aqui alarmes... Que eu... sensor tempo primário[...]. (PARTICIPANTE 3).

Na camada *tracking*, temos o início de várias atividades, como a manutenção da velocidade e do rumo. Mas, pelas dificuldades encontradas pelo participante, seja por dar muita importância a problemas menores ou por criar problemas por não conseguir

utilizar corretamente as ferramentas do sistema, essas atividades exigiram mais atenção e esforço e passam então a ser melhor representadas pela camada *regulating*. Outra questão observada, é que dedicar muita atenção a essas tarefas mais simples pode ter atrapalhado a observação dos problemas maiores inseridos no exercício. Outra possibilidade é que ao enfrentar esses problemas menores, o participante pode ter feito uma reconsideração do objetivo de entrar em águas rasas, e aí então, com essa mudança de contexto, a observação de perigos à navegação não era mais necessária já que o participante não pretendia mais chegar ao ponto onde estava o problema, conforme o trecho abaixo:

[...]Eu tô tendo muita dificuldade ... De manter... Vou aumentar a máquina...Não, não vai dar!...Vou continuar indo para boreste. Vou sair de barra[...] (PARTICIPANTE 3).

Outro exemplo de problema enfrentado pelo participante é que ele acha que o navio não está guinando, mas na verdade ela estava tentando manobrar manualmente, mas o comando estava pelo piloto automático:

[...]Eu tô no Auto[...] (PARTICIPANTE 3).

Na terceira parte do exercício o participante não entende o problema com a giro. Observando suas falas, vemos que ele viu sinais do problema, mas aparentemente não entendeu esses sinais (alarme, rumo diferente, problema no sensor de aproamento):

[...]Não dá! Tô tendo alarme aqui...Meu rumo tá muito diferente...Eu tô perdendo o sensor primário[...] (PARTICIPANTE 3).

Podemos deduzir que a importância dada por ele a dados não relevantes (alarme de hora), além da ação errada (dando leme quando o navio estava no piloto automático) geram problemas nas ações. Os dois principais fatores em relação a análise e a interpretação de eventos, são treinamento insuficiente e falta de experiência, e um incompleto ou parcial entendimento leva a problemas em selecionar às ações apropriadas (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

O participante 4 não relata observar características do navio, nem da área, o que pode dificultar uma configuração apropriada de acordo com o objetivo pretendido, típico da camada *targeting* e a antecipação de problemas. Mas, realiza a configuração do sistema para garantir o monitoramento automático dos perigos pelo ECDIS, como pode ser observado pelo extrato:

[...]Deixa eu ver esse *spot sound*, quantos metros eu vou colocar, profundidade, tá bom, meu calado mede 14 metros... 14 metros? Vou colocar profundidade de 30 metros pra enxergar nessa entrada. Uhum... Os alarmes habilitados, *monitoring*, *safety* alarmes[...] (PARTICIPANTE 4).

Na camada *tracking*, as atividades de manutenção de velocidade e rumo:

[...]Bom, dei máquina adiante, pra botar o navio de proa pra, pro rumo, da carta, com a preocupação de manter a velocidade no máximo 7 nos, então temos que cair bem pra pra boreste aqui[...] (PARTICIPANTE 4).

Mas, com as dificuldades encontradas, a atividade passa a ser melhor representada pela camada *regulating*.

[...]Colocar o barco na, no manual, ele estava no piloto automático e eu não prestei atenção, tá vendo. Botar ele no no manual, ok... O navio tá com uma tendência de proa pra boreste muito grande... o leme tá todo a bombordo, quer dizer, ele continua derivando pra boreste, quebrou a guinada, GPS deu fora agora, vamo lá[...] (PARTICIPANTE 4).

O aluno relata que a tela fica pulando, aparentemente o nervosismo do aluno o faz clicar em lugares errados, e não percebe. O aluno tenta também governar no manual (estando no piloto automático). De acordo com suas falas, ele resolve alterar o objetivo do exercício em alguns momentos por causa dos problemas enfrentados. Com isso, o contexto e a situação mudam, e, portanto, não seria mais necessária a identificação dos eventos inseridos no exercício, ou então, não com a mesma importância.

[...]Vou perder muito tempo, mas eu não quis arriscar entrar com esse navio não... Tô saindo de novo de barra... tentando voltar aqui, fazendo o giro por bombordo[...] (PARTICIPANTE 4).

Os objetivos de cada camada de controle também podem ser suspensos temporariamente. Um exemplo é que um objetivo de nível superior é suspenso para poder se concentrar em um nível mais baixo, como no exemplo citado anteriormente, em que o navegador desiste temporariamente de qualquer tentativa de entrar em águas restritas para poder concentrar-se na condução, e identificar onde o navio está (sua posição). Ou então, para não precisar se preocupar com as metas das camadas *tracking* ou *regulating*, opta em levar o navio a uma área de fundeio, onde pode ficar parado em segurança, como fez o participante 1.

[...]Iria tentar fundeio mais próximo e nessa de fundeio verificaria antes de entrar essa questão do GPS[...] (PARTICIPANTE 1).

A perda de controle também pode ser entendida com a utilização desses modelos. No caso do COCOM, a utilização dos diferentes modos de controle, e como o controle pode ser perdido e recuperado, além de como os modos de controle afetam a qualidade da performance. No ECOM, o grau de controle pode ainda ser considerado relativo as suas camadas. Na camada *tracking* apesar de eventos externos poderem interferir, não podemos falar em perda de controle. Por exemplo, mesmo que um navegador, para evitar um abalroamento manobra em estado de pânico, continue manobrando, podendo ainda melhorar sua manobra. Nas outras camadas, o controle pode ser claramente perdido, levando à degradação do desempenho. A perda de controle é fortemente uma questão de perder ou selecionar objetivos, ou ainda, critérios inapropriados (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

O ECOM não implica que haja ciclos simultâneos como tal, mas sim que a formulação de objetivos seja descrita em várias camadas, ou seja, uma simultaneidade ou concordância de metas e intenções. Em termos de desempenho humano, só é possível fazer duas coisas ao mesmo tempo se uma delas estiver na camada de rastreamento, ou seja, se for automatizada e desatendida. A capacidade aparente de fazer várias coisas ao mesmo tempo é bastante devida à capacidade de alternar ou compartilhar entre objetivos de forma eficiente. O ECOM descreve assim a relação entre múltiplas camadas de objetivos, e não entre múltiplas camadas de ação como tal (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

7.3 Entrevistas com participantes

As entrevistas com os participantes do experimento foram baseadas na técnica CDM e tiveram como objetivo principal confirmar as análises realizadas, além de aprofundar o entendimento do processo mental percorrido pelos operadores na realização da tarefa. Como já foi abordado no capítulo 4, a entrevista baseada na técnica CDM busca extrair informações sobre as funções cognitivas (CRANDALL et al., 2006).

Uma linha de tempo simples foi utilizada para orientar o participante em relação aos acontecimentos. Os pontos selecionados foram inseridos em ordem cronológica e foram inseridos trechos do próprio processo *Think Aloud* dos participantes. Assim, os

objetivos da primeira e segunda fase da técnica já tinham sido alcançados, que é a identificar o incidente, no caso da primeira, e identificar a linha de tempo, no caso da segunda fase (CRANDALL et al., 2006).

Então, o objetivo das entrevistas nesta etapa do estudo era o aprofundamento no incidente, que seria o objetivo da terceira fase da entrevista CDM. Também foram feitas perguntas relacionadas à última fase da técnica, as perguntas “e se”. Neste momento, já sabíamos o que aconteceu e o que foi feito, em razão da simulação, mas foi necessário saber o que os participantes sabiam, quando ficaram sabendo, como eles sabiam e o que eles fizeram com o que sabiam.

Com as perguntas sobre o porquê de os participantes tomarem determinadas decisões foi possível descobrir suas preocupações com o evento ocorrido, seus julgamentos sobre as opções de ações disponíveis. Portanto, foi possível compreender melhor o processo de tomada de decisão pelo operador, como pode ser visto no relato do participante 4.

[...]A navegação que eu acho, a navegação que é a mais certa que é no visual, com aquilo que eu tava enxergando. Eu naveguei quando eu era praticante, com um comandante que dizia: “olha, esses equipamentos, eles são auxiliares a navegação, a parte mais importante é você olhar o visual, aquilo que tá acontecendo. Então, a minha preocupação era não encalhar, não bater e fazer uma coisa que fosse, fosse causar dano[...] (PARTICIPANTE 4).

[...]Naquele momento eu tive uma perda do sinal do GPS que me fez ficar meio inseguro com relação à navegação que eu estava realizando, né e ...eu resolvi fazer essas marcações em terra pra ter certeza daonde eu estava certo[...] (PARTICIPANTE 2).

Ao ser questionado sobre dificuldades durante a realização da tarefa, foi possível entender quais foram as causas para o participante não detectar o problema, como pode ser visto no relato do participante. Nessa situação, o evento era uma derrota inapropriada, justamente pela questão de passar em área com profundidade menor que o calado, o que não foi percebido pelo participante pela dificuldade na configuração do sistema.

[...]Eu tive dificuldade de cumprir todos os tópicos, de fazer todas as verificações, até porque pra mim, era algo que é novo...era novo pra mim, então, eu me perdia, em algumas coisas, configuração de profundidade, saber que profundidade tá, em relação ao calado, tanto é que eu mudei, foi, foi a dificuldade de...não sei se é...de configurar[...] (PARTICIPANTE 4).

A fase de aprofundamento busca as percepções, expectativas, objetivos, julgamentos, confusões e incertezas do participante sobre o incidente. Sobre o que ele ou ela estava preocupado? Quais outras opções ele ou ela considerou ao tomar decisões? Qual informação ele ou ela precisa e como ele conseguiu? As perguntas do método de decisão crítica são usadas para aprofundar a compreensão do evento, e para construir um entendimento abrangente, detalhado e contextualizado do incidente do ponto de vista do tomador de decisão (CRANDALL et al., 2006).

Com as perguntas em que o entrevistador tenta fazer o entrevistado avaliar outras opções, conseguimos perceber a experiência e o conhecimento do operador, assim como a interferência desses fatores no processo de tomada de decisões, como podemos ver nos relatos a seguir:

[...]Eu acho muito difícil, principalmente numa situação dessa, de entrada de barra, navegando pra entrar no porto, você quer configurar novamente o equipamento pra você trabalhar com ele. A partir dali é tudo no manual, é o marinheiro no timão e você ali dando as coordenadas, as ordens do leme, ó, vamos pra cá e olhando o ecobatímetro pra você ver a profundidade, o odômetro, pra você ver a velocidade e aí você vai...vai trabalhar com os equipamentos individualmente, você não vai trabalhar com eles interligados, você vai olhar, porque mesmo que eles estejam interligados, tem lá o ecobatímetro, tem lá o odômetro, você vai trabalhar a navegação de Cabral, é o que a gente fazia antes de ter isso tudo, então eu acredito que, se a pessoa...ela...continuasse a tentar ali configurar o equipamento, pra navegar...é..., por mais que ...ela não é uma pessoa experiente, eu acho até que é uma pessoa insegura, porque ela vai estar navegando com algo que...que é inseguro, que não é confiável, né...então, para mim, a melhor maneira de se navegar é você ter o radar na sua mão e você só ver um radar que funcione corretamente e você a partir dali vai ter uma ideia do que tem na carta náutica, seja ela, eletrônica ou não, e aí você vai navegar, eu gosto de navegar assim, eu me sinto seguro assim. Só o equipamento, a gente fica meio que vulnerável[...](PARTICIPANTE 4).

[...]Então, comecei a trabalhar o visual e é o que a gente faz aqui na bacia, a gente trabalha...é questão de sentimento, do *feeling*, você trabalhar o visual, se você tá percebendo...botei todo leme a bombordo e tá caindo a boreste, então a gente tá derivando para terra, a gente então tem que fazer uma mudança. Aí você sai de toda a teoria, sai do ECDIS e vai pro manual, entendeu? Eu acho que o importante é esse, o ECDIS ou qualquer outro equipamento que venha a auxiliar a gente, ele vai ser bom até o ponto que ele não deu fora, não deu problema, porque a partir daí, você esquece tudo e vai pro manual, aquilo que você tá vendo e aí você vai perceber se você tá derivando pra um bordo, essa sensibilidade, eu acho muito importante, e assim, eu graças a Deus eu tenha essa facilidade de perceber o que o navio tá fazendo, isso me ajuda muito nas manobras lá, então quando

...você começa a perceber isso, você consegue navegar no visual, ou ...se for a noite, se tem dificuldade ir pro radar, você consegue fazer isso[...] (PARTICIPANTE 4).

[...] Quando navegava no rio Amazonas, o comandante dizia assim...olha quero que naveguena entrada ali...antes de pegar o prático, de chegar a fazendinha, então, você na entrada até fazendinha você anda um pouquinho, algumas horas, e você ó...quero meia milha da margem, então a gente pegava lá, botava lá na tela do radar o VRM, meia milha, e ia tangenciando, aí se você percebia que tava entrando você saía, se tava saindo, ia entrando, então era a navegação, você não precisava se preocupar com nada, você não precisava nem olhar pro visual, a não ser se tivesse alvos, mas a noite, era a única maneira da gente navegar[...] (PARTICIPANTE 4).

[...]Então, eu...eu gosto de navegar assim, eu gosto de ver as coisas assim, auxiliar a gente utiliza, até o momento que você ...você perder a confiança dele, você vai pro visual, eu acho que foi isso, eu acho que eu parti pra isso, até porque eu não tinha muita...é ...firmeza, experiência, que eu tava muito tempo fora, então no visual eu me sentia mais seguro[...] (PARTICIPANTE 4).

[...]A dificuldade seria a questão do equipamento tá dando fora, então...o GPS, vários outros alarmes, então, com o equipamento dando vários alarmes assim, eu preferi sair pra ver o que tava acontecendo e depois entrar com segurança em águas restritas[...] (PARTICIPANTE 3).

[...]Nesse caso, uma entrada de barra, entrada, você tem o visual, você pode navegar pelo visual né .. e a marcação em terra é pra você ter certeza do seu posicionamento. Mas no caso ai, é...não me recordo novamente, durante o dia ou se era durante a noite, acho que era durante o dia né...eu tô tendo uma visão, to no visual ali, to vendo a embarcação pra onde ela está navegando, então pra mim ali ta tranquilo dava pra navegar com uma certa segurança[...] (PARTICIPANTE 2).

[...]Normalmente a gente tem algumas maneiras pra você fazer a correção...no problema de erro de giro, né...se for erro de giro. A gente tem a ferramenta de colocar um...uma correção...uma correção em cima disso aí...mas...no caso...eu corriji no visual. Na realidade eu não coloquei nenhum tipo de correção no equipamento, no caso no ECDIS né, não coloquei nessa ferramenta, não usei nesse tipo de ferramenta. Foi realmente no visual que eu corriji o meu aproamento[...] (PARTICIPANTE 2).

As perguntas da fase final “e se” foram uma oportunidade para completar a visão do entrevistador sobre a experiência, habilidade e conhecimento do participante (CRANDALL et al., 2006). Como pudemos observar, a identificação, interpretação e análise dos eventos, bem como o processo de tomada de decisão, têm relação com o conhecimento sobre o sistema (como pode ser visto no primeiro trecho destacado adiante), a experiência do operador (como podemos ver pelo segundo e terceiro trecho,

onde as diferenças de experiências levam a decisões diferentes), o tempo disponível e a complexidade da interface. Além desses fatores, o treinamento também tem grande peso no sucesso desses processos.

[...]Eu tive dificuldade de cumprir todos os tópicos, de fazer todas as verificações, até porque pra mim, era algo que é novo...era novo pra mim, então, eu me perdia, em algumas coisas, configuração de profundidade, saber que profundidade tá, em relação ao calado, tanto é que eu mudei, foi, foi a dificuldade de...não sei se é...de configurar[...]
(PARTICIPANTE 4)

[...]Sim. É na hora que a gente tava quase chegando no *waypoint* final, eu percebi que o GPS tava dando fora, é...aí eu fui checar se o secundário, na realidade isso já deveria ter sido checado antes, né mas eu dei mole nessa questão, e tava...vi que o secundário também tava, então assim... eu tinha que fazer uma posição estimada pra saber onde que eu estava, como o GPS deu fora eu não tinha como saber onde eu, onde o navio estava, né, a posição correta, então eu fiz a aproximação...a posição aproximada e com a questão de reduzir máquina, é a questão de, eu não sei pra onde que estou indo, então pelo menos eu vou mais devagar e vou ver a minha posição pra poder ir pra águas seguras, pra questão de sair dali, sem GPS realmente fica muito complicado, né...fazer a navegação, sem saber a sua posição[...]
(PARTICIPANTE 3)

[...]Então, comecei a trabalhar o visual e é o que a gente faz aqui na bacia, a gente trabalha...é questão de sentimento, do feeling, você trabalhar o visual, se você tá percebendo...botei todo leme a bombordo e tá caindo a boreste, então a gente tá derivando para terra, a gente então tem que fazer uma mudança. Aí você sai de toda a teoria, sai do ECDIS e vai pro manual, entendeu?[...]
(PARTICIPANTE 4).

As deficiências na avaliação e interpretação de eventos podem levar a uma compreensão incompleta ou parcial da situação, o que leva a problemas na escolha de ações apropriadas. Mesmo que uma condição possa ser reconhecida, pode ser impossível manter uma compreensão correta se o tempo ou o conhecimento forem escassos. A implementação de uma ação pode estar incompleta ou incorreta, levando a resultados inesperados, se a interface for difícil de usar (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

Essas deficiências podem ser diminuídas com um maior tempo disponível para análise da situação e isso pode ser conseguido com a utilização apropriada do sistema, que reúne as informações necessárias numa única tela, como já foi abordado no capítulo 2. Com relação ao conhecimento necessário pode ser obtido com treinamento adequado, com experiência na navegação em geral e na navegação com o ECDIS. Além disso, a importância de conscientização do operador dos erros do sistema e da necessidade de

estar sempre atento e checando as informações exibidas no mesmo. Esses fatores que interferem no desempenho do sistema cognitivo são também citados na entrevista com o participante 1, quando questionado sobre o que considera importante para ter conseguido detectar todos os eventos críticos inseridos no exercício e que pode ser observado no extrato:

Bem, o mais importante é no caso, a nossa percepção de experiências náuticas, que é uma coisa importante no nosso dia-a-dia, o tempo de formado. Outra coisa foi aula, a instrução da aula, que fez a gente perceber, de avaliar sempre os erros, as correções, a instrução foi muito bem feita disso. E, aquele ponto, você precisa estar alerta das situações, a alarme, ao indicar lá, você tem que verificar na hora, não só resetar, você tem que verificar item por item, isso foi uma coisa instruída dentro do curso de ecdis, muito bem feito pela instrutora[...] (PARTICIPANTE 1).

7.4 Discussão

A análise da CS pelo questionário SAGAT foi possível pelo evento crítico da agulha giroscópica e os níveis alcançados pelos participantes foram baixos se considerarmos os valores encontrados na literatura pertinente. A análise da CS pelo questionário SAGAT fornece uma boa oportunidade de obtenção de dados quantitativos, mas não é apropriada para a compreensão do funcionamento do sistema cognitivo e nem uma visão completa do desempenho do sistema, pois a CS não é estática e o momento certo para aplicação do questionário pode não ter necessariamente relação com o intervalo certo de tempo para o operador identificar as pistas do ambiente, interpretar essas pistas e ser capaz de projetar o estado futuro do sistema.

A análise da CS pelo processo *Think Aloud* encontrou resultados semelhantes ao do questionário SAGAT. Apesar da análise da CS pelo protocolo verbal captado compreender um intervalo de tempo maior para que o operador desenvolvesse maiores níveis, ainda assim não considerava o contexto da situação e os objetivos do operador.

A análise somente pela CS não nos daria uma visão completa do funcionamento real do sistema já que não consideraria o contexto e os objetivos do operador. Durante a realização da tarefa do simulado, cada participante teve um senso diferenciado do que estava enfrentando, pois suas experiências e seus conhecimentos interferiam no contexto do que estava sendo experimentado, e, portanto geraram consequências distintas para cada um dos participantes.

Além disso, como o contexto vivenciado por cada um não pode ser considerado numa análise e medição de CS, uma medição de pouca CS a um relativo evento X não necessariamente reflete um baixo controle do processo, ou no caso da navegação, em segurança. Um exemplo disso é o caso de alteração de objetivos durante a realização da tarefa, se consideramos o primeiro evento crítico do simulado, a derrota inapropriada traçada na carta. Caso o navegador, durante o exercício, decidisse alterar seu objetivo de continuar a navegação, de sair de águas profundas e entrar em águas rasas com destino ao porto, ter consciência de que a derrota poderia causar um acidente não seria mais determinante, já que ele não passaria mais por ela. Por diferentes motivos os participantes que não alcançaram altos níveis de CS em relação a esse evento, vivenciaram isso, como pode ser observado nas respostas das entrevistas a seguir, quando questionados se em algum momento decidiram alterar o objetivo de entrar.

[...]Acabei tendo de alterar devido as circunstâncias. Eu tava com o leme todo a bombordo e o vento tava entrando por bombordo e eu cada vez mais caindo pra boreste e isso tava me levando pra fora do rumo...Aí vai entrar a questão da sensibilidade, eu percebi isso, ó...não dá não, o navio pesado, e o vento aumentou, então ele tava entrando pela amura de...de bombordo e eu não tava conseguindo guinar..., manter a proa, pra bombordo, mesmo com leme todo a bombordo com a velocidade 7 nós ele tava caindo pra boreste[...](PARTICIPANTE 4).

[...]Eu só alterei mesmo no final a nossa rota por questão do GPS, estar chegando no ponto do práctico e o GPS ter dado fora. Então, essa foi uma questão que, eu achei que por questão de segurança, era melhor sair dessa área mais restrita[...](PARTICIPANTE 3).

Os modelos ECOM e COCOM consideram o contexto e os objetivos do operador. Com a utilização desses modelos para a análise do processo cognitivo seguido pelos participantes na realização das tarefas, percebemos que, mesmo com as dificuldades enfrentadas, que geraram alterações em determinadas camadas do modelo, o controle foi mantido por algumas mudanças no processo.

Um exemplo disso foi quando houve alteração do objetivo. Para alguns participantes, a desistência de prosseguir com a viagem como havia sido previamente planejada e aguardar em águas seguras. Para outros participantes, a decisão de alterar o modo de navegação pelo ECDIS, e utilizar meios alternativos, como a navegação visual com

utilização do radar, possível, pela proximidade da costa e de pontos de referência, além da boa visibilidade e da navegação no período diurno. Estes participantes se consideraram experientes para esse modo de navegar nas entrevistas realizadas e os extratos constam no item 7.3.

Ainda de acordo com o exemplo acima, ao analisar o navegador e o sistema ECDIS durante a navegação e a CS, pudemos observar nos itens anteriores que, em relação ao evento crítico inserido no exercício, o erro no aproamento oriundo da agulha giroscópica, a maioria dos participantes identificou esse evento, mas somente um participante compreendeu o efeito desse evento. Este foi resultado, da análise quantitativa realizada pelo enquadramento em níveis de CS (ENDSLEY, 1995) pelo processo *think aloud* dos participantes de acordo com o item 7.1.3.

Conforme apresentado no item 7.1.2, o resultado medido pelo questionário SAGAT foi de 41% global de CS. A média de consciência situacional no nível 1 foi de 45%. No nível 2 foi de 36% e no nível 3 a média atingida foi 36%.

Essa análise preliminar poderia nos levar a concluir que o sistema cognitivo compartilhado teria perdido o controle do sistema por não ter alcançado todos os níveis da CS em relação a esse evento.

Mas, utilizando o modelo ECOM, ao enquadrar o desempenho do sistema em camadas, observamos que o último tipo de ações ocorre na camada *targeting*, e um tipo óbvio de atividade dessa camada é o estabelecimento do destino (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

Os objetivos de cada camada podem ser temporariamente suspensos, como por exemplo, desistindo temporariamente de chegar a uma localização para poder se concentrar em dirigir e identificar onde está (HOLLNAGEL; WOODS, 2006). Exemplos do que foi explicado puderam ser vistos nos extratos nos processos *think aloud* dos participantes e constam no item 7.2. Ou seja, apesar de a maioria dos participantes não terem compreendido o problema que estava acontecendo, eles foram capazes de compreender que alguma coisa estava errada e adotaram alguma ação para manter a embarcação em segurança, como as dos extratos a seguir:

[...]Então, comecei a trabalhar o visual e é o que a gente faz aqui na bacia, a gente trabalha...é questão de sentimento, do feeling, você trabalhar o visual, se você tá percebendo....botei todo leme a

bombordo e tá caindo a boreste, então a gente tá derivando para terra, a gente então tem que fazer uma mudança. Aí você sai de toda a teoria, sai do ECDIS e vai pro manual, entendeu?[...] (PARTICIPANTE 4).

[...]A dificuldade seria a questão do equipamento tá dando fora, então...o GPS, vários outros alarmes, então, com o equipamento dando vários alarmes assim, eu preferi sair pra ver o que tava acontecendo e depois entrar com segurança em águas restritas[...] (PARTICIPANTE 3).

Os resultados aqui alcançados sugerem que uma abordagem com modelos funcionais cognitivos tem maior aprofundamento qualitativo e seriam mais apropriados para o ambiente navegacional dos navios. Ou seja, para analisar o sistema cognitivo compartilhado entre o navegador e o sistema ECDIS durante a navegação, a utilização dos modelos de controle COCOM/ECOM nos fornece dados qualitativos necessários para um melhor entendimento do funcionamento desse sistema cognitivo, já que além de considerar a CS, também fornece as diferentes camadas de desempenho e os diferentes modos de controle em que esse sistema pode funcionar.

7.5 Limitações do estudo

É oportuno destacar que como a pesquisa foi realizada em ambiente controlado, algumas considerações devem ser feitas antes de comparar com as ações do “mundo real”. O simulado foi aplicado em uma só instituição e alguns participantes não tinham experiência prévia com o sistema utilizado, e isto pode ser considerado uma limitação da pesquisa. O experimento foi conduzido com apenas um tipo de ECDIS, ou seja, de um mesmo fabricante, e podem existir diferenças consideráveis entre ECDIS de fabricantes. Em relação aos questionários, as perguntas selecionadas podem interferir no resultado encontrado. Além disso, os participantes estavam na mesma sala, o que pode facilitar a troca de informações.

Pelo exposto anteriormente, para próximos estudos sugere-se aplicar o simulado em diferentes instituições de ensino, de diferentes países, com diferentes fabricantes de ECDIS. O local de aplicação do simulado deve dificultar a troca de informações entre os participantes. Também é importante a presença de mais de um pesquisador para garantir uma boa coleta de dados.

Apesar de aumentar a compreensão do desempenho do sistema cognitivo compartilhado navegador (homem) utilizando ECDIS (máquina) para navegação, esse estudo

apresentou um início da utilização dos conceitos de ER e de modelos funcionais com o propósito de compreender a complexidade da navegação com ECDIS, e tal finalidade foi atendida.

8 CONCLUSÃO

O ECDIS é uma prótese que busca aumentar a capacidade do operador ao disponibilizar informações de vários sensores em uma só tela, avisando de problemas, com alarmes, avisos, sinais, e uma ferramenta capaz de ampliar as capacidades cognitivas e físicas do operador, selecionando o que é relevante e interpretando as pistas do ambiente quanto à normalidade ou anormalidade. A utilidade dessas funções do artefato vai depender de alguns fatores, como o conhecimento e experiência do navegador (HOLLNAGEL; WOODS, 2006; BECKER-HEINS, 2014).

O oficial de quarto de serviço deve sempre estar atento a como o ECDIS está funcionando realmente, a respeito da precisão e confiabilidade. Isso exige uma ciência das deficiências e dos riscos do sistema em geral e de seus componentes. Deve-se reconhecer que a qualidade da soma das informações depende essencialmente da confiabilidade de cada componente do dado e da tecnologia. Da mesma maneira que qualquer sistema, um ECDIS não é infalível. Ele possui algumas deficiências existentes em qualquer aparelho técnico. O uso do ECDIS não libera o oficial do quarto de sua tarefa de utilizar todos os meios disponíveis. O ECDIS é uma única unidade que consolida os diversos sensores e carta náutica. Qualquer erro em um sensor, na carta ou do próprio ECDIS pode levar a uma situação perigosa. O Oficial de Quarto de Serviço deve, portanto, realizar verificações regulares de todos os sensores conectados, do ECDIS Backup e utilizar a visão e a audição, assim como os meios disponíveis para determinar a posição e andamento da embarcação. A mudança da navegação com base em carta em papel para ECDIS é uma grande evolução (IMO, 2006; TRANSAS, 2012). A função principal do sistema é aumentar a segurança da navegação (IMO,2006). Mesmo assim, acidentes relacionados a utilização desse sistema estão acontecendo (MAIB, 2008;2011;2013). A indústria de navegação deve, portanto, permanecer humilde, investigar os acidentes e os quase acidentes, devidamente, e cooperar de perto com os projetos de pesquisa e estudos, prontos para mudar o treinamento, projeto de equipamentos e procedimentos, se necessário. Cada oficial ou o Comandante deve se

comprometer totalmente com a nova tecnologia e aceitar todos os benefícios, mantendo ainda um pouco de ceticismo. Durante o planejamento e a navegação deve-se sempre permanecer focado no objetivo geral de melhorar a segurança, fazendo uso de todos os meios disponíveis.

A motivação para a inserção de mais automação nos ambientes de trabalho normalmente é a melhora da qualidade do serviço, mais segurança, mas os benefícios em uma área podem causar problemas em outra. O excesso de confiança nos equipamentos, a dificuldade de uso da ferramenta, o aumento da complexidade da tarefa, como acontece com a troca da navegação com o uso de cartas de papel pela navegação com o ECDIS são alguns efeitos colaterais da modernização dos passadiços do navio e do método para navegação (WEINTRIT; STAWICKI, 2008). É complicado, porque o que era para ser mais fácil para o usuário, no caso do ECDIS dar mais tempo para analisar as informações que podem estar em uma só tela e agir, com as checagens que o operador tem que fazer constantemente, o tempo ganho, depois é preenchido com novas tarefas levando o sistema ao limite novamente (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

Apesar dos benefícios do uso da automação, existem os efeitos colaterais, que não se limitam ao momento, mas podem chegar até o futuro. Os efeitos podem ser transitórios, como variações na carga de trabalho ou na complexidade da tarefa, ou podem ser de curto prazo, como efeitos sobre a CS ou a fadiga. No entanto, eles podem ser de médio a longo prazo, como confiança, autoconfiança e o nível de habilidades. Embora o projeto da automação tenha em sua maioria considerado os efeitos transitórios ou a curto prazo, é claramente necessário considerar as consequências ao longo de um período de tempo mais longo (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

A análise da CS do navegador utilizando ECDIS no exercício simulado mostrou que baixos níveis foram alcançados em relação aos eventos críticos inseridos. A utilização de modelos de controle funcionais, que consideraram o contexto e os objetivos do operador demonstrou que houve alteração de objetivos durante o simulado o que acarretou numa diminuição do grau de importância dos eventos inseridos e que, portanto, apesar dos baixos níveis medidos de acordo com a Teoria de Endsley, os operadores ainda estavam no controle do sistema e portanto, estavam realizando uma navegação segura.

O oficial de quarto de serviço deve se manter atento para evitar acidentes. Para isso, deve manter a CS. Para estudar a CS é essencial incluir todos os elementos do sistema controlado. A utilização de apenas o modelo mental do operador para avaliar a CS é limitada. A alternativa para essa análise é a utilização dos modelos cognitivos COCOM e ECOM com uma abordagem que liga as situações às ações, entendimento, planejamento e objetivos do operador. A CS e o controle do sistema estão ligados. A utilização das duas abordagens pôde nos ajudar a entender o processo cognitivo do operador durante a realização da tarefa. A interação entre o operador e o ECDIS interfere na CS do operador é essencial para manter o controle do sistema, e, portanto, navegar em segurança. O sistema cognitivo conjunto homem-máquina deve ser estudado no contexto em que se insere para entender como o homem lida com a complexidade, consegue realizar as tarefas e atinge seus objetivos. Esse entendimento pode ajudar a construir ferramentas mais adequadas aos usuários, além de mais eficazes e com menos efeitos colaterais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASYALI, Ender. "The Role of ECDIS in Improving Situation Awareness". **The 13th Annual General Assembly of the IAMU Expanding Frontiers - Challenges and Opportunities in Maritime Education and Training**. 2012.

ALLIANZ GLOBAL CORPORATE & SPECIALTY(AGCS). **Safety and Shipping Review** 2014. Disponível em: <<http://www.agcs.allianz.com/assets/PDFs/Reports/Shipping-Review-2014.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2017.

BECKER-HEINS, Ralph. **ECDIS: BASICS A guide to the operational use of ECDIS**. Geomares Publishing, 2014.

BEDNY, G.; MEISTER, D. "Theory of activity and situation awareness". **International Journal of Cognitive Ergonomics**, 3(1), p. 63-72, 1999.

BERGSTRÖM, J., DAHLSTRÖM, N., VAN-WINSEN, R., LÜTZHÖFT, M., NYCE, J., & DEKKER, S. **Rule and role retreat: an empirical study of procedures and resilience**. Journal of Maritime Research, 6(3), 41-58. 2009.

COMMITTEE ON SHIP-BRIDGE SIMULATION TRAINING MARINE BOARD COMMISSION ON ENGINEERING AND TECHNICAL SYSTEMS NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Simulated Voyages: Using Simulation Technology to Train and License Mariners**. Washington, 1996.

CRANDALL, B.; KLEIN, G.; HOFFMAN, R. **Working Minds: a Practitioners Guide to Cognitive Task Analysis**. The MIT Press, 2006.

DEKKER, S. **The field guide to human error investigations**. Aldershot, UK: Ashgate, 2002.

ENDSLEY, M. R. "Toward a theory of situation awareness in dynamic systems." **Human Factors**, 37, p. 32-64, 1995.

ENDSLEY M. R.; JONES W. M. **Situation awareness, information dominance, and information warfare**. Tech Report 97-01. Belmont, MA: Endsley Consulting 1997.

ENDSLEY M. R.; BOLTÉ B.; JONES D. G. "**Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design**". New York: Taylor and Francis, 2003. From Endsley M. R. and Connors E. S. "Situation Awareness: State of the Art", IEEE Power and Energy Society General Meeting - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, IEEE 20-24 July (2008).

GRECH, M. R.; HORBERRY, T.; SMITH, A. "Human error in maritime operations: Analyses of accident reports using the Leximancer tool" Paper presented at the **46th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society**, Baltimore, MD, 2002.

HARTEL, C. E., Smith, K., & Prince, C. Defining aircrew coordination: Searching mishaps for meaning, **Sixth International Symposium on Aviation Psychology**. Columbus, OH. 1991.

HOFFMAN, R. R. **The problem of extracting the knowledge of experts from the perspective of experimental psychology**. AI Magazine, 8: p. 53-67, 1987.

HOFFMAN, R. R. et al. **Eliciting knowledge from experts: A methodological analysis**. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, 62(2): p. 129-158, 1995.

HOFFMAN, R. R.; LINTERN, G. Knowledge elicitation. **In: Cambridge handbook of expertise and expert performance**, edited by P. Feltovich and R. Hoffman. New York: Cambridge University Press, 2006.

HOLLNAGEL, E.; WOODS, D. D. **Cognitive Systems Engineering: New wine in new bottles**. Int. J. Man-Machine Studies, 18, p. 583-600, 1983.

HOLLNAGEL, E. Modelling the orderliness of human action. In: N. B. Sarter; R. Amalberti (Eds.), **Cognitive engineering in the aviation domain**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2000.

HOLLNAGEL, E. **Barriers and accident prevention**. Aldershot, UK: Ashgate, 2004.

HOLLNAGEL, E.; WOODS, D. D. **Joint cognitive systems foundations of cognitive systems engineering**. Boca Raton, 2005, FL, USA: CRC Press, Inc.

HOLLNAGEL, E.; WOODS, D. D.; LEVERSON, N. **Resilience Engineering: Concepts and precepts**, 2006. Farnham: Ashgate.

HOLLNAGEL, E. **The Four Basic Principles of the FRAM**, 2014.

IHDE, Don. **Technics and praxis**. Dordrecht, Holland: D. Reidel, 1979.

IHO. **Hydrographic dictionary** Part I Volume I, English Special Publication No. 32 (S-32) fifth edition Monaco, 1994.

IMO, 1974/1988. **Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar**. (SOLAS) 2014 edition.

IMO. MSC.1/Circ.1560. **Advice for parties, administrations, port state control authorities and recognized organizations on action to be taken in cases where not all seafarers carry certificates and endorsements meeting the 2010 manila amendments to the stcw convention and code from 1 january 2017**. London, 2016.

IMO. STCW.7/Circ.10. **Interim Guidance on Training and Assessment in the Operational Use of the Electronic Chart display and Information Systems (ECDIS) Simulators**. International Maritime Organization, London, 11 June, 2001.

IMO. STCW 7/Circ.18. **Electronic Chart Display and Information systems (ECDIS) Training**. London, 2012

IMO, 1995. **Resolution A 817(19) Performance Standards for Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)**. Adopted on 23 november 1995.

IMO, 2006. **Resolution MSC 232(82) Adoption of the revised Performance Standards for Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)**. Adopted on 5 december 2006.

IMO, 2011. **STCW Including 2010 Manila Amendments, 2011 edition**. (IMO Publishing, London, UK).

IMO, 2012. **Model course 1.27. Operational Use of Eletronic Chart Display and Information Systems (ECDIS) Edition**.

IMO. **IMO's contribution to sustainable maritime development**. Disponível em: <<http://www.imo.org/en/OurWork/TechnicalCooperation/Documents/Brochure/English.pdf>>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2017.

INTERNATIONAL TRANSPORT WORKERS FEDERATION (ITF). December 21, 2015. **Request for input on Trends, Developments and Challenges for IMO's strategic framework for 2018-2023.**

JENTSCH, F., BARNETT, J., BOWERS, C. A., & SALAS, E. **Who is flying this plane anyway? What mishaps tell us about crew member role assignment and air crew situation awareness.** *Human Factors*, 41(1), 1-14. 1999.

LEHFELD, N. A. de S., BARROS, A.de J. P. **Projeto de pesquisa: propostas metodológicas.** 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1991.

LÜTZHÖFT, M., SHERWOOD-JONES, B., EARTHY, J. V., & BERGQUIST, C. (2006). Making safety by tying the knot: Examining resilience in shipping. Paper presented at the **2nd Resilience Engineering International Symposium**, Sophia Antipolis, France, 8-10 November 2006.

MARINE ACCIDENT INVESTIGATION BRANCH (MAIB). **Report of investigation of the grounding of CFL Performer in Haisborough Sand, North Sea on 12 may 2008.**

MARINE ACCIDENT INVESTIGATION BRANCH(MAIB). **Report of investigation of the grounding of CSL Thames in the Sound of the Mull on 9 aug 2011.**

MARINE ACCIDENT INVESTIGATION BRANCH(MAIB). (2014). **Report of investigation of the grounding of Ovit, in Dover Strait on 18 set 2013.**

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** Petrópolis: Vozes, 2001.

MIGUENS, Altineu Pires. **Navegação: a ciência e a arte.** Volume I – Navegação estimada, costeira e em águas restritas. Marinha do Brasil, 1996.

NEISSER, Ulric. **Cognition and reality.** San Francisco: W. H. Freeman, 1976.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. **Marine Accident Report.** Grounding of the panamanian passenger ship royal majesty on rose and crown shoal near nantucket, Massachusetts. Washington D.C, 1995.

ONU. **Transporte marítimo e espinha dorsal da economia global diz onu em data especial**. 2016. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/transporte-maritimo-e-espinha-dorsal-da-economia-global-diz-onu-em-data-especial/>>. Acesso em: 23 fev. de 2017.

Øvergård, K.I., Sorensen L. J., Martinsen T. J., Nazir, S. Characteristics of Dynamic Positioning Operators' Situation Awareness and Decision Making during Critical Incidents in Maritime Operations. **Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE 2014**, Kraków, Poland 19-23 July 2014.

PRAETORIUS, Gesa. **Vessel Traffic Service (VTS): a maritime information service or traffic control system? Understanding everyday performance and resilience in a social-technical system under change**. Doctoral Thesis, Department of Shipping and Marine Technology, Chalmers University of Technology, Gothenburg, 2014.

REASON, J. T. **Human error**. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1990.

SALMON, P. et al. "Measuring Situation Awareness in complex systems: Comparison of measures study". **International Journal of Industrial Ergonomics**, v.39, n.3, p.490-500, 2009.

SCHRÖDER-HINRICHS, Jeans-Uwe et al. "Introducing the concept of resilience into maritime safety". **6th REA Symposium**, Lisbon, June, 2015.

STOPFORD, Martin. **Maritime Economics**. Second Edition, 1997.

TRANSAS MIP Ltda. **Multi-Functional Display**. Version 2.00.330. Functional Description. November, 2012.

UNITED KINGDOM HYDROGRAPHIC OFFICE. **Majority of global SOLAS fleet now ECDIS ready**. 2016. Disponível em: <<https://www.admiralty.co.uk/AdmiraltyPressReleasesLibrary/14062016%20Press%20Release%20Majority%20of%20global%20SOLAS%20fleet%20now%20ECDIS%20ready.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

VICENTE, Kim. J. **Cognitive work analysis: Towards safe, productive, and healthy computer-based work**. CRC Press, 1999.

VOSHELL, Martin Gregory. **Planning Support for Running Large Scale Exercises as Learning Laboratories.** Dissertation. USA, 2009.

WESTRENEN, Fulko Van; PRAETORIUS, Gesa. "Situation Awareness and Maritime Traffic: having awareness or being in control?" **Theoretical Issues in Ergonomics Science.** 2012.

WESTRENEN, F.V. **Modelling arrival control in a vessel traffic management system.** Cognition, Technology & Work, 16(4), 501-508. 2014.

WEINTRIT, Adam; STAWICKI, Krzysztof. Operational requirements for electronic chart display and information systems (ECDIS). Risk of overreliance on ECDIS. **Transport problems**, v. 3, n.2, p. 75-82, 2008.

WIENER, Earl L. Cockpit automation. In: E. L. Wiener & D. C. Nagel (Eds.), **Human factors in aviation**, 1988. San Diego, CA: Academic press.

WOODS, David D. et al. **Behind human error: Cognitive systems, computers and hindsight.** DAYTON UNIV RESEARCH INST (URDI) OH, 1994.

ANEXO I
QUESTIONÁRIO

NOME	
IDADE	
EXPERIÊNCIA DE EMBARQUE	
EXPERIÊNCIA COMO COMTE.	
EXPERIÊNCIA COM ECDIS	

Meu nome é Monique, sou professora do CIAGA. Também sou Oficial de Náutica, mas não embarco em navio mercante há muito tempo. Há quanto tempo você embarca?

No que você está trabalhando atualmente?

Estou fazendo mestrado em Engenharia Oceânica. Minha dissertação irá tratar da consciência situacional do navegador na operação do ECDIS. E eu preciso da sua ajuda para começar a escrever sobre isso.

Não estou aqui para avaliar seu trabalho, nem seu conhecimento. Eu estou aqui para aprender com você.

O objetivo dessa entrevista é buscar dados para a montagem de um exercício para alunos do curso para operador ECDIS e entender como avaliar esses oficiais quanto a terem adquirido competências necessárias.

Você se lembra de algum caso em que você e suas habilidades de navegador foram desafiadas? Conte sobre isso.

Algum caso com a utilização do ECDIS em especial? Conte sobre isso.

O que você fez? Você pode contar detalhes sobre esse caso?

Que conhecimento / habilidade foi necessária nesse caso?

Como você acha que podemos treinar novos operadores ECDIS para acelerar a eficiência deles?

ANEXO II**EXERCÍCIO****CURSO ESPECIAL PARA OPERADOR ECDIS****EXERCÍCIO NAVEGAÇÃO EM ÁGUAS RESTRITAS**

Proximidades Baía de Guanabara

EPOE

O navio mercante MARINER, petroleiro, a plena carga, encontra-se no rumo 289 graus com velocidade 5.7 nós, para entrar na Baía de Guanabara e atracar no terminal Almirante Tamandaré I, Píer Principal I, Berço Leste.

Data: 29/05/2015

Hora: 1300 UTC

Posição: 23 00.3 S, 043 05.9 W

Características do navio:

Comprimento: 235m

Boca: 42m

Calado: 14.5m

Deslocamento: 120750t

Velocidade máxima permitida: 7 nós

Você é oficial de quarto, assumindo o serviço.

Utilize todas as medidas necessárias de acordo com sua experiência e com o que aprendeu aqui no curso para utilização do ECDIS.

Pense alto e não chame a instrutora. Imagine-se sozinho no passadiço.

Nas pausas do exercício, responda as perguntas do questionário:

- questionário 1
- questionário 2
- questionário 3

Ao final do exercício será realizado um *debriefing*.

Objetivo do exercício: Navegar com segurança

Esse questionário é parte de um projeto de pesquisa para avaliar níveis de Consciência Situacional na utilização do ECDIS.

O objetivo não é avaliar seu trabalho, nem seu conhecimento. A intenção é aprender com você, buscando meios de melhorar a ferramenta e o treinamento.

Caso deseje maiores esclarecimentos, você pode entrar em contato com Monique Martins (email: monique250982@hotmail.com)

As respostas são voluntárias e anônimas, mas é muito importante que você responda todo o questionário de maneira franca.

Muito obrigada pela sua contribuição com o projeto!

QUESTIONÁRIO

NOME			
EMAIL			
UNIDADE ATUAL		IDADE	
EXPERIÊNCIA DE EMBARQUE		SEXO	
LICENÇA		TEMPO NA FUNÇÃO	
EXPERIÊNCIA COM ECDIS		TEMPO C ECDIS	

Exercício: Navegação em águas restritas – Questionário 1

Responda ao questionário conforme as informações que você tinha pelo equipamento durante o exercício.

Lembre-se que não é seu conhecimento que está sendo avaliado, e sim a utilização da ferramenta.

1) Havia algum problema na rota que estava sendo monitorada durante o exercício?
Qual? (nível 1)

- (a) Não observei.
- (b) Sim. Rota cruzando terra.
- (c) Sim. Rota cruzando profundidade menor que calado.
- (d) Não.

2) Havia algum problema com a configuração de segurança? Se positivo, qual?
(nível 1)

- (a) Não observei.
- (b) Sim. Contorno de Segurança (safety Contour).
- (c) Sim. Profundidade de Segurança (safety depth).
- (d) Não.

3) Qual a implicação disso em relação ao objetivo do exercício? (nível 2)

4) Se nada fosse feito, o que poderia acontecer? (nível 3)

Exercício: Navegação em águas restritas – Questionário 2

Responda ao questionário conforme as informações que você tinha pelo equipamento durante o exercício.

Lembre-se que não é seu conhecimento que está sendo avaliado, e sim a utilização da ferramenta.

- 1) Qual era a informação do sensor de posição? (nível 1)
 - (a) Não observei.
 - (b) GPS/DGPS.
 - (c) DR.
 - (d) NRA.
- 2) Para onde estava a deriva durante o exercício?(nível 1)
 - (a) Não observei.
 - (b) BE.
 - (c) BB.
 - (d) NRA.
- 3) Houve algum problema com a informação desse sensor? Se positivo, qual?
(nível 2)
 - (a) Não observei.
 - (b) Não.
 - (c) Sim. Posição com erro muito grande.
 - (d) Sim. Perda da posição pelo equipamento.
- 4) Qual a implicação disso em relação ao objetivo do exercício? (nível 2)

- 5) Se nada fosse feito, o que poderia acontecer? (nível 3)

Exercício: Navegação em águas restritas – Questionário 3

Responda ao questionário conforme as informações que você tinha pelo equipamento durante o exercício.

Lembre-se que não é seu conhecimento que está sendo avaliado, e sim a utilização da ferramenta.

1) Qual a origem da informação do sensor de aproamento ao longo do exercício?

(nível 1)

- (a) Não observei.
- (b) Agulha giroscópica.
- (c) Agulha magnética.
- (d) NRA

2) Houve algum problema com a informação desse sensor? Se positivo, qual?

(nível 2)

- (a) Não observei.
- (b) Não.
- (c) Sim. aproamento com erro muito grande.
- (d) Sim. Perda do aproamento pelo equipamento.

3) Qual a implicação disso em relação ao objetivo do exercício? (nível 2)

4) Se nada fosse feito, o que poderia acontecer? (nível 3)
