



APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA EM  
OPERAÇÕES MARÍTIMAS: ESTUDO DE CASO EM EXERCÍCIOS SIMULADOS DE  
ENTRADA NO PORTO

Marcelo Costa Alves

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  
Julho de 2017

APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA EM  
OPERAÇÕES MARÍTIMAS: ESTUDO DE CASO EM EXERCÍCIOS SIMULADOS DE  
ENTRADA NO PORTO

Marcelo Costa Alves

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. Paulo Victor Rodrigues Carvalho, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

JULHO DE 2017

Alves, Marcelo Costa

Aplicação dos conceitos de engenharia de resiliência em operações marítimas: Estudo de caso em exercícios simulados de entrada no porto/ Marcelo Costa Alves – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2017.

XI, 58 p.: il; 29,7 cm.

Orientadores: Floriano Carlos Martins Pires Júnior

José Orlando Gomes

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

Referências Bibliográficas: p. 53-54.

1. Engenharia de Resiliência. 2. Análise de Tarefas Cognitivas. 3. Simulação de manobra. I. Pires Júnior, Floriano Carlos Martins *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Oceânica. III. Título.

À minha amada esposa e aos meus  
três filhos: Bruna, Júlia e Nathan.

# Agradecimentos

Aos professores do Programa de Engenharia Naval e Oceânica, que me receberam no programa com entusiasmo e me deram a oportunidade de concluir esta etapa da vida acadêmica nesta instituição.

Ao meu orientador, Professor Floriano Carlos Martins Pires Júnior, por sua incomparável paciência em sempre me atender e se disponibilizar a ajudar com suas valiosas observações durante o estudo.

Ao meu coorientador, Professor José Orlando Gomes, por ter sido sempre tão generoso em se disponibilizar para orientações técnicas sobre o assunto.

Aos participantes da pesquisa que dispuseram de seu tempo e passaram suas experiências para contribuir na confecção deste trabalho.

E, finalmente, à minha amorosa família e meus amigos, agradeço pela confiança que sempre em mim depositaram, me estimulando a dar o melhor. Mãe, incansável em nos colocar no caminho dos nossos próprios sonhos, pai, amigo e exemplo de caráter, irmã, por todo o exemplo e por sua amizade, Bruna, Júlia e Nathan, filhos queridos, por toda força que vocês me incentivaram a ter, pelo simples fato de existirem, minha amada esposa, por sua paciência e compreensão durante os árduos momentos que enfrentamos durante a elaboração deste trabalho.

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

APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA EM  
OPERAÇÕES MARÍTIMAS: ESTUDO DE CASO EM EXERCÍCIOS SIMULADOS DE  
ENTRADA NO PORTO

Marcelo Costa Alves

Julho/2017

Orientadores: Floriano Carlos Martins Pires Jr.

José Orlando Gomes

Programa: Engenharia Oceânica

Neste trabalho serão levantadas e pontuadas as situações de crise frequentemente ocorridas na atividade de entrada no porto, na visão dos inquiridos para a elaboração do estudo. Com o uso de um exercício simulado, as tomadas de decisão e os raciocínios, diante de situações inesperadas, da equipe do Passadiço puderam ser registrados e os resultados foram comparados com uma tabela elaborada por especialistas do Conselho Nacional de Praticagem (CONAPRA), a partir de experiências passadas. Assim sendo, esta pesquisa traça evidências iniciais dentro da metodologia aplicada no universo pesquisado. Diante da atividade proposta, foram identificados aspectos da atividade cognitiva para o cumprimento da tarefa e recolhidos elementos que possibilitam afirmar que a experiência dos envolvidos foi o fator primordial no sucesso da execução das manobras.

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

APPLICATION OF RESILIENCE ENGINEERING CONCEPTS IN MARITIME  
OPERATIONS: A CASE STUDY IN SIMULATED ENTRY EXERCISES IN PORT

Marcelo Costa Alves

July/2017

Advisors: Floriano Carlos Martins Pires Jr.  
José Orlando Gomes

Department: Ocean Engeneering

In this paper will be raised and ranked the crisis situations frequently occurring in the activity of entering the port, in the view of the respondents, to the preparation of the study. Using a simulated exercise, the bridge team's decision-making and reasoning, in the face of unexpected situations, could be recorded and the results compared to a table drawn up by experts from the National Council of Pilotage (CONAPRA) from past experiences. Therefore, this research outlines initial evidence within the methodology applied in the universe searched. In view of the proposed activity, aspects of the cognitive activity were identified for accomplishing the task and collected elements that make it possible to say that the experience of those involved was the primordial factor in the success of the execution of the maneuvers

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS.....</b>	<b>xi</b>
<b>1- INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 – MOTIVAÇÃO .....</b>	<b>3</b>
2.1 – Navegação: Ciência e Arte .....	3
2.2 – A Evolução da Navegação Mundial .....	4
2.3 - Teoria do Acidente .....	5
2.4 - O transporte marítimo no Brasil.....	7
2.5 – Objetivos .....	9
<b>3 - REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
3.1- Panorama geral.....	10
3.2 – Atividades Cognitivas .....	12
3.3 – Sistemas: Técnico x Sócio técnico .....	13
3.4 – Resiliência.....	15
3.5 - Descrição do Problema .....	15
<b>4 – METODOLOGIA.....</b>	<b>17</b>
4.1 – Principais aspectos da Análise de Tarefas Cognitivas.....	18
<b>5 – EXPERIMENTO.....</b>	<b>26</b>
5.1 - Fases da Pesquisa:.....	26
5.2 – A amostra.....	29
<b>6 – ANÁLISE E RESULTADOS .....</b>	<b>40</b>
6.1 - Primeira etapa: Entrevista Semiestruturada .....	40
6.2 - Segunda etapa: Questionário.....	41
6.3 - Terceira etapa: Simulação.....	43
<b>7 – CONCLUSÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>56</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Arte e Ciência	.....	3
Figura 2:	A evolução dos barcos	.....	4
Figura 3:	Efeito dominó	.....	5
Figura 4:	Cadeia de Heinrich	.....	6
Figura 5:	Interpretação de Heinrich	.....	7
Figura 6:	Prevenção de Heinrich	.....	7
Figura 7:	Sistema sociotécnico	.....	13
Figura 8 :	Conceitos da ER	.....	16
Figura 9:	Fases da Pesquisa	.....	27
Figura 10:	Matriz	.....	32
Figura 11:	Passadiço	.....	37
Figura 12:	Aparelho de governo	.....	38
Figura 13:	Mesa de cartas	.....	38
Figura 14:	Console de equipamentos	.....	39
Figura 15:	Sala de Controle	.....	39
Figura 16:	Grupo 1	.....	44
Figura 17:	Trajectoria Grupo 1	.....	45
Figura 18:	Grupo 2	.....	46
Figura 19:	Trajectoria Grupo 3	.....	47
Figura 20:	Grupo 4	.....	48
Figura 21:	Tomadas de decisão	.....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Qualificação da amostra	.....	29
Tabela 2: Classificação das ocorrências	.....	31
Tabela 3: Pontuação das ocorrências	.....	31
Tabela 4: Alvos da simulação	.....	37
Tabela 5: Classificações das situações de crise	.....	41
Tabela 6: Extrato tabela CONAPRA	.....	43
Tabela 7: Resumo das decisões tomadas	.....	49

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1:	Idade x Experiência	.....	29
Gráfico 2:	Tempo de Experiência	.....	30
Gráfico 3:	Frequência das emergências	.....	40
Gráfico 4:	Probabilidade x Impacto	.....	42

# CAPÍTULO I

---

## 1- INTRODUÇÃO

Este trabalho pretende propor um estudo exploratório para o mapeamento das decisões tomadas pela equipe de navegação na atividade de entrada no Porto do Rio de Janeiro, através do entendimento de raciocínios e atitudes tomadas diante de situações críticas para a atividade, utilizando a metodologia de Análise das Tarefas Cognitivas e seus diversos métodos e ferramentas.

A importância do transporte por via marítima é algo que dispensa discussões, seja pela capacidade de transporte em si, seja pelo custo em relação a quantidade de carga transportada, sendo um meio com um atraente custo x benefício.

Tendo a atividade marítima tamanha importância para o desenvolvimento do país, surgiu o interesse em relacionar a atividade, que consta de um sistema complexo, com os conceitos da Engenharia de Resiliência, não sendo encontrado nenhum outro estudo deste segmento no Brasil e pela notória evolução de pesquisas na área no âmbito internacional.

Sendo assim, partindo dos conceitos da Engenharia de Resiliência este trabalho foi elaborado, buscando relacionar a Engenharia de Resiliência com a atividade marítima por meio da metodologia escolhida.

A metodologia do estudo proporciona ao pesquisador vários caminhos a seguir, desta forma, para a confecção deste estudo, foram utilizadas três ferramentas desta metodologia, bem como, alguns métodos que propiciaram o desenvolvimento das etapas da pesquisa.

O objetivo deste trabalho é identificar as situações críticas com influência na manobra, seus graus de impacto e analisar, por meio de uma simulação, as tomadas de decisão e os raciocínios da equipe do passadiço durante a atividade, por intermédio do protocolo "*Think aloud*", também disponibilizado pela Análise de Tarefas Cognitivas.

A pesquisa foi desenvolvida em três etapas: entrevistas, aplicação de questionário e execução de um exercício em simulador utilizando os dados das etapas anteriores. Estas fases tornaram possível o levantamento das situações críticas que foram pontuadas e culminou na elaboração da simulação, objeto da análise e geradora dos resultados do estudo.

O trabalho está dividido em seis capítulos. Após esta introdução, o segundo capítulo apresentará a motivação para o desenvolvimento do estudo, expondo a importância e a evolução da navegação.

O terceiro capítulo contém a revisão da literatura, relacionando ao tema trabalhos já realizados.

No quarto capítulo está descrita a metodologia utilizada para a elaboração do trabalho.

O quinto e sexto capítulos são complementares, onde é explicado o experimento, detalhados todos os passos seguidos e analisados na sequência, com apresentação dos resultados.

Finalmente, o sétimo capítulo expõe as conclusões do estudo.

# CAPÍTULO II

## 2 – MOTIVAÇÃO

### 2.1 – Navegação: Ciência e Arte

A Navegação foi considerada, inicialmente, uma arte quando o Homem começou a se locomover sobre a água em embarcações rústicas. Contudo, logo foram incorporados elementos de ciência. Hoje se pode dizer que a Navegação é composta de ambos os aspectos: Ciência e Arte. É uma ciência, pois, envolve o desenvolvimento e utilização de instrumentos de precisão, métodos, técnicas, cartas, tábuas e almanaques. Arte, porque usa adequadamente as ferramentas sofisticadas e precisa interpretar as informações obtidas (Barros, 2001).

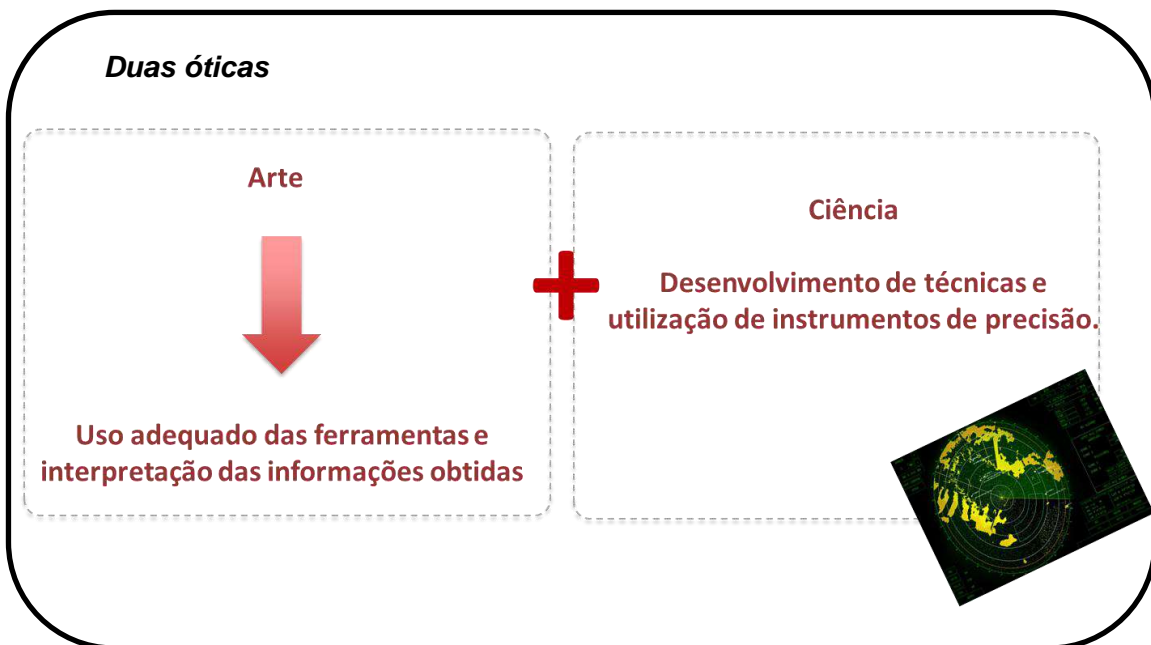


Figura 1: Arte e Ciência  
Fonte: (do autor)

## 2.2 – A Evolução da Navegação Mundial



Figura 2: A evolução dos barcos

Fonte: (site <http://profgaspar.net/a-evolucao-dos-barcos.html>)

A evolução trouxe novos desafios a serem enfrentados pela indústria naval diante do crescimento contínuo da navegação mundial. De acordo com relatório, de 2012, da Allianz Global Corporate & Specialty (AGCS), seguradora especializada em transporte marítimo, apesar de fatores como novas tecnologias e regulamentações terem melhorado consideravelmente a segurança marítima, novos riscos apareceram nos últimos anos.

O relatório da AGCS – *Safety and Shipping 1912-2012: From Titanic to Costa Concordia* – foi baseado em estudos do Centro Internacional de Pesquisa Marítima (SIRC) da Universidade de Cardiff. O estudo indica os maiores desafios para o segmento, dentre os quais, a tendência a navios de grande porte e a pressão dos custos, o que leva aos armadores a contratar tripulações de países emergentes, em que os padrões de treinamento e avaliação podem ser deficientes.

A redução da tripulação foi apontada como um risco significativo à segurança, o que poderia, além de comprometer as margens de segurança, influenciaria também com o aumento potencial de riscos de falha humana. Outros fatores aparecem no

estudo como: a crescente burocracia a bordo dos navios, a ameaça permanente de pirataria e as emergências em águas com gelo.

A falha humana em operações marítimas ainda é um problema. O relatório, de 2012, da Allianz Global Corporate & Specialty (AGCS), ressalta que mais de 75% das perdas de embarcações pode ser atribuída à falha humana, incluindo fadiga, gestão inadequada dos riscos e pressões pela competitividade, assim como as deficiências potenciais no treinamento e no nível da tripulação.

Como destacado no relatório em questão, a redução da tripulação pode causar uma sobrecarga de trabalho, ocorrendo, em algumas situações, a variação entre períodos de alta demanda com exaustivas ocorrências durante o turno de trabalho e períodos de baixa demanda de tarefas.

### 2.3 - Teoria do Acidente

Essa teoria foi defendida por Herbert William Heinrich, por volta de 1931. Heinrich considera que ações aparentemente não relacionadas podem desencadear uma sequência de eventos que podem resultar em um acidente. Como se fosse um 'efeito dominó'.



Figura 3: Efeito dominó  
Fonte: (Heinrich, 1941)



A cadeia proposta por Heinrich evidencia os fatores que levam ao acidente.

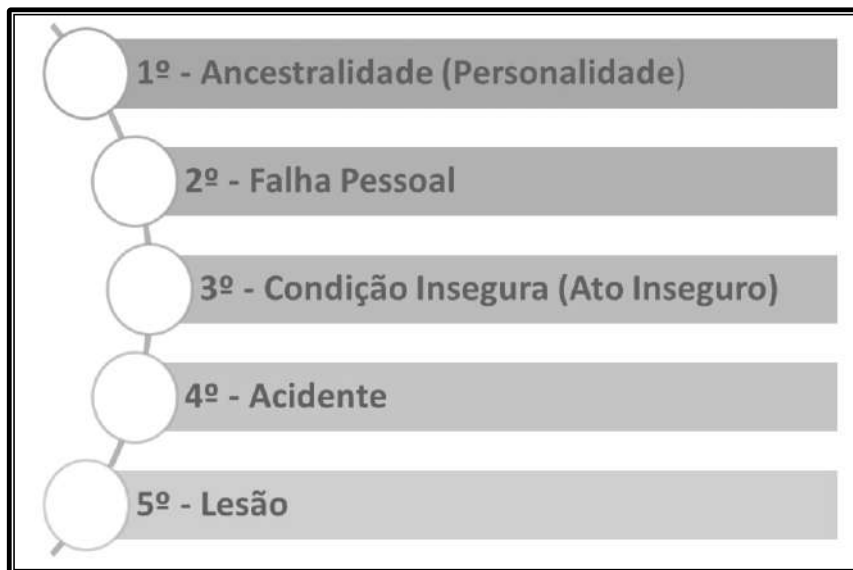


Figura 4: Cadeia de Heinrich  
Fonte: (Heinrich, 1941)

Segundo Heinrich, características como o descuido, a teimosia e outros traços indesejáveis de caráter, que podem ser hereditários e/ou desenvolvidos pelo meio social, são de responsabilidade da **Ancestralidade** e do meio social. Assim, a **Falha Pessoal** seria proveniente da **Personalidade**, que é exemplificada por meio do temperamento violento, nervosismo, falta de cuidado e outros. Dessa forma, a **Condição Insegura ou Ato Inseguro** seriam causados pela **Falha Pessoal**. A soma desses culminaria no **Acidente**, que por sua vez, causaria a **Lesão**, representada pela última peça da fila.

Na visão de Heinrich, o elemento chave para a prática de prevenção, é representado pela **Condição Insegura**, sendo que a maioria dos acidentes seria causada pelo comportamento inseguro do trabalhador.

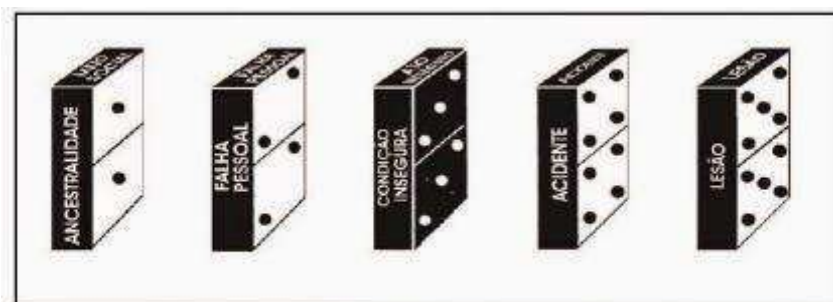


Figura 5: Interpretação de Heinrich  
Fonte: (Heinrich, 1941)

É possível prevenir o acidente, por meio de uma consciência segura, mesmo que não seja possível alterar a personalidade e os traços negativos do homem. Desta forma, a lógica da prevenção é a subtração de uma das peças intermediárias, impedindo a queda da peça que simboliza o acidente ou a lesão. (HEINRICH, 1941)

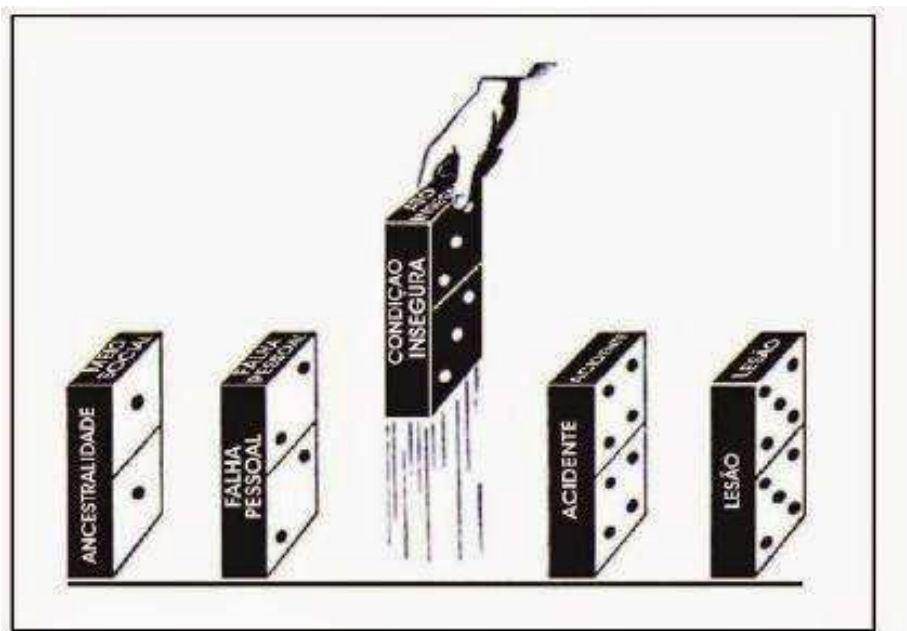


Figura 6: Prevenção de Heinrich  
Fonte: (Heinrich, 1941)

A Engenharia de Resiliência e seus conceitos vêm, justamente, reinterpretar as teorias até então apontadas para as causas de acidentes, entendendo que o sistema tem condições de se recuperar após uma perturbação, incluindo a parte técnica e a parte humana, com os raciocínios e suas tomadas de decisão.

#### 2.4 - O transporte marítimo no Brasil

Embora ainda não tenha todo o seu potencial devidamente explorado, o transporte marítimo segue como um dos meios de transporte mais importantes para a indústria e a logística no Brasil. Segundo Cecatto, 2002, sua relevância está relacionada à intermodalidade, à geração de novos empregos, ao aumento na movimentação de cargas no país e ao fortalecimento do setor de logística no mercado nacional. Apesar de todas as dificuldades que enfrenta, por exemplo, com portos

inadequados, burocracia e altas tarifas, o setor movimenta mais de 1 bilhão de toneladas ao ano, segundo relatório anual de 2015 da Agência Nacional de Transporte Aquaviário (ANTAQ). Pode-se imaginar o quanto esta atividade pode ser melhor se houver uma preocupação e um trabalho efetivos para alterar este quadro.

Ainda que pareça controverso, a utilização do litoral brasileiro, que possui mais de 9 mil km de extensão e uma grande teia hidroviária, ainda é deficiente, como mostra a realidade atual. Há de se considerar que seria necessário um alto investimento para melhorar e modernizar o sistema aquaviário nacional, além de sua velocidade de transporte ser mais lenta do que o transporte aéreo ou ferroviário. Apesar de tudo, o Brasil possui portos com boa capacidade e potencial produtividade, pode-se destacar os portos de Santos (SP), Itajaí (SC), Rio de Janeiro (RJ), Porto Alegre (RS), Paranaguá (PR) e Vitória (ES). Sem contar com as hidrovias para o transporte fluvial em águas interiores. Melhorar este sistema é difícil e custoso, porém, não é impossível.

O transporte pelo modo aquaviário é de fundamental importância para a integração intra e extrafronteiras. Afinal, o Brasil é detentor de oito bacias com 48 mil km de rios navegáveis, reunindo, pelo menos, 16 hidrovias e 20 portos fluviais. Onde são movimentadas milhões de toneladas anualmente.

Modernizado e adequado às exigências de um mundo globalizado, o transporte marítimo pode diminuir distâncias internas e ser decisivo na consolidação do MERCOSUL, além de aumentar o comércio com os demais continentes (CECATTO, 2002).

Apesar da reestruturação do setor de transportes, com evidente preocupação demonstrada pelo Governo, através da criação do Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte (CONIT), o Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes (DNIT), a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) e a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). Não é suficiente, já que o país permanece atado à malha viária como principal meio de escoamento da produção. Muito mais precisa ser feito, já que as possibilidades de crescimento, em todos os sentidos, são imensas e o transporte multimodal segue em ritmos muito lentos. Somente usando várias formas de transporte, com custos reduzidos, menor tempo para deslocar as cargas poderão diminuir preços, fortalecendo o consumo interno e fomentando mais exportações.

Para o país crescer e desenvolver, consistentemente, o setor marítimo é necessário possuir uma frota mercante de real poder, o que não é só uma questão de desenvolvimento social e comercial, mas também, de segurança e estratégia. Sem ter

como fazer girar seu comércio por restrições na frota, o Brasil fica à deriva, sendo guiado por empresas estrangeiras. O aumento da frota nacional é um ponto crucial para a segurança marítima, sendo um apoio fundamental para a Marinha do Brasil, caso necessite. Vários exemplos podem ser citados, para a atuação da Marinha Mercante em episódios de guerra, como a Guerra do Golfo, onde houve participação da navegação civil, ajudando no conflito.

## **2.5 – Objetivos**

### 2.5.1 – Objetivo Geral:

Identificar os pontos críticos (fragilidades) durante uma manobra de entrada no Porto do Rio de Janeiro, relacionando com os conceitos de Engenharia de Resiliência.

### 2.5.2 – Objetivos Específicos:

- Observar os elementos do raciocínio humano que interferem na segurança da navegação;
- Analisar o papel do operador humano e as regras na evolução da navegação;
- e
- Identificar os fatores que influenciam na tomada de decisões e as consequências para o processo.

A relevância destes objetivos pode ser compreendida entendendo o contexto da atividade, suas dimensões, sua atual situação, a identificação de condições emergenciais frequentes e as suas possíveis consequências, que não se limitam a danos às embarcações e aos seus tripulantes, vão desde prejuízos operacionais causados por pequenos incidentes até o potencial para danos de grande vulto que poderiam culminar com abalroamentos, colisões e, até mesmo, naufrágios, passando por elementos menos tangíveis, mas não menos importantes, como o nível de preparo e treinamento dos profissionais envolvidos na atividade, somado a isto, a inexistência de estudos e aplicação da Engenharia de Resiliência sob o aspecto das Atividades Cognitivas relacionadas à área marítima no Brasil, além da evolução do assunto em pesquisas internacionais relacionadas ao meio estudado. Este trabalho pauta-se num estudo exploratório inicial, com a intenção de contribuir e despertar o interesse para o desenvolvimento de projetos futuros no universo marítimo brasileiro, comportando a atividade de transporte marítimo que é de significativa importância estratégica para o país.

# CAPÍTULO III

---

## 3 - REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1- Panorama geral

A ideia de que acidentes e incidentes são causados por falhas humanas ou mecânicas se estende até hoje, e este tipo de visão guia muito do que se decide fazer em relação à segurança, porém necessita-se reconhecer que em sistemas complexos, determinadas condições podem surgir e levar a situações em que evitar o desfecho não esteja mais ao alcance do operador.

Entender que acidentes podem ser construídos pela concepção e operação de sistemas sociotécnicos complexos inadequados às exigências dos seus operadores humanos, especialmente no que tange aos aspectos de sua cognição, é um primeiro passo importante na construção de sistemas resilientes e seguros. As diferenças entre as abordagens ficam claras em Dekker (2001), onde há uma comparação entre as visões nova e antiga de como realizar investigações de acidentes. A primeira visão, conhecida como a teoria da maçã podre, vê a maioria dos sistemas como inerentemente seguros, e alega que a ocorrência de falhas é consequência ou de erro humano ou de falha mecânica. Usada nas investigações, esta visão leva ao encerramento da busca pelas causas quando é possível apontar uma pessoa ou elemento mecânico como culpado pelo evento. Na visão nova, os chamados “erros humanos” são indicadores de problemas mais profundos no sistema, e falhas ocorrem quando múltiplos fatores, cada um necessário, e conjuntamente suficiente, levam o sistema complexo além da fronteira de falha.

Este estudo fundamenta-se na nova visão descrita por Dekker, busca antecipar-se à necessidade de ocorrência de acidentes como foco de análise, aplicando a Ciência Cognitiva (Woods, 1996) para estudar as condições operacionais em um sistema complexo como forma de poder propor intervenções que melhorem as perspectivas de operar de forma segura mesmo quando algumas circunstâncias poderiam levar a falhas.

Na indústria nuclear, a aplicação destas técnicas objetivou a análise da tomada de decisões operacionais em usinas do setor, observando como os operadores de sala de controle destas usinas nucleares lidam com situações novas, ou no mínimo inesperadas, as quais são definidas como situações de micro incidentes (CARVALHO ET. AL., 2008; 2007; 2006).

A aviação também foi analisada, neste caso, com base no sistema de

transporte por helicópteros. A pesquisa, fundamentada na análise da atividade cognitiva dos pilotos, buscou identificar os fatores contribuintes e os opositores que interferem na atividade dos aviadores, cujas consequências afetam o desempenho operacional do sistema de transporte como um todo e, conseqüentemente, a segurança de voo. Fatores estes que, de alguma maneira, alteram o fluxo normal das atividades, principalmente, a forma de como as coisas deveriam ser feitas, sendo então pivôs da necessidade de elaboração de estratégias adaptativas por parte dos agentes. De forma global, tais estratégias adaptativas podem tanto facilitar o trabalho das pessoas quanto contribuir para ocorrências não desejadas no sistema. Normalmente, elas são insuficientes, de modo isolado, para provocar incidentes ou acidentes e, portanto, permanecem invisíveis nas análises mais tradicionais, baseadas em relatórios de perigo, análise de acidentes, inspeções de reguladores etc. (CARVALHO, P.V.R., 2006). Entretanto, a carga de trabalho agregada, ou o desgaste gerado pela acumulação de diversos “pequenos” desvios nos modos de trabalho sob as pressões de um ambiente organizacional que visa maior produção com menor custo, pode se constituir num solo fértil para a emergência de grandes perdas, impactando na resiliência e segurança do sistema (WOODS, 2006; 2005).

O terceiro caso analisado utilizou o método de simulação da resposta à emergência nuclear onde foi realizada uma análise do trabalho cognitivo (CTA) de uma simulação de acidente nuclear. Foram feitos registros de áudio e vídeo, coletados de uma equipe de sala de emergência onde se encontravam pessoas de diferentes agências que respondiam a múltiplos cenários de um simulado de acidente nuclear.

Foram utilizadas para coleta, análise e representação dos dados, múltiplas técnicas de CTA (CRANDALL ET. AL., 2006), com o objetivo de se obter um melhor entendimento das dimensões cognitivas da atividade e identificar padrões de coordenação de equipe e gestão de crises apresentados no simulado.

As técnicas da CTA foram utilizadas nos casos analisados para identificar fontes de resiliência e de fragilidade nos setores nuclear, aviação e simulação da resposta à emergência nuclear. As fontes encontradas nos estudos reportavam-se à: coordenação de equipe, concepção e dinâmica do projeto das organizações e relações interorganizações, design da simulação em si e dos cenários, o design das estações de trabalho, estrutura tecnológica visual e de comunicação e atividades de resposta à crise.

Para melhor entender o porquê do sucesso ou do fracasso das atividades e a interferência do sistema no desempenho é necessário compreender e identificar as fontes de fragilidade e resiliência no sistema (CARVALHO ET. AL., 2009).

Øvergård et. al, aplicaram uma das técnicas de CTA para entender a tomada de decisão de operadores de posicionamento dinâmico durante incidentes, a metodologia aplicada foi a de entrevistas, onde de um grupo de 42 operadores abordados 13 aceitaram participar da pesquisa, foi realizada uma entrevista onde os operadores descreviam duas situações críticas a bordo, dois dos entrevistados relataram somente uma situação, assim obtiveram 24 situações críticas.

Questões do método de decisões críticas (CDM) (KLEIN et. al, 1989) foram utilizadas no estudo. As entrevistas foram estudadas segundo a análise temática para encontrar padrões de significado de dados qualitativos. O procedimento envolveu cinco fases (BRAUN & CLARKE, 2006), familiarização com os dados; geração inicial de códigos; busca dos temas; avaliação dos temas e definição final.

Øvergård realizou outro trabalho utilizando a metodologia de simulação, neste estudo tem como tema principal a ergonomia como uma ferramenta de desenvolvimento futuro e criação de valores.

Foi realizada uma comparação de navegação em embarcações de alta velocidade em um simulador com uma configuração real.

Três segmentos de rotas de diferentes complexidades foram analisados, comparando variação da velocidade e da trajetória entre o simulado e a navegação real. Diferenças significativas na velocidade e trajetória foram encontradas, mas estas diferenças não foram consistentes ao longo dos segmentos. No entanto, as diferenças na variação da velocidade e trajetória poderiam ser entendidas havendo uma interação entre a ausência de risco envolvido relativo a navegação simulada e a navegação real, e a complexidade dos segmentos analisados.

### **3.2 – Atividades Cognitivas**

As atividades cognitivas e físicas variam com períodos de baixa demanda para períodos com alta demanda, onde as exigências para execução da tarefa é mais crítica. Essas situações criam grandes restrições na atividade cognitiva que vão desde pressões, incertezas, até mesmo falhas (WOODS, ET AL, 1994).

Além disso, não são raras as ocorrências de situações limítrofes quanto à segurança do trabalho. Conseguir entender como ocorre a falha é um dos primeiros passos para saber como o sucesso é alcançado e como as pessoas aprendem,

adaptam-se e criam segurança em um ambiente repleto de lacunas em seus mecanismos de defesa, de perigo, e múltiplas metas (COOK. ET AL.; HOLLNAGEL. ET AL., 2006). A falha, tanto individual quanto falha na performance em nível de sistema, representa uma inabilidade para lidar efetivamente com a complexidade (HOLLNAGEL. ET AL., 2006).

Portanto, é de suma importância ter em mente que num sistema sócio técnico, o lado mais fragilizado e que demanda maior atenção e proteção é o Ser Humano.

### 3.3 – Sistemas: Técnico x Sócio técnico



Figura 7: Sistema Sociotécnico  
Fonte: (do autor)

Sommerville (2010) define: “Um sistema é o conjunto intencional de componentes inter-relacionados que funcionam juntos para atingir certo objetivo”.

Os sistemas podem ser divididos em duas categorias: Sistemas técnicos e Sistemas sociotécnicos.

O sistema técnico baseia-se em computadores, inclui hardware e software, porém não inclui procedimentos e processos. Este sistema é utilizado para algum propósito específico, todavia, não é capaz de reconhecer, por si só, para qual finalidade está sendo usado.

O sistema sociotécnico inclui um ou mais sistemas técnicos, ou seja, computadores e seus componentes, pessoas como partes inerentes do sistema e inclui também conhecimento de como o sistema deve ser usado, o que significa que esses sistemas têm processos operacionais definidos, são regidos pelas organizações e podem ser afetados por leis e políticas regulamentadoras. Neste tipo de sistema sua finalidade é bem definida e reconhecida por ele, através do componente humano envolvido no processo.



O sistema sociotécnico possui propriedades emergentes, são, frequentemente, não determinísticos, ou seja, nem sempre respondem da mesma forma a uma entrada específica, seu comportamento depende, principalmente, do operador humano, o apoio aos objetivos organizacionais não depende apenas do sistema em si, mas de como as pessoas interpretam esses objetivos. Tem por finalidade auxiliar na conquista de uma meta organizacional ou de negócio.

Num recente panorama de estudo sobre a gestão da segurança nos sistemas sociotécnicos, a Engenharia de Resiliência (ER) surge como um novo paradigma (HOLLNAGEL; WOODS; LEVESON, 2006). Com a perspectiva de identificar, analisar, melhorar e desenvolver a resiliência dentro dos sistemas (HOLLNAGEL; WOODS, 2006), a Engenharia de Resiliência adequa-se com seus conceitos, fundamentos e ferramentas na aplicação em sistemas de alto risco, caracterizados como complexos.

A busca por operações mais eficientes e menos seguras pelas organizações, geram padrões clássicos de deriva, o que leva a ocasionar acidentes, apontam estudos.

Os padrões mostrados nos estudos são quase os mesmos para todo um conjunto de acidentes maiores em sistemas sociotécnicos complexos, então para poder evitar tais acidentes, necessita-se criar a antecipação, monitorando o nível de risco do sistema através de seu ciclo vital completo e identificando os sacrifícios na tomada de decisões, isto é, as compensações da segurança/produção são feitas pelas pessoas todos os dias. Além disso, precisamos entender como se obtém êxito frente às restrições à atividade de trabalho (e se esse êxito poderia conduzir a maiores falhas) e como as pessoas aprendem e se adaptam para garantir a segurança em um mundo pleno de lacunas, perigos e conflitos de metas e objetivos (HOLLNAGEL E. & WOODS DD., 2005; ADAMSKI A. & WESTRUM R., 2003; COOK R. ET AL., 2000).

Segundo Reiman e Oedewald (2009), organizações de alto risco são as que têm de lidar com, ou controlar, seus riscos de tal forma que possam causar danos significativos ao meio ambiente, público ou pessoal. Para tais organizações, torna-se fundamental possuir a capacidade de monitorar o seu estado atual, prever possíveis desvios, reagir a perturbações esperadas ou inesperadas e aprender com os sinais de fraqueza do sistema e com os incidentes do passado. Seguindo o mesmo raciocínio, Cook, Render e Woods (2000) concordam que uma forma de reforçar a segurança em organizações de alto risco é desenvolver a capacidade do sistema para detectar riscos e lidar com a variabilidade e incerteza do sistema.

### **3.4 – Resiliência**

Inserida neste contexto encontra-se a Engenharia de Resiliência, para Leveson et al. (2006), resiliência é a habilidade do sistema de impedir ou adaptar-se às circunstâncias a fim de manter o controle sobre uma propriedade do sistema, nesse caso, a segurança ou o risco. Já Wreathall (2006) vê resiliência como uma capacidade do sistema em manter ou recuperar rapidamente um estado estável, de modo que as operações possam continuar durante e após um acidente de grandes proporções ou na presença contínua de pressões significativas.

Corroborando com esta definição, Hollnagel (2006) entende que um sistema é resiliente quando é capaz de ajustar seu funcionamento antes, durante ou após alterações e perturbações, de maneira que sustente as operações necessárias mesmo depois de um acidente de grandes proporções ou na presença de stress contínuo.

Neste novo cenário, a Engenharia de Resiliência surge como um paradigma para o estudo da segurança, buscando entender como as pessoas, sob pressão, lidam com a complexidade e com a variabilidade de um sistema, e ainda obtém sucesso quando se encontram sob condições adversas (HOLLNAGEL; WOODS; LEVESON, 2006).

São encontrados na literatura conceitos, princípios, formas de avaliação e outras características ligadas à aplicação da Engenharia de Resiliência, diversificados em várias áreas do conhecimento. Primeiramente, aplicada a pesquisas na indústria nuclear, química e aviação, contudo, o estudo da segurança utilizando a visão da ER vem ganhando novos campos de atuação, como por exemplo, a área da saúde e, especificamente, neste trabalho, a marítima.

### **3.5 - Descrição do Problema**

Considerando o seu estabelecimento como um novo paradigma, a ER carece de estudos aplicados, neste caso, especificamente na área marítima, bem como o desenvolvimento de métodos e ferramentas que possam analisar, medir e monitorar a resiliência em sistemas complexos (WOODS; WREATHALL, 2003; HOLLNAGEL; WOODS; 2005; WOODS; HOLLNAGEL, 2006B; WREATHALL, 2006; WOODS, 2006B)

Os autores citados concordam com a necessidade de haver estudos que apontem quais as características de resiliência e fragilidade são encontradas nos sistemas. Essas características podem ser reveladas a partir de situações de crise, colapso e acidente, ou em situações onde houve uma recuperação do estado normal

de operação ou foram detectados perigos não esperados e adotadas ações para mantê-los em níveis aceitáveis de risco (WOODS; WREATHALL, 2003; WOODS, 2006A).

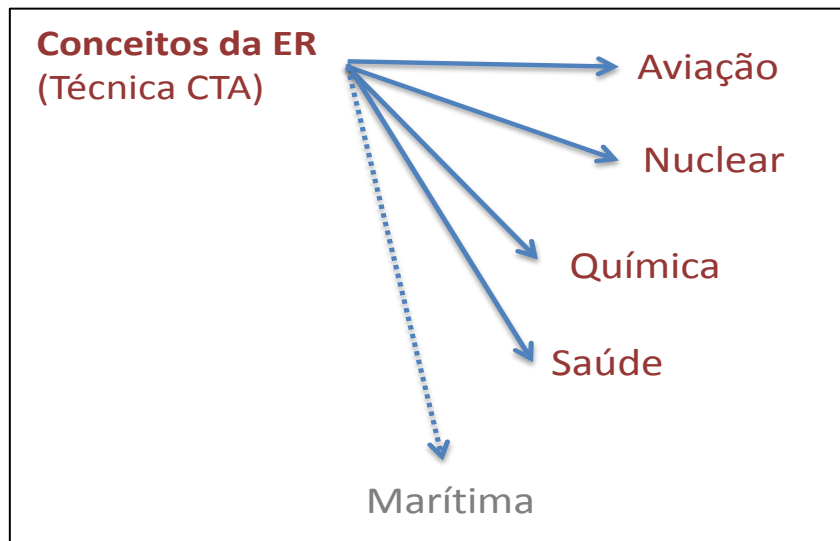


Figura 8: Conceitos da Engenharia de Resiliência  
Fonte: (do autor)

Diante disto, não havendo estudos significativos sobre resiliência na área marítima no Brasil, surge a necessidade de identificar suas características e fragilidades neste segmento, seguindo os princípios da Engenharia de Resiliência, principalmente pelo avanço de pesquisas relacionadas ao assunto no âmbito internacional. Segundo Mendonça (2008), a identificação das fontes de fragilidade e resiliência nos sistemas deve relacionar os conceitos abstratos aos fatos empíricos necessários para avaliação.

# CAPÍTULO IV

---

## 4 – METODOLOGIA

Neste estudo, foi utilizado o modelo de pesquisa exploratória, que é um tipo de trabalho que deve proporcionar maior familiaridade com o problema, explicitando-o. Pode envolver levantamento bibliográfico e entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado, possibilitando um prosseguimento no assunto, de modo que o próximo passo da pesquisa tenha uma melhor compreensão e uma maior precisão.

Para o delineamento deste trabalho, foi utilizado o estudo de caso, segundo Santos (2009), consiste em coletar e analisar informações sobre determinado indivíduo, grupo ou comunidade, a fim de estudar aspectos variados que sejam objeto da pesquisa.

A metodologia, deste estudo exploratório, está baseada na Análise de Tarefas Cognitivas (CTA – Cognitive Task Analysis) de forma que seja possível analisar o trabalho num sistema complexo. Cognitive Task Analysis – CTA é o nome genérico para um conjunto de métodos e técnicas utilizados para compreender e delinear os aspectos cognitivos das atividades diárias de trabalho, incluindo como os profissionais veem o trabalho que fazem, e como eles dão sentido aos eventos e restrições que encontram durante o desempenho de suas atividades (CRANDALL B. ET AL., 2006).

O estudo de CTA tenta entender como as pessoas pensam, o que chama sua atenção, as estratégias utilizadas para tomar decisões ou detectar problemas, o que tentam fazer e o que sabem sobre como o processo funciona.

A Análise de Tarefas Cognitivas possui três aspectos principais, são eles:

- Elicitação do conhecimento;
- Análise de dados; e
- Representação do conhecimento.

Cada um destes aspectos é fundamental para o sucesso da aplicação desta técnica, para o desenvolvimento de um estudo são utilizadas ferramentas oferecidas para cada tipo e objetivo de análise.

## 4.1 – Principais aspectos da Análise de Tarefas Cognitivas

### 4.1.1 - Elicitação do conhecimento

A elicitação do conhecimento é o conjunto de métodos utilizados para obter informações sobre o que as pessoas sabem e como sabem: os julgamentos, as estratégias, os conhecimentos e as habilidades que estão na base do desempenho. Existem muitos métodos de elicitação de conhecimento diferentes. Crandall, Klein e Hoffman (2006), apresentam uma diversidade de ferramentas e técnicas disponíveis para a elaboração da CTA.

#### 4.1.1.1 - Métodos de Coleta de Dados

Uma forma de classificar a elicitação do conhecimento do CTA é pela maneira como os dados são coletados - Que tipo de atividade está envolvida na obtenção de informações?

Podem-se distinguir quatro maneiras para coletar dados: entrevistas, auto-relatos, observações de desempenho e coleta automatizada de dados comportamentais.

Cada uma dessas atividades é especificada abaixo:

- Entrevistas

O método CTA mais comum é uma entrevista estruturada. Métodos de entrevista são amplamente utilizados nesta prática, e por boas razões. As entrevistas são eficientes – evitam o investimento de tempo e esforço e as complicações logísticas que muitas vezes ocorrem com observações. As entrevistas também podem gerar informações imperceptíveis pelos outros métodos. Por exemplo, se uma observação não for realizada em um dado momento, pode-se perder a chave da dinâmica ou elementos críticos da tarefa desempenhada. Antecipar quando esses momentos são susceptíveis de ocorrer é mais facilmente captado em ambientes de laboratório do que na coleta de dados do mundo real. Além disso, em um estudo dos oficiais navais (Kaempf et al., 1992), descreveu que praticamente todos os incidentes estudados através de entrevista dependia de alguma questão sutil de confronto de personalidade ou falta de confiança na habilidade de integrantes de determinada amostra. Estes tipos de dinâmica raramente são incorporados em tarefas práticas e pode ser difícil de discernir em observações comportamentais. Muitos profissionais de CTA veem dados de entrevistas como extremamente ricos, mas melhor tratados como dados exploratórios e como fonte de hipóteses (CRANDALL B. ET AL., 2006). Os resultados de uma entrevista podem ser tratados com maior confiança quando

são replicados em entrevistas com vários grupos ou são corroborados por outros métodos.

A vantagem desta técnica é a sua flexibilidade e a possibilidade de rápida adaptação. A entrevista pode ser ajustada quer ao indivíduo, quer às circunstâncias. Ao mesmo tempo, a utilização de um plano ou guia contribui para a reunião sistemática dos dados recolhidos.

Apesar de o entrevistador poder ter as perguntas previamente preparadas, a sua maioria surge à medida que a entrevista vai decorrendo, permitindo quer ao entrevistador, quer à pessoa entrevistada a flexibilidade para aprofundar ou confirmar se necessário.

As entrevistas têm desvantagens também. Muitos métodos CTA exigem entrevistas com profissionais altamente qualificados, e conseguir realizar as entrevistas com pessoas ocupadas pode ser difícil. Além disso, obter bons dados depende da capacidade dos participantes estarem dispostos a refletir profundamente sobre seu desempenho e seu trabalho. As pessoas podem sentir-se desconfortáveis ao admitir detalhes em alguns eventos, os quais podem ter se enganado, ou podem até já ter informações sobre o que aconteceu ou por quê. Outro inconveniente desta ferramenta pode ser a exigência por entrevistadores bem treinados e informados da atividade em estudo. Esse treinamento requer conhecimento e habilidade que vai muito além da compreensão dos procedimentos padrão da coleta e análise de dados.

- Auto-Relatos

Uma segunda variedade de ferramentas baseia-se em participantes que geram dados por conta própria. Esta ferramenta varia de formatos altamente estruturados, tais como inquéritos e questionários para formatos abertos como diários e logs. Claramente, os formatos auto-relatados têm uma vantagem de eficiência, porque a coleta de dados não requer um entrevistador ou um coletor de dados qualificado presente (CRANDALL B. ET AL., 2006). A qualidade dos dados gerados pelos questionários e as escalas de avaliação, obviamente, depende em parte do próprio instrumento. Há todo um campo científico e conjunto de metodologias que envolvem o desenvolvimento de escalas e questionários que sejam psicometricamente sólidos - que sejam válidos e confiáveis para medir o que pretendem medir. De confecção relativamente simples, bastando elaborar algumas questões e fornecê-las aos participantes. Questionários e escalas de avaliação podem ser valiosas ferramentas para coletar informações sobre os conceitos e itens neles contidos. Pode haver vantagens em saber que tipo de informação é provável que se obtenha. A desvantagem é que os questionários estruturados e as escalas de

avaliação não permitem os elementos de descoberta e exploração que estão disponíveis em formatos de relatórios mais abertos. Diários e logs podem oferecer essas oportunidades por oferecerem maior flexibilidade de formato e conteúdo. No entanto, a qualidade dos dados depende muito da motivação e vontade dos participantes de fornecerem as informações de forma consistente.

Por fim, os métodos de auto-relato pressupõem que os entrevistados são capazes de "auto-CTA" e de relatar o conhecimento tácito, sutis sinais e percepções e outros elementos cognitivos por conta própria. Essa suposição não é apoiada por pesquisas - de fato, a evidência sugere exatamente o contrário: as pessoas têm considerável dificuldade em relatar seus próprios processos cognitivos (Nisbett e Wilson, 1977, Wilson, 2002). E à medida que adquirem experiência e níveis mais elevados de habilidade, torna-se cada vez mais difícil articular a base de sua experiência e seus julgamentos, decisões e avaliações que fazem com tanta capacidade (Chi e Bjork, 1991, Chi, Glaser e Farr, 1988; Feltovich, Ford e Hoffman 1997, Klein e Hoffman 1993).

- Observação

Observar as pessoas realizarem seu trabalho oferece vantagens e oportunidades únicas. Se observações no local são viáveis o pesquisador utilizando a metodologia CTA deve aproveitar a oportunidade. Há *insights* e tipos de informações que simplesmente não são possíveis de se obter de qualquer outra maneira. As observações fornecem oportunidades para a descoberta e exploração das reais demandas de trabalho, que tipo de estratégias os trabalhadores qualificados desenvolveram para lidar com estas demandas, como o trabalho flui através do ambiente, da equipe e da mudança e questões de comunicação e coordenação (Roth 2002).

A observação pode ser particularmente eficaz quando os pesquisadores estão bem treinados no fenômeno que estão estudando e não requerem muita estrutura para suas atividades de coleta de dados. Procedimentos de observação estruturados tais como formatos predeterminados para atividades de amostragem, podem ser desejáveis se a pesquisa exigir algum grau de quantificação. Sem uma lista de verificação observacional ou outro formato predeterminado, os pesquisadores podem acabar descobrindo as categorias de codificação depois e confrontando com descrições de categoria e instruções de codificação. Eles também podem encontrar cobertura desigual em seus dados, porque os observadores não estavam cientes de sua importância. No entanto, a estruturação antecipada também pode tornar o observador menos sensível ao que está realmente acontecendo ou incapaz de tirar

proveito de uma rica oportunidade - especialmente se o que está ocorrendo é diferente do esperado (CRANDALL B. ET AL., 2006).

A principal desvantagem dos métodos de observação é que eles podem não ser viáveis, seja porque a oportunidade de observação representa um risco inaceitável para os observadores, ou porque os observadores atrapalham e impedem a capacidade do pessoal (por exemplo, bombeiros, para responder plenamente a uma situação crítica). Outras questões na coleta de dados observacionais são que os eventos observados podem não ser típicos e que os observadores devem ser altamente qualificados para captar o que está acontecendo.

Ainda segundo Crandall, a observação é mais bem combinada com outras formas de coleta de dados, como entrevistas, para descobrir como os participantes veem os eventos. O simples registro dos eventos e ações tomadas pode resultar em uma conclusão enganosa ou cognitivamente superficial.

#### 4.1.1.2 - Combinação de Métodos de Análise de Tarefas Cognitivas (CTA)

Foram apresentados métodos individuais e as maneiras de utilizá-lo separadamente. Entretanto, em muitos projetos de CTA os métodos são usados em combinação. Usando várias ferramentas e técnicas em conjunto tem-se uma visão mais profunda do que se deseja estudar.

As entrevistas podem ser realizadas enquanto um participante está realizando uma tarefa real ou simulada. As entrevistas também podem abranger conhecimentos gerais que não estão relacionados a nenhum incidente ou atividade específica. Além disso, as entrevistas podem variar de formatos altamente estruturados para técnicas totalmente não estruturadas. Novos métodos e combinações de métodos aparecem na literatura de pesquisa o tempo todo. A elicitación do conhecimento claramente não envolve uma lista fácil de poucos métodos claramente delineados, tornando-se um passo crítico na realização da análise, mas é apenas o primeiro passo. Saber o que fazer com os dados uma vez que está na mão é tão importante quanto saber como obtê-los (CRANDALL B. ET AL., 2006).

Após o delineamento dos métodos utilizados na elicitación do conhecimento, abre-se uma discussão sobre outros dois elementos do CTA: análise e representação dos dados.



#### 4.1.2 - Análise de Dados e Representação de Conhecimento

A fase de análise do CTA é o processo de estruturação de dados, identificação de descobertas e seus significados. Esta etapa inclui as tarefas críticas de separar dados, apresentar a relevância e entender seus significados. Os métodos para analisar e representar dados de CTA não receberam o mesmo nível de atenção que tem sido dirigido à elicitación de conhecimento. Muitos métodos de elicitación de conhecimento têm processos de análise e formatos de representação contidos dentro de uma metodologia global de modo que a saída do processo de elicitación é um produto de análise particular (isto é, uma representação). Um exemplo claro disso é o Concept Map (Mapa Conceitual), que é o produto associado ao processo de elicitación. Outros exemplos incluem as estruturas de quadro-negro produzidas por COGNET (Nii 1986a, 1986b, Zachary, Ryder e Hicinbothom, 1998) ou as hierarquias produzidas por métodos como GOMS (Kieras 1988) ou HTA (Annett 1996, Shepherd 2000). Em grande parte da literatura do CTA, a análise e a representação estão inerentemente ligadas à elicitación do conhecimento e não são tratadas como processos separados. Em vez disso, as distinções entre a análise e ferramentas e formatos representacionais são incorporadas em comparações de várias abordagens para a elicitación do conhecimento (Cooke 1994; Hoffman 1987). Existem apenas poucos artigos ou capítulos que se concentram especificamente nas fases de análise e/ou representação do CTA, fornecendo exemplos e comparação entre ferramentas e formatos (Hoffman, Crandall e Shadbolt 1998, Hutton et al., 1998; Militello 2001; Wong 2004).

No entanto, muitos métodos de elicitación de conhecimento produzem dados que podem ser analisados de muitas maneiras diferentes e representados usando uma variedade de formatos. Tratar a análise e a representação de dados do CTA separadamente da elicitación do conhecimento permite ver diferentes processos de análise, produtos e formatos de representação de forma mais clara. Pode-se pensar sobre a diversidade de possibilidades disponíveis e como elas podem ser reunidas em um projeto para aproveitar ao máximo os dados do CTA.

Que tipos de produtos de análise e representação estão disponíveis para os dentro da técnica de CTA? Aproximadamente um terço dos métodos identificados está ligado a métodos específicos de elicitación de conhecimento e muitos estão mais ligados a tipos específicos de processos e representações de análise. Os tipos de produtos analíticos que eles produzem incluem:

- Descrições textuais
- Tabelas, gráficos e ilustrações
- Modelos qualitativos, como fluxogramas e
- Simulação, modelos numéricos e simbólicos, incluindo modelos computacionais.

Muitos dos métodos identificados têm produtos analíticos predeterminados. Mas como proceder quando este não é o caso? Um desafio na análise de dados vem ao trabalhar com métodos de elicitación de conhecimento semiestruturados ou não estruturados. Neste caso, o realizador da pesquisa utilizando CTA enfrenta a tarefa de estruturar os dados, muitas vezes em uma série de etapas analíticas, para chegar a um conjunto de descobertas e produtos de representação.

De acordo com Crandall, 2006, existem algumas abordagens para análise e representação de dados que são úteis para trabalhar com métodos de elicitación de conhecimento menos estruturados:

- Baseado em incidentes:

Métodos de elicitación de conhecimento baseado em incidentes como o Método de Decisão Crítica (CDM), podem produzir registros de dados volumosos. Uma única entrevista gravada de, aproximadamente, duas horas pode gerar dados em muitas páginas transcritas. Mesmo um pequeno projeto pode produzir um monte de material para análise. Uma estratégia é reduzir o desenvolvimento de incidentes para algumas páginas, talvez até mesmo para um gráfico em uma única página que capture as decisões-chave e os sinais proeminentes. Essas descrições encapsuladas são mais fáceis de trabalhar e comparar do que a descrição completa do incidente. As descrições narrativas também podem ser eficazes como representações, porque podem ser criadas de maneira que realcem o conteúdo cognitivo, mantendo o contexto e a cronologia do evento.

- Catálogo de sinais e padrões

Registros de dados e anotações de entrevista podem ser examinados para os sinais que tenham tido um desempenho eficaz. Estes podem ser compilados por incidente individual ou combinados em incidentes semelhantes. Os conjuntos de sinais podem sugerir situações óbvias que os novatos notariam, bem como sinais sutis que apenas os especialistas detectariam prontamente. Eles podem incluir sinais que são fáceis de articular, bem como situações complexas. Podem incluir sinais relativamente

unitários, bem como padrões de sinais. O conjunto de situações críticas resultante pode ser compilado a partir de notas, transcrições, registros de consciência de situação ou de qualquer outra forma de dados. Como uma representação, pode transmitir o detalhe associado com sinais específicos, juntamente com o padrão de uma configuração de sinais.

- Identificação de temas:

A abordagem mais simples, mais flexível, mas mais exigente para a análise de dados é analisar cuidadosamente os dados em busca de temas principais. Esta estratégia é indutiva - trabalhar a partir de particularidades para descobrir temas gerais. Por exemplo, pode-se encontrar a estratégia para lidar com um desafio cognitivo particular que ocorre em um incidente ou conjunto de dados observacionais sendo repetidos em outras partes do conjunto de dados, sugerindo uma descoberta mais geral. Os temas-chave podem ser organizados em uma tabela que lista os temas dominantes e faz referência cruzada a entrevistas ou observações. Desta forma, cria-se uma trilha para a análise temática e desenvolve a base para análises adicionais.

- Codificação dos dados:

Categorias de sinais, análise temática, e outros tipos de resultados podem ser utilizados para análise quantitativa simples porque os pesquisadores podem codificar os dados e tabular frequências. Por exemplo, pode ser interessante criar uma contagem de frequência de temas típicos ou padrões de sinais: são sempre vistos, ou raramente vistos, ou estão ligados a certas condições na tarefa ou no ambiente?

As atividades de codificação geralmente levam à descoberta de ambiguidades que podem levar de volta ao início e codificação adicional dos dados, mas isso é uma parte do processo de aprendizagem. Quanto mais explícitas forem as regras de codificação, mais rapidamente serão descobertas as ambiguidades.

- Descrição de Sequências Cognitivas:

Em dados com qualidade dinâmica, onde o tempo e a sequência são partes importantes dos eventos, os dados podem ser representados para refletir o fluxo de atividades cognitivas dos atores. Por exemplo, as sequências podem ser criadas para mostrar os tipos de decisões tomadas em vários pontos do incidente, os sinais que estavam presentes, os tipos de demandas para identificar problemas ou categorizar situações, os tipos de estratégias para reunir evidências e assim por diante. Cronologias podem fornecer representações temporais de eventos, processos

cognitivos específicos e ou requisitos cognitivos.

Muitas abordagens diferentes do CTA foram apresentadas para mostrar as possibilidades que existem e fornecer um contexto para os métodos descritos. Outra razão para esta visão geral é demonstrar que não existe uma única maneira certa de fazer CTA. Os usuários desta técnica têm uma ampla gama de opções na estratégia a ser usada na elicitación do conhecimento, na análise de dados e na representação do conhecimento. Em vez de se preocuparem em seguir um programa oficial, os praticantes são mais bem atendidos pelo rastreamento do fenômeno cognitivo que eles querem entender. Obter uma visão perspicaz desse fenômeno é muito mais importante do que preservar o rigor metodológico que poderia interferir com a investigação (CRANDALL B. ET AL., 2006).

Uma pesquisa utilizando a Análise de Tarefas Cognitivas é muitas vezes conduzida como estudos de campo, uma vez que compreende a exploração inicial de um processo cognitivo ou estratégia que não é bem compreendida.

O ponto inicial do trabalho foi a busca pelo entendimento detalhado da atividade de entrada em um porto e da relação de trabalho da equipe do passadiço. Para tanto, foram realizadas entrevistas semiestruturadas entre o 2º semestre do ano de 2015 e o 1º semestre do ano de 2016. Todos os encontros foram realizados em um Centro de Instrução para marítimos no Rio de Janeiro. As entrevistas foram conduzidas tentando propiciar aos marítimos um ambiente favorável para captura de dados relevantes à pesquisa.

Seguindo-se às entrevistas, foi aplicado o questionário que gerou uma escala para as situações apontadas nas entrevistas e estas duas etapas deram origem à simulação, fase que gerou os resultados do trabalho, utilizando a metodologia escolhida para a análise das tarefas cognitivas.

# CAPÍTULO V

## 5 – EXPERIMENTO

### 5.1 - Fases da Pesquisa:



Figura 9: Fases da pesquisa

Fonte: (do autor)

Com as primeiras entrevistas começaram a surgir questões recorrentes. Para a validação dessas questões e de outros pontos que foram citados, foram utilizadas as próprias entrevistas e, também, da consulta e pesquisa à bibliografia de outros autores. A metodologia adotada neste projeto estuda o trabalho em seu contexto. É uma conjunção da Análise da Atividade (Guérin, et al, 2001) de tradição europeia com a Análise de Tarefas Cognitivas (*CTA – Cognitive Task Analysis* - [www.ctaresource.com](http://www.ctaresource.com)) articulada às recentes abordagens de engenharia de sistemas cognitivos desenvolvida pelos professores David Woods e Erik Hollnagel (2006). Em um grau menor, e de forma oportunista (em passagens específicas nas entrevistas), componentes do Método de Decisões Críticas foram usados. As considerações de Woods sobre a Análise Funcional e sobre o uso de técnicas oriundas do estudo de historia natural para a obtenção de dados, apresentadas em

seu artigo *“Discovering How Distributed Cognitive Systems Work”*, e de Hoffman, Crandall e Shadbolt em seu artigo *“The ‘Critical Decision Method’ for the Elicitation of Expert Knowledge”* foram úteis e determinaram a evolução do processo de obtenção dos dados em campo como praticado nesta pesquisa. A coleta de dados em campo foi realizada preponderantemente através de entrevistas com os marítimos (práticos e pilotos), durante a realização de cursos de Aperfeiçoamento e Atualização. Todos os participantes foram voluntários, sendo observados 05 (cinco) grupos de 05 (cinco) componentes cada. O exercício simulado foi aplicado uma vez em cada turma.

A estrutura das entrevistas evoluiu ao longo do período dos estudos em campo. Em todas as entrevistas houve um período inicial para explicar os objetivos do trabalho, lidar com perguntas e respostas sobre a pesquisa, sua motivação e métodos, e discutir tópicos tais como a confidencialidade das entrevistas e rastreabilidade das fontes. Foi utilizado o período de aulas para a realização das entrevistas, conduzidas pelo entrevistador, através de perguntas abertas e outro período foi dedicado à revisão (validação) de conclusões.

As entrevistas foram realizadas em grupo, sendo utilizadas perguntas gerais para todos do grupo e, foram feitas perguntas individualizadas determinadas pelas circunstâncias e/ou pelas respostas dos entrevistados.

O simulador de passadiço e a sala de aula foram os ambientes utilizados para aplicação dos métodos descritos, desta forma se aproximando ao máximo do domínio específico de onde se buscavam extrair as informações dos profissionais objetos do estudo.

Estas técnicas, de análise de tarefas cognitivas, foram aplicadas em diversas áreas, dentre as quais se destacam a indústria nuclear e aviação e emergência.

Desta forma, os acontecimentos foram agrupados nas 4 (quatro) principais categorias de incidentes, as quais serão descritas posteriormente.

Nesta pesquisa, foram utilizados três dos métodos apresentados, tendo como referência a Cognitive Task Analysis (CTA). O primeiro deles é a entrevista semiestruturada, em que foram relatadas situações de emergência consideradas relevantes pelos entrevistados, neste momento foi possível reunir dados de quais situações potencialmente perigosas podem acontecer a bordo das embarcações, configurando a primeira etapa da pesquisa.

Iniciando a segunda etapa, após a entrevista foi aplicado um questionário a fim de classificar em escala de 0 a 5 os potenciais danos causados por cada

situação apresentada, em que foi possível, ordenar as situações apresentadas na entrevista e montar um gráfico de análise de risco com os dados coletados.

Após a compilação e análise das situações descritas, foi preparado um exercício, aplicado sob a forma de simulação, utilizando um simulador de manobras, recriando um cenário o mais próximo do real possível, acrescentando as situações críticas destacadas nas entrevistas e nos questionários, configurando, assim, a terceira etapa da pesquisa – Observação por meio de simulação. Sendo possível, assim, analisar e mapear as decisões tomadas pelos navegadores diante de situações críticas inesperadas.

Para gerar os resultados da análise, foi comparado o que seria esperado para a solução da emergência com a decisão efetivamente tomada pelos participantes, e utilizado o protocolo “*think aloud*”, em que foi possível registrar a verbalização dos raciocínios dos participantes durante o exercício. Sendo possível ter o resultado do exercício em vídeo e os registros das manobras realizadas.

Desta forma, este estudo terá uma possibilidade de contribuir para a modelagem de situações de treinamentos direcionados, na tentativa de recriar ocorrências reais relatadas a bordo dos navios, possibilidade de servir como incentivo para o desenvolvimento de estudos futuros na área e a criação de uma metodologia para analisar registros de operações de navegação objetivando a identificação dos fatores de risco. Em última análise, tornaria possível estimar quanto tempo de simulação um profissional necessitaria ter para desenvolver o equivalente em experiência de navegação real, mas para se chegar a alguma conclusão neste sentido seriam necessários alguns anos de pesquisa.

Estudadas as partes relevantes (para os propósitos deste projeto) dos regulamentos, iniciou-se o ciclo de entrevistas com os marítimos.

A tarefa de coleta de dados em campo foi realizada durante o 2º semestre do ano de 2015 e o 1º semestre do ano de 2016.

O trabalho foi dividido em três etapas, utilizando-se ferramentas da metodologia escolhida.

A primeira etapa do estudo foi a realização das entrevistas que geraram anotações da maior parte das respostas obtidas, e que foram posteriormente, compiladas e deram origem aos resultados apresentados adiante.

Durante as entrevistas, o autor tomava notas dos pontos relevantes apresentados pelos entrevistados.

## 5.2 – A amostra

A composição amostral, abaixo, descreve a amostra estudada em termos de participantes.

As entrevistas surgiram de forma oportunista, em que foi escolhido um grupo de alunos, integrantes dos cursos de Atualização e Aperfeiçoamento para marítimos.

### 5.2.1 - Qualificação dos entrevistados:

Tabela 1: Qualificação dos entrevistados

<b>Quantidade total de participantes</b>	25
<b>Gênero</b>	Masculino (100%)
<b>Idades</b>	Entre 40 – 60 anos
<b>Experiência Profissional</b>	Entre 10 – 30 anos

Fonte: (do autor)

A figura 10 relaciona a idade dos entrevistados com o tempo de experiência agrupados por faixa temporal.

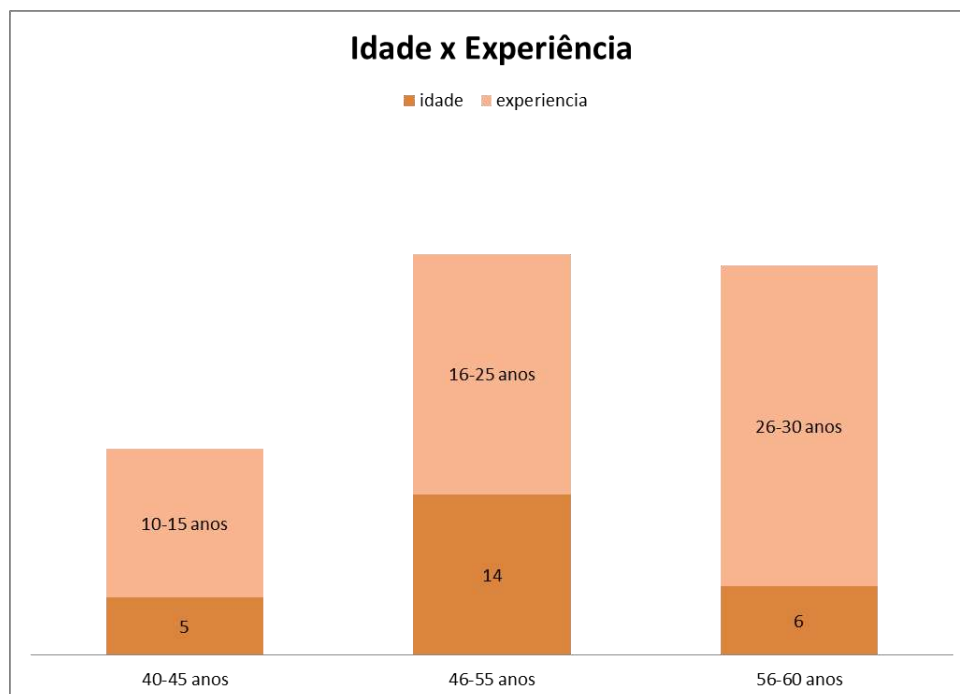


Gráfico 1: Idade x Experiência

Fonte: (do autor)



Assim, 5 dos participantes possuíam idades entre 40 e 45 anos e experiência entre 10 e 15 anos, 14 dos entrevistados com idades entre 46 e 55 anos possuíam de 16 a 25 de experiência de embarque e os demais 6 marítimos possuíam de 26 a 30 anos de profissão e de 56 a 60 anos de idade.

O gráfico 2 representa o tempo de experiência dos 25 participantes da pesquisa apresentado de forma percentual por grupo etário.



Gráfico 2: Tempo de Experiência

Fonte: (do autor)

Para a amostra apresentada foi aplicada uma entrevista semiestruturada, um questionário e simulado um cenário de entrada no Porto do Rio de Janeiro, onde foram incluídas algumas situações emergenciais a serem analisadas, apontadas nas entrevistas e classificadas após a aplicação dos questionários, tendo como referência a Cognitive Task Analysis (CTA), metodologia utilizada.

#### 5.2.2 - Primeira etapa: Entrevista Semiestruturada

Objetivo: Identificar e mapear, de acordo com a frequência apresentada, as situações de crise em uma manobra de entrada no porto.

Para a realização das entrevistas, foi utilizado o modelo de entrevista semiestruturada, que é um tipo de entrevista que se aproxima bastante de uma conversa (diálogo), focada em determinados assuntos, distanciando-se de entrevista formal. Baseia-se em um guia de entrevista adaptável e ajustável.

O principal objetivo das entrevistas foi o levantamento das situações críticas que podem acontecer a bordo das embarcações, com foco nas mais frequentes apresentadas.

Com os resultados encontrados foi criada uma pontuação para cada ocorrência, sendo atribuídos valores de 1 a 5, relativos à frequência com que os eventos podem acontecer na visão dos inquiridos, conforme consta da tabela abaixo.

Tabela 2: Classificação das ocorrências

Raro	Baixa	Média	Alta	Quase Certo
1	2	3	4	5

Fonte: (do autor)

### 5.2.3 - Segunda etapa: Questionário

Objetivo: Classificar as situações apontadas nas entrevistas e relacionar com o potencial de severidade de cada uma.

Seguindo-se às entrevistas, foi aplicado um questionário simples, com o objetivo de sequenciar as emergências relatadas na etapa anterior, levando-se em consideração seu grau severidade. Para esta etapa foi utilizada uma matriz, a fim de pontuar e correlacionar estas duas dimensões: probabilidade (frequência) x severidade (potencial danoso).

Para efeito desta análise, foi solicitado que cada situação fosse pontuada utilizando-se uma escala de 1 a 5, com relação à severidade de cada uma delas, chamada de Impacto nesta classificação, foram utilizadas matrizes para demonstrar os resultados, cruzando-se os valores das frequências (probabilidades) com os valores obtidos pela classificação da severidade de cada situação encontrada, tendo como resultado os impactos oferecidos à manobra.

Tabela 3: Pontuação das ocorrências

Sem Impacto	Leve	Médio	Grave	Gravíssimo
1	2	3	4	5

Fonte: (do autor)

### 5.2.3.1 - Matriz:

Foi montada uma matriz onde são registrados os riscos identificados, a avaliação de seus impactos e a probabilidade de ocorrência para os processos, etapas e atividades de determinadas atividades.

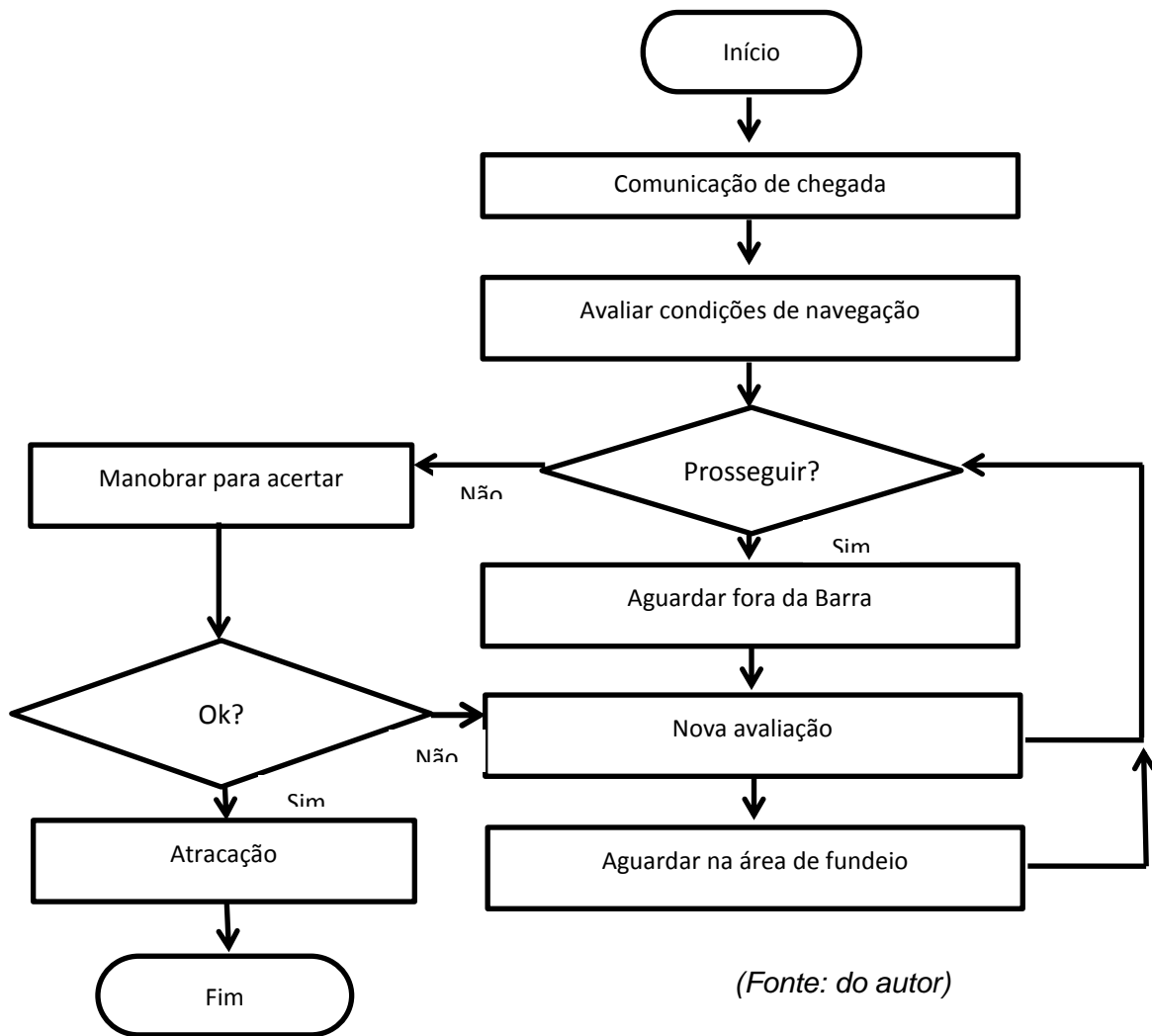
Para facilitar a visualização e classificar os riscos apresentados nas duas primeiras etapas do estudo, foi utilizado um modelo de matriz, como consta abaixo:

Impacto \ Probabilidade	Sem Impacto	Leve	Médio	Grave	Gravíssimo
Quase certo	Elevado	Elevado	Extremo	Extremo	Extremo
Alta	Moderado	Elevado	Elevado	Extremo	Extremo
Média	Baixo	Moderado	Elevado	Extremo	Extremo
Baixa	Baixo	Baixo	Moderado	Elevado	Extremo
Raro	Baixo	Baixo	Moderado	Elevado	Elevado

Figura 10: Matriz  
Fonte: (do autor)

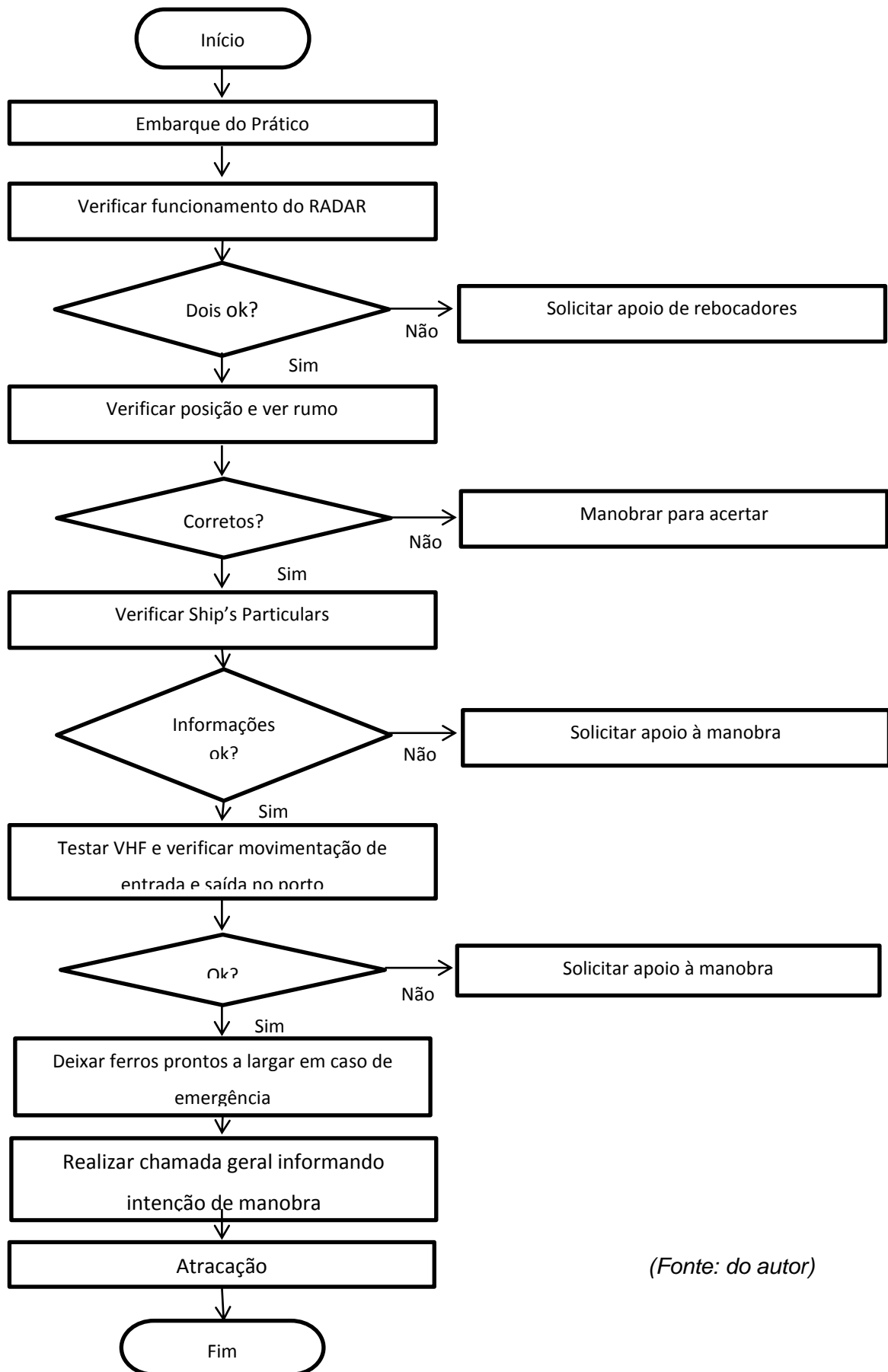
Os dados coletados ao longo das três etapas da pesquisa se prestam a diversos tipos de análise e objetivos, e espera-se que sejam oportunamente aproveitados além do escopo deste estudo. Por hora, contudo, o que se apresenta aqui são as principais situações de crise apontadas pelos entrevistados, presentes na atividade marítima de entrada no canal do porto do Rio de Janeiro, começando pelo fluxo da atividade apresentado abaixo, que define a estrutura dos procedimentos em que a atividade se desenvolve seguida dos resultados encontrados em todas as etapas do trabalho.

Fluxo da atividade de entrada no porto:



(Fonte: do autor)

**Fluxo da atividade após embarque do prático:**



(Fonte: do autor)

#### 5.2.4 – Terceira etapa: Simulação

Nesta fase da pesquisa, foi criado um exercício para ser rodado no simulador de manobras, do tipo “full mission”, em que foi recriado o cenário de entrada no Porto do Rio de Janeiro, com o objetivo de verificar as reações de cada membro da equipe do passageiro diante de situações inesperadas, registrando seu raciocínio e suas atitudes na tomada de decisões e comparar com uma tabela padrão, elaborada por especialistas do Conselho Nacional de Praticagem (CONAPRA), a partir de observações e experiências vividas.

Foram divididos grupos de 05 (cinco) componentes em cada turma observada, totalizando 05 (cinco) grupos. Cada membro do grupo exerceu uma função durante a manobra, sendo: um prático, um comandante, dois oficiais de manobra (um na mesa de cartas e o outro no RADAR) e um timoneiro.

Durante o desenvolvimento da manobra escolhida, foram incorporadas as situações de crise apontadas nas entrevistas e pontuadas após a aplicação dos questionários, para as quais foram observadas as atividades, a verbalização dos raciocínios e as tomadas de decisão dos envolvidos, anotados e comparados com a tabela de soluções possíveis que poderiam ser adotadas por eles.

Na tabela, as situações possíveis foram divididas em dois grupos de problemas, os quais foram denominados de:

- 1- Problemas de Relacionamento; e
- 2- Problemas Técnicos.

No grupo 1 (Problemas de Relacionamento) foram agrupadas as possíveis situações críticas relativas ao comportamento humano, e no grupo 2 (Problemas Técnicos) foram incluídas as situações críticas envolvendo máquinas e equipamentos.

O exercício elaborado teve como objetivo a atracação de um navio de Passageiros, sem os equipamentos ECDIS e AIS, com as seguintes características:

#### **Dados do navio:**

**Para efeito do exercício o navio será identificado como OS (Own Ship).**

<b>Nome: Baltic Eagle</b>	<b>Tipo: Passageiro</b>	<b>LOA: 245m</b>	<b>Boca: 31m</b>
<b>DWT: 6.500 t</b>	<b>Bandeira: Brasileira</b>	<b>Propulsor: 02 – passo fixo</b>	

**Manobra a ser executada:**

Simulação de atracação no armazém 1 do porto do Rio de Janeiro.

<b>Rumo: 026°</b>	<b>Velocidade: 6 nós</b>	<b>Máquina: Meia-força AV</b>
<b>Posição Inicial: Lat: 22° 57,6 S e Long: 043° 09,2 W</b>		

**Condições Ambientais:**

<b>Hora: 01:00h</b>	<b>Vento: SW - 25 nós</b>	<b>Corrente: 000° - 1 nó</b>
<b>Mar: 3 (Beaufort)</b>	<b>Bandeira: Brasileira</b>	<b>Propulsor: 02 – passo fixo</b>

**Situações de Emergência:**

Nesta simulação, foram incorporadas três situações, envolvendo problemas técnicos, resultantes das duas etapas anteriores do estudo, são eles:

- 1 – Visibilidade Restrita;
- 2 – Risco de Colisão; e
- 3 – Falha de Equipamento (RADAR).

As situações foram escolhidas com base na frequência com que foram apontadas pelos participantes durante as entrevistas e pontuadas pelo questionário, perfazendo a escolha das situações para comporem a pesquisa, desta forma, não foram incluídos os princípios de incêndio e a emergência de água aberta, pois, para solucionar estas emergências a equipe do Passadiço deveria ser desfeita e a manobra interrompida.

**Dinâmica do exercício:**

Para a execução da manobra de entrada no porto do Rio de Janeiro, e para tornar o ambiente o mais próximo do real possível, foram inseridas algumas embarcações, chamadas de alvos, representas por **TS (Target Ship)**, com a capacidade de interação com o navio utilizado para a simulação.

Tabela 4: Alvos da simulação

ID	Tipo	Rumo	Velocidade	Direção	Posição
TS-2	Container	095°	2 nós	Saindo	Canal
TS-3	Granel	x	x	Fundeadado	x
TS-4	Tanque	190°	2 nós	Entrando	Ponte Rio-Niterói
TS-5	Granel	x	x	Fundeadado	x
TS-6	Barca	x	x	x	Rio-Niterói
TS-7	Container	169°	6 nós	Saindo	Través Aeroporto
TS-8	Container	170°	6 nós	Saindo	Través com a Laje

Fonte: (do autor)

O simulador utilizado será o apresentado nas figuras abaixo:



Figura 11: Passadiço

Fonte: (do autor)

Área utilizada para recriar o ambiente do passadiço, onde são realizadas as manobras com a embarcação, neste local fica a equipe que foi objeto do estudo.





Figura 12: Aparelho de Governo

Fonte: (do autor)

O aparelho de governo é o instrumento utilizado pelo timoneiro para alterar o rumo e, efetivamente, governar a embarcação.



Figura 13: Mesa de Cartas

Fonte: (do autor)

Neste local, o oficial da mesa de cartas é responsável por acompanhar graficamente a trajetória da embarcação ao longo do tempo.



Figura 14: Console de Equipamentos

Fonte: (do autor)

Neste local, encontram-se os equipamentos de auxílio a navegação.



Figura 15: Sala de Controle

(Fonte: do autor)

Nesta sala ficam o instrutor e a equipe responsável pelo simulador, carregando o exercício e alterando as condições visuais, climáticas, controlando os alvos e alterando situações de crise para observação dos participantes.

# CAPÍTULO VI

---

## 6 – ANÁLISE E RESULTADOS

### 6.1 - Primeira etapa: Entrevista Semiestruturada

A partir das respostas anotadas nas entrevistas pôde-se ter um panorama das situações críticas relatadas mais frequentemente. Após a análise destes dados surgiram as seguintes situações, considerando apenas a frequência das respostas:

- Visibilidade Restrita;
- Risco de Colisão;
- Falha de Equipamento;
- Princípio de Incêndio; e
- Água Aberta.

Foi solicitado a cada entrevistado que relatasse uma situação de emergência que ele considera frequente na atividade de entrada no porto. Com base nas respostas foi montado um gráfico representando a frequência de cada situação encontrada durante as entrevistas, posteriormente serão incluídos os graus de impacto que cada situação pode provocar e montado um gráfico representativo.

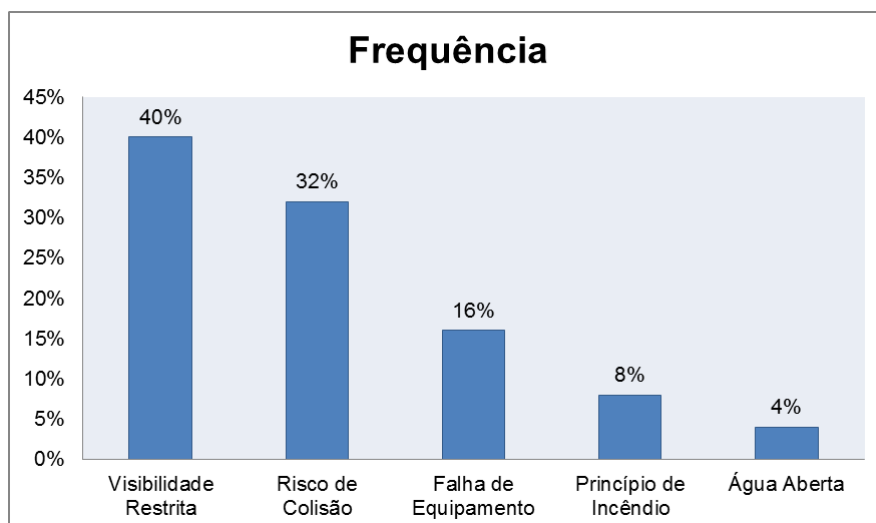


Gráfico 3: Frequência das emergências  
Fonte: (do autor)

## 6.2 - Segunda etapa: Questionário

Nesta fase da pesquisa, os participantes pontuaram as situações críticas encontradas nas entrevistas com base em sua severidade, na visão de cada um, de onde se extraiu a seguinte classificação, foi feita uma média com os valores encontrados e foram aproximados para se enquadrarem na escala de 1 a 5, elaborada para esta classificação:

Tabela 5: Classificação das situações de crise

Situação de Crise	Impacto
Risco de Colisão	5
Princípio de Incêndio	5
Falha de Equipamento	4
Visibilidade Restrita	3
Água Aberta	3

Fonte: (do autor)

De posse dos resultados anteriores, foi feita uma matriz de risco para cada uma das emergências, utilizando as dimensões de frequência (probabilidade) e severidade (impacto), cruzando estas duas características, chegou-se ao risco existente na situação.

### Matriz:

Impacto \ Probabilidade	Sem Impacto	Leve	Médio	Grave	Gravíssimo
Quase certo	Elevado	Elevado	Extremo	Extremo	Extremo
Alta	Moderado	Elevado	Elevado	Extremo	Extremo
Média	Baixo	Moderado	Elevado	Extremo	Extremo
Baixa	Baixo	Baixo	Moderado	Elevado	Extremo
Raro	Baixo	Baixo	Moderado	Elevado	Elevado

**Riscos indicados na Matriz:**

Impacto \ Probabilidade	Impacto				
	Sem Impacto	Leve	Médio	Grave	Gravíssimo
Quase certo					
Alta			Visibilidade Restrita	Falha de Equipamento	
Média					Risco de Colisão
Baixa					Princípio de Incêndio
Raro				Água Aberta	

Nesta etapa foi possível concluir que das situações surgidas, considerando suas probabilidades com os possíveis impactos, todas são capazes de gerar riscos Elevados ou Extremos, sendo a atividade marítima uma atividade com um considerável potencial de risco.

Este gráfico demonstra os impactos representados por cada situação em função da frequência (probabilidade) que se apresentam.

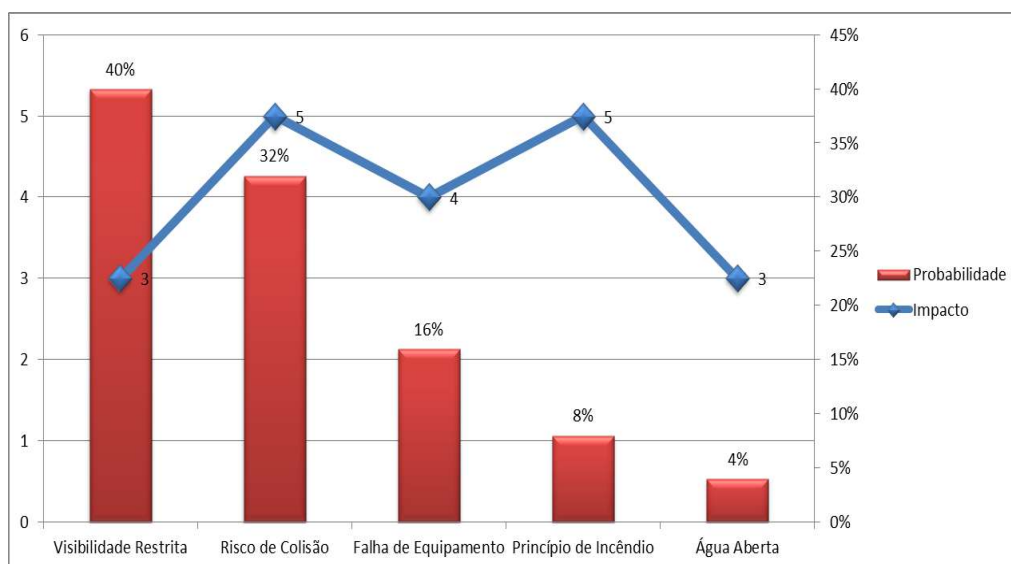


Gráfico 4: Probabilidade x Impacto  
 Fonte: (do autor)

### 6.3 - Terceira etapa: Simulação

Para a análise desta etapa do trabalho, foram usados os recursos de observação visual, durante a execução do exercício, registro em vídeo das manobras realizadas e captação de áudio para futuras interpretações.

Os cinco grupos observados realizaram o mesmo exercício, portanto, foi possível comparar as decisões e ações tomadas por cada um deles.

Foram incluídos os problemas técnicos relacionados a:

- Visibilidade Restrita;
- Risco de Colisão; e
- Falha de Equipamentos.

Da tabela de soluções possíveis foram retirados os itens a serem comparados com o executado, ou seja, onde seria feita a comparação do executado x prescrito, conforme demonstrado abaixo:

Tabela 6: Extrato da tabela do CONAPRA

<b>Problema</b>	<b>Soluções Possíveis</b>
<b>Visibilidade Restrita</b>	Utilizar o RADAR Utilizar apito conforme RIPEAM Reduzir velocidade se necessário Fundear o navio em situação extrema
<b>Falha de RADAR com visibilidade restrita</b>	Fundear o navio e aguardar melhora de visibilidade

Fonte: (do autor)

## Grupo 1:

---



Figura 16: Grupo 1  
Fonte: (do autor)

Ao iniciar o exercício, percebendo a visibilidade restrita, o grupo tomou a decisão de utilizar o apito do navio conforme instruções do RIPEAM, a fim de alertar as demais embarcações de sua passagem. Reduziram a velocidade do navio.

Em seguida, foi introduzida uma falha no RADAR, o que tornou a manobra mais difícil, pois não havia condições para navegação visual e nem por equipamento RADAR, o que resultou em um risco de colisão com um dos alvos que trafegava na Baía, porém foi feita utilização do rádio VHF para alertar da passagem do navio pelo canal, informando às demais embarcações sobre o problema, e desta forma, o práctico, com a anuência do comandante decidiu seguir com a manobra, assumindo o risco. Nesta situação, pelo prescrito, o grupo deveria tomar a decisão de fundear a embarcação e aguardar a melhora de visibilidade, porém, não foi feito desta forma.

Mesmo a manobra tendo sido realizada sob risco, houve sucesso em sua execução, porém, este comportamento foi levantado após o exercício, sendo enfatizada a necessidade de uma navegação segura sob condições desfavoráveis, não havendo a possibilidade de incluir tal atitude na tabela padrão de soluções

possíveis. Não sendo considerada, para efeito deste estudo, como uma manobra acertada.

Manobra realizada pelo grupo 1:

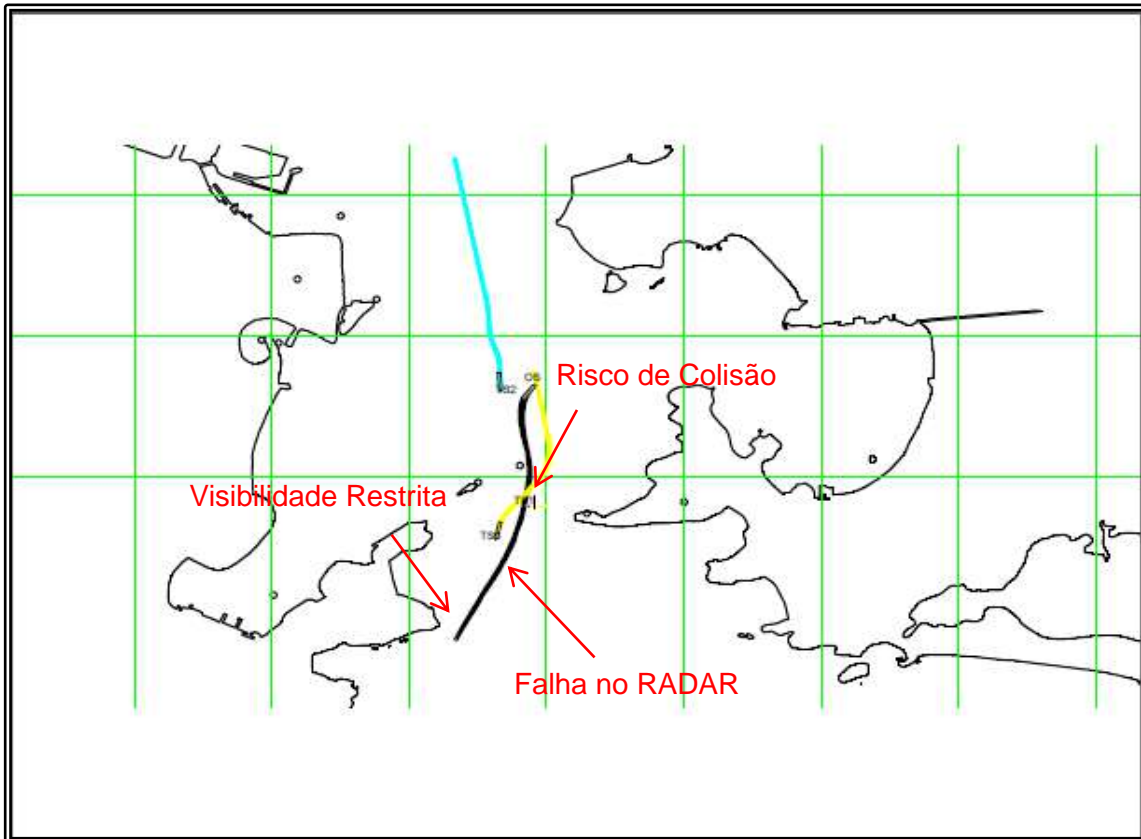


Figura 17: Trajetória do grupo 1  
Fonte: (do autor)

A figura acima demonstra graficamente a trajetória do navio utilizado na simulação pelo primeiro grupo, pode-se notar, também, a trajetória traçada pelos alvos que constavam do exercício,



**Grupo 2:**

O mesmo foi feito com o grupo 2, as medidas para acesso ao canal com visibilidade restrita e risco de colisão com um dos alvos foram tomadas de acordo com o previsto na tabela, porém, ao se incluir a falha do RADAR, o prático decidiu seguir com a manobra, assim como o primeiro grupo, contudo, houve um desencontro no entendimento das ordens dadas por ele, e as medidas requeridas pelo comandante, discordando de sua decisão, sendo contrário e determinando que o navio fosse fundeado.

Com a ação do comandante em exigir que o navio fosse fundeado e aguardasse a melhora da visibilidade, a manobra foi interrompida e passou a figurar dentro do prescrito para este tipo de situação. Sendo considerada como acertada.



Figura 18: Grupo 2  
Fonte: (do autor)

### Grupo 3:

Todas as medidas previstas para a execução da manobra foram tomadas de acordo com o esperado e prescrito na tabela de soluções possíveis para as situações de emergência apresentadas para este grupo.

Não foram observados problemas de comunicação e de execução das determinações dadas pelo práctico e comandante. Sendo esta manobra considerada como acertada, para efeito deste estudo.

Manobra realizada pelo grupo 3:

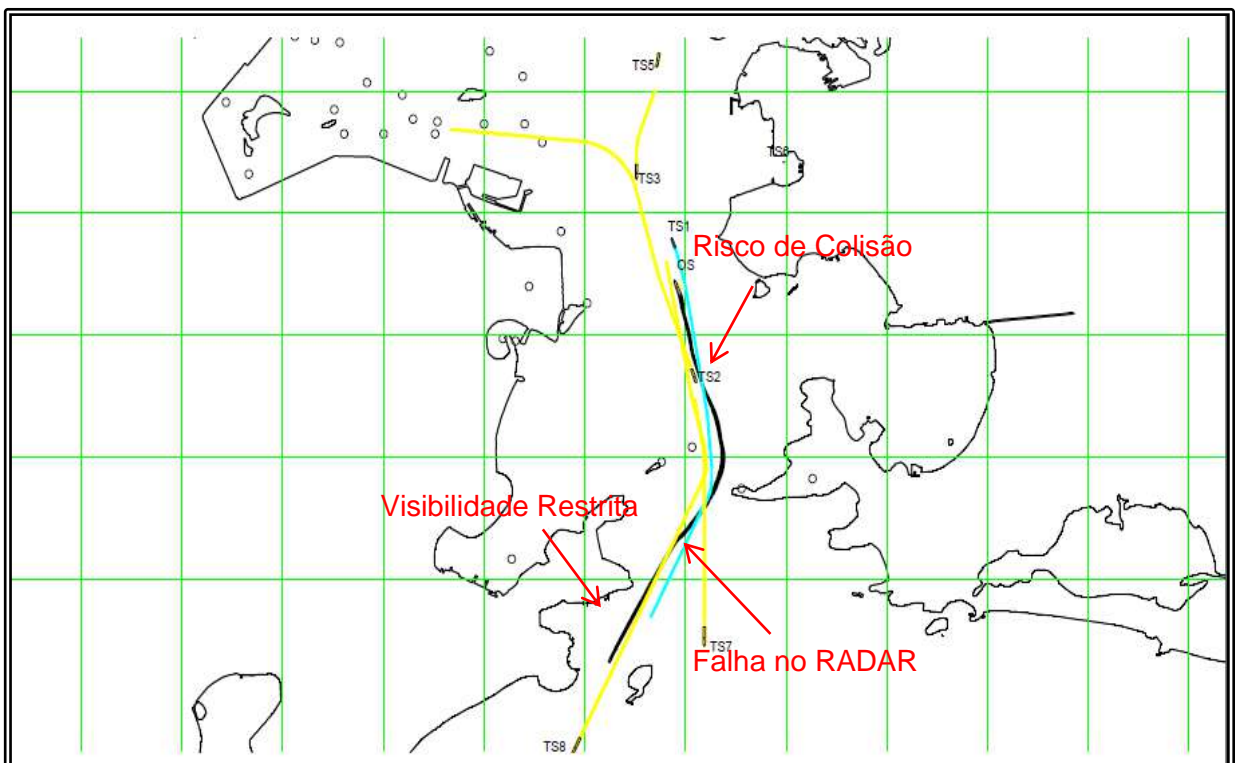


Figura 19: Trajetória Grupo 3  
Fonte: (do autor)

A figura acima demonstra graficamente a trajetória do navio utilizado na simulação pelo terceiro grupo, pode-se notar, também, a trajetória traçada pelos alvos que constavam do exercício.

#### Grupo 4:

A manobra realizada por este grupo, assim como pelo grupo 3, foi executada dentro do esperado, porém, notou-se uma demora na execução das ordens dadas pelo práctico e ratificadas pelo comandante. A equipe (timoneiro, RADAR e mesa de cartas) demorou a responder às determinações, tendo um atraso na execução das ações. Notou-se também uma falha de comunicação com os rebocadores que foram chamados para auxiliar a manobra, sendo, por vezes, interrompida com a mensagem falhada.

Todavia, apesar das observações de falhas de comunicação interna e externa, a manobra foi finalizada com sucesso, sendo assim, considerada como acertada pelo grupo.



Figura 20:Grupo 4  
Fonte: (do autor)

### Grupo 5:

Este grupo já iniciou a manobra convocando rebocadores para auxiliar, o que estava previsto em caso de visibilidade restrita, decisão dentro do esperado. Utilizaram o apito para alertar sua posição, assim como o rádio VHF para chamada geral e reduziram a velocidade, conforme prescrito para condição de visibilidade restrita.

Ao contrário dos demais grupos, avaliaram a situação como extrema e decidiram, prático em conjunto com o comandante, fundear a embarcação e aguardar a melhora da visibilidade, evitando assim qualquer situação inesperada. Não sendo incluído o risco de colisão com um alvo, e nem a falha no RADAR, pois foi executada a manobra de fundeio logo no início do exercício.

Este grupo foi considerado demasiadamente prudente, pois diante do proposto, poderiam ser tomadas atitudes que garantissem a continuidade da manobra em segurança, antes da tomada de decisão de fundear a embarcação.

Mesmo assim, a manobra de fundear a embarcação em situações extremas está prevista na tabela de soluções padrão para o caso de visibilidade restrita, portanto, foi considerada como acertada pelo grupo.

Resumo e representação esquemática das decisões tomadas por cada grupo durante a execução do exercício:

Tabela 7: Resumo das decisões tomadas

	Visibilidade Restrita			Falha no RADAR		Risco de Colisão
	Usou apito	Reduziu a Velocidade	Fundeou	Reduziu a Velocidade	Fundeou	Prosseguiu a manobra
Grupo 1	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM
Grupo 2	SIM	SIM	SIM	X	X	X
Grupo 3	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	X
Grupo 4	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	X
Grupo 5	SIM	SIM	SIM	X	X	X

Fonte: (do autor)

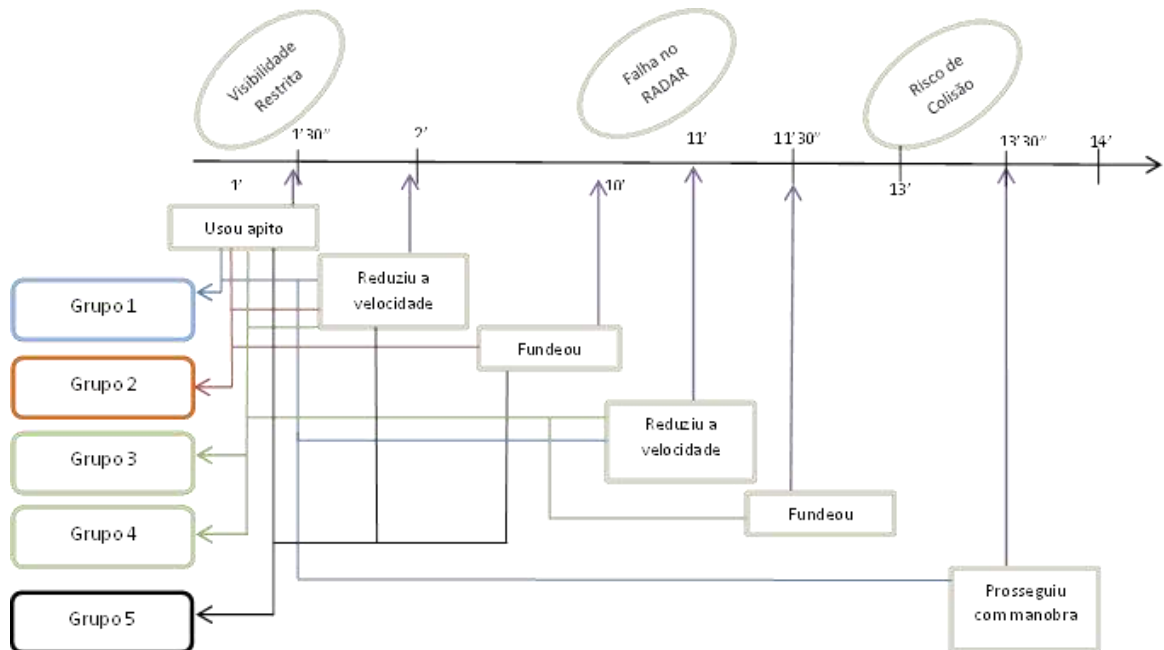


Figura 21: Representação das tomadas de decisão  
Fonte: (do autor)

A figura acima representa de forma esquemática os resultados obtidos por cada grupo após o exercício simulado de entrada no Porto do Rio de Janeiro, as ações tomadas por cada equipe conforme as situações críticas eram incluídas na simulação, por faixas temporais.

# CAPÍTULO VII

---

## 7 – CONCLUSÃO

Diante da atividade proposta, tratando-se de um sistema complexo, foram identificados aspectos da atividade cognitiva para o cumprimento da tarefa e recolhidos elementos cognitivos, tais: identificação de indícios, percepção de falhas, detecção de problemas, antecipação a eventos indesejáveis, tomada de decisão, conflito de reconhecimento de situação, os quais foram identificados como conceitos da Engenharia de Resiliência aplicados à atividade marítima, como forma de recuperação do sistema após as perturbações, apontando os aspectos ressaltados durante as observações.

Os elementos recolhidos possibilitam afirmar que a experiência dos envolvidos foi o fator primordial no sucesso da execução das manobras.

A experiência faz com que o reconhecimento de situações aconteça mais rapidamente, na construção de diagnósticos e tomadas de decisão mais adequadas.

O conflito existente em um dos exercícios sugere a necessidade de se buscar uma estruturação na simulação, onde se precisa compreender em profundidade a razão do conflito, para isso, um possível caminho é que em situações desta natureza, para este tipo de simulação, deve-se realizar um *debriefing* para entender sua razão.

Sugerimos que fossem adotados em termos metodológicos este *debriefing*, para que se possa entender melhor e com mais critérios as razões de eventuais conflitos.

A Análise de Tarefas Cognitivas revelou-se um método adequado para identificar os requisitos de treinamento em atividades complexas.

Cognitive Task Analysis fornece informações para construção para cenários de simulação, ajuda a realizar treinamentos através da simulação usando as histórias reunidas durante as entrevistas.

Em função da estrutura hoje apresentada, não há diferenciação de categorias e funções, todos os participantes desempenhavam funções distintas, porém ocupam a mesma categoria, diante disto, outra sugestão seria a elaboração de um novo

exercício de simulação com cada função no Passadiço sendo desempenhada por profissionais de suas categorias.

Para que se tenha uma comparação das atividades cognitivas encontradas neste trabalho é necessário o desenvolvimento de estudos com profissionais menos experientes ou iniciantes, para se traçar um paralelo e tentar entender como a simulação pode acelerar o processo de aprendizagem a ponto de aproximar os processos mentais experimentados por situações vividas pelos mais experientes.

Este trabalho traça evidências iniciais dentro da metodologia aplicada no universo pesquisado, surgindo, desta maneira, a necessidade de aumentar a amostragem, para que este não seja mais um fator limitante para pesquisas futuras.

## REFERÊNCIAS

Barros, G. L. M. Navegar é fácil. 11. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Edições marítimas, 2001.

Chi, M. T. H., and R. A. Bjork. Modeling expertise. In *In the mind's eye: Enhancing human performance*, edited by D. Druckman and R. A. Bjork, 57–79. Washington, DC: National Academy Press, 1991.

Chi, M. T. H., R. Glaser, and M. J. Farr, eds. *The nature of expertise*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum & Associates, 1988.

Carvalho, P.V.R., *The role of nuclear power plant operators' communications in providing resilience and stability in system operation*. Greco, 2006

Crandall, B., and R. Calderwood. *Clinical assessment skills of experienced neonatal intensive care nurses*. Fairborn, OH: Klein Associates, 1989.

Crandall, B., and K. Getchell-Reiter. *Critical decision method: A technique for eliciting concrete assessment indicators from the “intuition” of NICU nurses*. *Advances in Nursing Sciences*, 16(1): 42–51, 1993.

Crandall, B., G. Klein, L. Militello, and S. Wolf. *Tools for applied cognitive task analysis*. Technical Report prepared under Contract No. N66001-94-C-7008 for the Naval Personnel Research and Development Center, San Diego, CA. Fairborn, OH: Klein Associates, 1994.

Crandall, B. W., M. Kyne, L. Militello, and G. A. Klein. *Describing expertise in one-on-one instruction*. Fairborn, OH: Klein Associates, 1992.

Crandall, B., M. McCloskey, C. Adams, and G. Klein. *Problem solving in mediation: A cognitive study*. Fairborn, OH: Klein Associates, 1996.

Crandall, B., R. M. Pliske, and C. E. Zsombok. *On-the-Job training: A review of the literature*. Fairborn, OH: Klein Associates, 1999.

Dekker, S. *The Field Guide to Understanding Human Error*. Ashgate Burlington, 2006.

Feltovich, P. J., K. M. Ford, and R. R. Hoffman. *Expertise in context*. Menlo Park, CA: AAI Press, 1997.



Heinrich, H. W.. Industrial accident prevention: a scientific approach. New York, McGraw-Hill Book Company, 1941.

Hollnagel, E. The Resilience Analysis Grid In E. Hollnagel, J. Pariès, D. Woods & J. Wreathall (Eds.), Resilience Engineering in Practice. A Guidebook. Farnham, Surrey, UK: Ashgate Publishing, 2011.

Hollnagel, E. FRAM: The Functional Resonance Analysis Method - Modelling Complex Socio-Technical Systems: Ashgate Publishing Company, 2012.

Hollnagel, E., & Woods, D. D. Joint Cognitive Systems. Foundations of Cognitive Systems Engineering. Boca Raton, FL: CRC Press, 2005.

Kaempf, G. L., S. Wolf, M. L. Thordsen, and G. Klein. Decision making in the AEGIS combat information center. Fairborn, OH: Klein Associates, 1992.

Klein, G., & Amstrong, A. A. Critical decision method. In N. A. Stanton, A. Hedge, K. Brookhuis, E. Salas, & H. Hendrick (Eds.), Handbook of human factors and ergonomics methods. Boca Raton, FL: CRC Press, 2005.

Nisbett, R. E., and T. D. Wilson. Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes. Psychological Review, 84(3): 231–259, 1977.

Roth, E. M., E. S. Patterson, and R. J. Mumaw. Cognitive engineering: Issues in user-centered system design. In Encyclopedia of Software Engineering, edited by J. J. Marciniak, 163–179. New York: Wiley-Interscience, 2002.

Woods, D.D. Resilience and the Ability to Anticipate. In E. Hollnagel, J. Pariès, D. D. Woods & J. Wreathall (Eds.), Resilience Engineering in Practice. A Guidebook. Farnham, Surrey, UK: Ashgate, 2011.

Woods, D.D., & Hollnagel, E. Joint Cognitive Systems. Patterns in Cognitive Systems Engineering. Boca Raton, FL: CRC Press, 2006.

## ANEXO I

### SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA A SEREM CRIADAS PARA O SIMULADOR DE MANOBRAS

#### 1 - Problemas de Relacionamento

Item	Problema	Soluções possíveis
1.1	Dificuldades de comunicação devido ao idioma	<ul style="list-style-type: none"> <li>- insistir com vocabulário padrão;</li> <li>- utilizar recursos de gestos (mímica);</li> <li>- escrever;</li> <li>- desenhar;</li> <li>- em casos extremos, realizar as manobras necessárias no timão e telégrafo.</li> </ul>
1.2	Isolamento do time do passadiço	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tentar furar o bloqueio através do comandante;</li> <li>- tentar contato com um oficial do passadiço caso o comandante esteja "bloqueado"</li> <li>- tentar chamar a atenção do comandante com uma ordem brusca ou um apito longo.</li> </ul>
1.3	Dificuldades de relacionamento com o Comandante - hostil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- não aceitar provocações;</li> <li>- nunca abandonar o passadiço;</li> <li>- comunicar atalaia e AM (VHF e/ou celular);</li> <li>- fundear o navio em caso de risco para a manobra.</li> </ul>
1.4	Dificuldades de relacionamento com o Comandante - embriagado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- não aceitar provocações;</li> <li>- tentar contato com um oficial do passadiço;</li> <li>- comunicar atalaia e AM (não afirmar pelo VHF que está bêbado);</li> <li>- fundear o navio.</li> </ul>
1.5	Dificuldades de relacionamento com o Comandante - interfere na manobra sem cientificar o prático	<ul style="list-style-type: none"> <li>- solicitar ao comandante que o avise para evitar dupla ação ou ações contraditórias;</li> <li>- alertar o Comandante dos riscos decorrentes das suas atitudes;</li> <li>- nunca abandonar o passadiço;</li> <li>- comunicar atalaia e AM.</li> </ul>
1.6	Dificuldades de relacionamento com o Comandante - dispersivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- não perder a concentração (foco da manobra);</li> <li>- mudar de posição no passadiço;</li> <li>- tentar quebrar o diálogo com assuntos técnicos.</li> </ul>

## 2 - Problemas Técnicos

Item	Problema	Soluções possíveis
2.1	Falha de leme (navio fica sem possibilidade de uso do leme)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- quebrar o seguimento com máquina atrás, ferro ou ambos;</li> <li>- utilizar rebocadores caso a situação permita;</li> <li>- fundear o navio e aguardar reparo.</li> </ul>
2.2	Falha de leme (navio fica sem possibilidade de acionar o leme pelo passadiço)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- quebrar o seguimento com máquina atrás, ferro ou ambos;</li> <li>- utilizar rebocadores caso a situação permita;</li> <li>- fundear o navio e aguardar reparo;</li> <li>- informar a todos os envolvidos por VHF.</li> </ul>
2.3	Falha de Máquina (navio fica sem máquina)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tentar governar enquanto possível;</li> <li>- largar o ferro se for o caso e houver profundidade suficiente;</li> <li>- fundear o navio.</li> </ul>
2.4	Navio apaga	<ul style="list-style-type: none"> <li>- largar o ferro, se for o caso e houver profundidade para esta manobra, se necessário;</li> <li>- utilizar rebocadores caso disponíveis e fundear/atracar a reboque;</li> <li>- varação caso a margem seja de fundo que não traga avarias;</li> <li>- fundear o navio.</li> </ul>
2.5	Quebra de comunicação com os rebocadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- usar apito para chamar atenção dos rebocadores;</li> <li>- tentar outro canal em outro VHF;</li> <li>- caso exista alguma embarcação de apoio próximo utilizá-la para retransmitir as ordens;</li> <li>- abortar a manobra se ainda for possível.</li> </ul>
2.6	Impossibilidade de manobra nos rebocadores - Falha de máquina ou leme	<ul style="list-style-type: none"> <li>- abortar a manobra caso seja possível e o uso do rebocador seja imprescindível;</li> <li>- tentar manobrar com uso do ferro.</li> </ul>
2.7	Cabo de rebocador partido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- abortar manobra caso possível e não haja tempo suficiente para passar outro cabo;</li> <li>- utilizar ferro, caso possível, para efetuar a manobra.</li> </ul>

Item	Problema	Soluções possíveis
2.8	Falha na Giro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- governar com agulha padrão;</li> <li>- utilizar proas com marcações de terra.</li> </ul>
2.9	Risco de colisão com embarcações miúdas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- chamar pelo VHF;</li> <li>- reduzir seguimento;</li> <li>- utilizar apito conforme RIPEAM;</li> <li>- utilizar embarcações de apoio para chamar atenção;</li> <li>-parar o navio, se possível.</li> </ul>
2.10	Risco de colisão devido interação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- evitar interação, principalmente em ultrapassagens.</li> </ul>
2.11	Balizamento apagando durante a manobra	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utilizar RADAR;</li> <li>- utilizar embarcação de apoio posicionando-a próximo a bóia (se for o caso);</li> <li>- abortar a manobra, se necessário.</li> </ul>
2.12	Visibilidade restrita	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utilizar RADAR;</li> <li>- utilizar apito conforme RIPEAM;</li> <li>- reduzir velocidade, se necessário;</li> <li>- fundear navio em situações extremas.</li> </ul>
2.13	Falha de RADAR em situações de visibilidade restrita	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fundear o navio e aguardar melhora de visibilidade.</li> </ul>
2.14	Falha elétrica nos equipamentos do passadiço (todos "apagados")	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tentar governar pelo visual;</li> <li>- largar ferro, se possível;</li> <li>- levar navio a reboque.</li> </ul>
2.15	Máquina "travada" AV ou AR	<ul style="list-style-type: none"> <li>- parar máquina na botoeira de partida/parada de emergência.</li> </ul>
2.16	Água aberta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- avaliar se há risco de naufrágio, de interrupção da navegação e de poluição;</li> <li>- opções: varar, provocar banda;</li> <li>- coletar evidências para um eventual inquérito.</li> </ul>

Item	Problema	Soluções possíveis
2.17	Vazamento de carga	<ul style="list-style-type: none"><li>- avaliar se há ação para evitar ou reduzir o vazamento;</li><li>- avaliar se há ação para conter o impacto do vazamento;</li><li>- trocar a carga de tanques;</li><li>-parar o navio para facilitar o controle da poluição ou tentar sair de águas restritas;</li><li>- comunicação com autoridades competentes;</li><li>- coletar evidências para um eventual inquérito.</li></ul>