

O Efeito do Treinador de Imersão no Curso de Aperfeiçoamento de Submarinos para Oficiais e na Revalidação do Oficial de Águas.

1. Resumo

Existe uma técnica de modelagem avançada que é aplicada em diversas áreas, como aviação, medicina, engenharia e jogos, abordada pelos autores Valério Netto *et al.* (1998, p. 110-111) e que possibilita a interação segura, eficiente e de baixo custo dos usuários com sistemas virtuais, através da criação de ambientes realísticos que reproduzem comportamentos similares aos do mundo real, com precisão e detalhes. Pesquisas que exploram o uso dessas técnicas em ambientes industriais, conforme mencionado por Rix *et al.* (1995, p.348), validam essas informações.

Na área da Força de Submarinos essa experiência realística é aplicada por meio de simuladores, os quais permitem treinar situações críticas e diversas, assim como repetir procedimentos com intuito da elevação na confiabilidade e segurança imersiva dos submarinistas para o auxílio na tomada de decisões em ambientes voláteis, incertos e complexos. Os simuladores são de extrema relevância para a capacitação e a constante atualização do pessoal.

Assim é indispensável que haja um constante desenvolvimento do oficial submarinista, a fim de manter a qualificação adquirida. Esse estudo aborda conteúdo analítico para capacitação do aluno e instrução do Oficial de Águas, em prol do Adestramento.

2. Introdução com Breve Histórico

As qualificações dos oficiais submarinistas são promovidas pelo Curso de Aperfeiçoamento de Submarinos para Oficiais (CASO) no Centro de Instrução e Adestramento Almirante Átila Monteiro Aché (CIAMA) localizado na Ilha do Mocanguê, Niterói – RJ, cujo o propósito segundo o Comando de Força de Submarinos (2023) é: “capacitar pessoal para o exercício de cargos e funções operativas e técnicas relacionadas as atividades de submarino, de mergulho e de operações especiais”.

O CASO é composto por três fases:

Fase Alfa 1: etapa teórica, com duração em torno de seis meses.

Fase Alfa 2: etapa prática, com duração média de um mês e ocorre no Treinador de Imersão (TI), ou seja, no simulador. O CASO de 1997 foi o primeiro a realizar a qualificação no TI, e até momento contemplou um total de 171 oficiais submarinistas brasileiros e 17 oficiais de marinhas estrangeiras.

Fase Bravo: etapa embarcado, e num período de 5 meses o aluno coloca em prática os aprendizados obtidos em aula e no simulador.

Somente após o cumprimento dessas três fases o oficial estará apto a exercer a função e atribuições de Oficial de Águas. Após conclusão do CASO, ao longo de sua carreira, o Oficial será submetido a adestramentos regulares para atualização e revalidação.

Nesse contexto, a abordagem específica deste estudo, foi baseada em dados obtidos das avaliações dos alunos na Fase Alfa 2 do CASO e das revalidações regulares aplicadas. O objetivo foi realizar uma análise descritiva, por meio de dados estatísticos, para verificar a qualificação do Oficial de Águas ao longo de sua carreira.

3. Fase Alfa 2 do CASO e Revalidação do Oficial de Águas

Durante a Fase Alfa 2 do CASO e da Revalidação, os oficiais vivenciam experiências realistas, por meio de simulação, protagonizada no TI, que é composto por uma cabine móvel para Submarinos da Classe Tupi (SCT) e por uma sala destinada à *briefing* e *debriefing*.

O TI sofreu uma atualização dos seus sistemas de controle e automação em 2020 a 2021. Neste projeto foram realizadas melhorias no simulador, conforme informado na Revista O Periscópio (Comando da Força de Submarinos, 2022, p.14), como: modernização eletrônica por meio de um novo sistema operacional; *upgrade* na automação que permite um total controle translacional e rotacional do

submarino incrementando a realidade de imersão; disponibilização pré-programada de avarias; e retorno à corrida em dias posteriores, exatamente do ponto em que parou.

Na fase Alfa 2, os alunos praticam manobras comuns aos do SCT num trânsito em viagem e agem em situações de emergência, treinando e cumprindo os procedimentos repetidamente. Ao completar no mínimo duas corridas de preparação, o aluno é avaliado em três provas de diferentes níveis, que resulta uma média final.

A Revalidação dos Oficiais de 2015 a 2017, consistiu em verificar o seu grau de qualificação no TI, para validar a sua capacitação. Para essa pesquisa foi compilado as corridas de revalidações dos oficiais alocados na área da Força de Submarinos.

Na sequência, serão apresentados os dados coletados e análises realizadas com base nas notas das provas do CASO 2012 a 2022 e das respectivas revalidações, que por meio metodológico descritivo estatístico foi criado análises tangíveis e factíveis.

4. Metodologia e Características dos Dados

A metodologia estatística descritiva é essencialmente quantitativa e fornece dados por meio das médias. Sua definição de acordo com Reis (1996, p.15) é: “A estatística descritiva consiste na recolha, análise e interpretação de dados numéricos através de instrumentos adequados: quadros, gráficos e indicadores numéricos”. Assim, com objetivo de gerar informações sem dispersão de dados, foram aplicadas as seguintes etapas nesse estudo:

Coleta de dados: realizada no decorrer de um mês junto ao Departamento de Ensino do CIAMA. Os dados coletados foram das provas 1, 2 e 3 da fase Alfa 2 do CASO 2012 a 2022, e das corridas 1 e 2 de Revalidação, em especial, as ocorridas de 2015 a 2017.

Organização dos dados: as avaliações foram organizadas por ordem cronológica em arquivos digitais (fotos), totalizando 2Gb, sendo divididas em duas pastas: uma para o CASO e outra para Revalidação.

Resumo dos dados: foi realizada revisão de cada avaliação, absorvendo as notas e reunindo-as em uma planilha do *Libre Office Calc*. As Revalidações foram organizadas por turmas se limitando ao CASO 2012-1, 2012-2, 2013, 2014 e 2015.

Interpretação dos dados: adotou-se o uso de técnicas e métodos para descrever os dados em medidas de tendência central, obtida por meio da média das notas das avaliações, do desvio padrão, de correlações de variáveis, e por fim de interpretações gráficas no modelo coluna, para as confrontações e análises finais.

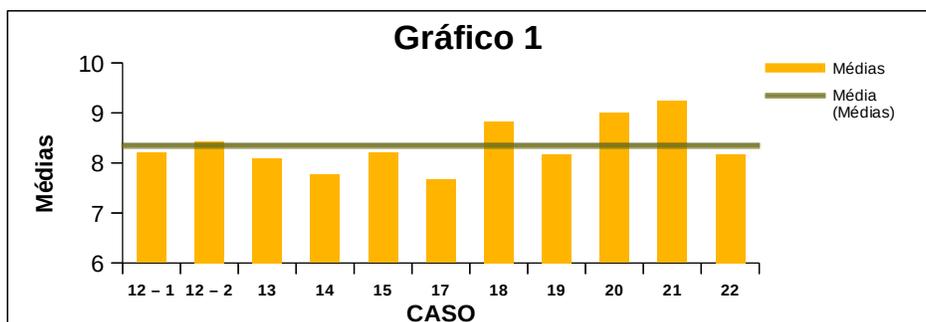
5. Análise dos Dados

O processo de análise para avaliar a qualificação será realizado por meio de medidas, como: o ano, os resultados de desempenho, a quantidade de corridas por oficial, a quantidade de alunos brasileiros e o tipo de avaliação. Em conjunto esses fatores irão fornecer uma visão macro de capacitação e permitir interpretação mais precisa.

5.1 Análises da Fase Alfa 2

As maiores e menores pontuações no período de 2012 à 2022 foram examinadas, bem como a correlação entre as três provas realizadas.

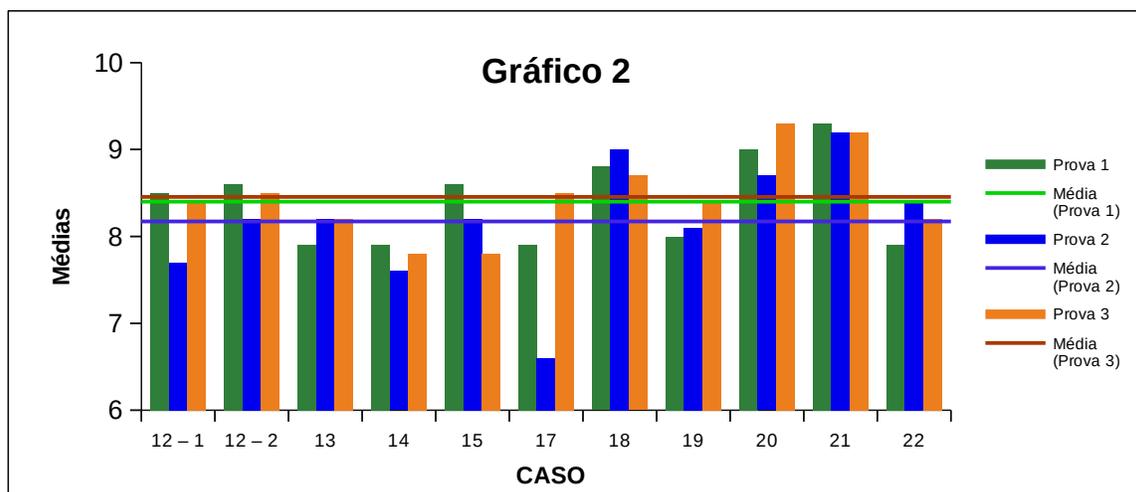
No tocante as pontuações, de acordo com o Gráfico 1, foi realizada uma análise preliminar de um total de 85 oficiais que atingiu média geral de 8,3. Das 11 turmas analisadas desse mesmo período, constatou-se que 4 turmas posicionaram-se acima da média, enquanto que 7 encontraram-se abaixo dela. É importante ressaltar que, dentro dessa população, foram descartadas as avaliações dos sete estrangeiros peruanos e venezuelanos que concluíram o curso.



As maiores pontuações do Gráfico 1 indicaram que os CASO 2020 e 2021 apresentaram um desempenho acima do desvio padrão em comparação às outras turmas. Ressalta-se que essas turmas foram as únicas que realizaram a fase Alfa 2 à bordo, devido a modernização do simulador, o que prejudicou as análises das avarias durante uma corrida. Com isso, os instrutores concentraram-se em treinar a fraseologia dos alunos, que era a habilidade mais relevante nesse cenário, superestimando esse quesito em relação a outras possíveis análises. Dessa forma, é possível entender melhor o desempenho excepcional dessas turmas em relação ao desvio padrão.

Em relação as baixas pontuações, ao observar o Gráfico 1, pode-se notar que as turmas de 2014 e 2017 tiveram as duas menores médias em relação às outras nove turmas analisadas. Além disso, o CASO 2017 apresentou desempenho geral abaixo do desvio padrão.

Ressalta-se no Gráfico 2, que em 2017 a média da prova 2 ficou abaixo da terceira faixa do desvio padrão, algo considerado raro na análise estatística. Portanto, a análise cuidadosa dos dados que caem na terceira faixa do desvio padrão é essencial para identificar e tratar possíveis problemas.



No que se refere ao estudo da Correlação entre as três provas (1, 2 e 3), como demonstrado no Gráfico 2, foi feita uma análise estatística que identificou relações entre elas e compreendeu o desempenho dos alunos. A partir desses dados, é possível desenvolver um plano de aplicação das provas que leve em consideração os pontos fortes e fracos em prol da instrução.

Segundo os autores Lira e Neto (2006, p.45) existe um “método usualmente conhecido para medir a correlação entre duas variáveis” denominado coeficiente de correlação linear de Pearson, introduzido por Karl Pearson em 1897 como o primeiro método de correlação. Adotou-se nesse estudo essa ferramenta obtendo-se uma correlação entre as provas, duas a duas. Como esse coeficiente é uma medida estatística que indica a força e a relação linear entre as provas, garantiu-se assim uma avaliação mais completa e justa do seu desempenho. Quando o resultado desse coeficiente de correlação é

próximo a +1 ou -1 indica uma forte correlação, e quando próximo de zero indica uma correlação fraca ou inexistente, o que pode ser útil para prever resultados e tomar decisões.

Para ser possível efetuar essa correlação foi necessário primeiramente agrupar as turmas em dois blocos representadas pela Tabela 1, turmas do CASO 2017, 2018 e 2022, e pela Tabela 2, as 8 restantes. A intenção desse tratamento foi separar os dois grupos com base na quantidade de corridas, sendo um dos melhores indicadores para os resultados das notas.

Tabela 1

Correlações	Prova1	Prova2	Prova3
Prova1	1,0	-	-
Prova2	0,7	1,0	-
Prova3	0,8	0,1	1,0

Tabela 2

Correlações	Prova1	Prova2	Prova3
Prova 1	1,0	-	-
Prova 2	0,8	1,0	-
Prova 3	0,7	0,8	1,0

Como a quantidade média de manobras realizadas por oficial é um fator crucial a ser considerado, a demanda das turmas representadas na Tabela 1 foi uma média de 42 corridas, enquanto as da Tabela 2 foi uma média de 14 corridas, ou seja, o grupo da Tabela 1 realizou três vezes mais manobras do que as demais turmas.

Mediante os resultados obtidos das correlações na Tabela 1, sugere-se que para as futuras turmas que intencionam uma média de 14 manobras, realizem a aplicação da prova 2 imediatamente após a prova 1. Recomenda-se que os procedimentos e avarias relacionados à prova 1 sejam realizados simultaneamente ao treinamento, aproveitando a forte correlação (0,7) entre essas avaliações. É importante ressaltar que a correlação entre a prova 2 e a prova 3 é fraca (0,1), o que reforça a importância de se concentrar na preparação independente da prova 2.

A Tabela 2 sugere um planejamento mais flexível para a aplicação e preparação para as provas, uma vez que há forte correlação duas a duas, demonstrada pelos fatores de correlação (0,8 , 0,7 e 0,8). Isso significa que, mesmo se houver um intervalo maior entre a aplicação das provas, a preparação pode ser mantida em um ritmo constante sem maiores preocupações em relação à perda de conteúdo. Assim, os instrutores podem ter uma programação mais flexível para a realização das provas, podendo ajustar o cronograma de acordo com as necessidades.

5.2 Provas da Fase Alfa 2 do CASO x Corridas de Revalidação

Com o objetivo de assegurar uma equivalência adequada entre as provas do CASO e as corridas de revalidação, foi necessário realizar um cuidadoso processo de tratamento dos dados, o qual foi dividido em etapas com o intuito de garantir a eficácia do resultado final:

- **Padronização:** para estabelecer uma paridade e garantir comparações mais precisas e justas entre as provas do CASO e as das revalidações, foi necessário anular certas questões (avarias) que poderiam interferir nos resultados.

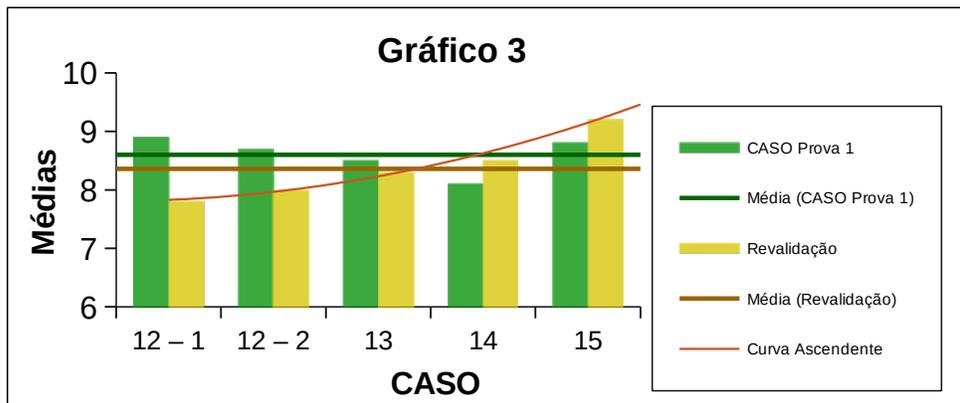
- **Equivalência:** o grau correspondente a essas avarias anuladas foi devolvido ao oficial, e para garantir uma avaliação mais justa foi adotada uma nota fictícia.

- **Limpeza e Tratamento de Dados:** foram retirados alguns oficiais das análises, pelo fato de não terem realizados todas as corridas de revalidação.

- **Seleção:** com a predominância dos oficiais das turmas 2012-1, 2012-2, 2013, 2014 e 2015 na revalidação, essas turmas foram as selecionadas para a análise comparativa. É importante observar que a turma 2012-1 representou apenas em torno de 30% do seu efetivo total.

Após os tratamentos, houve a comparação dos resultados do CASO com os da Revalidação, como demonstrado no Gráfico 3. O desempenho da turma de 2015 na Revalidação foi superior, alcançando

uma média de 9,2 com apenas uma corrida, atribuída ao fato da sua recente conclusão do curso. Já para as turmas de 2012-2, 2013 e 2014, foram necessárias 2,5 corridas para alcançar a média de 8,2, mas é importante ressaltar que duas dessas turmas mantiveram-se acima da média do CASO.

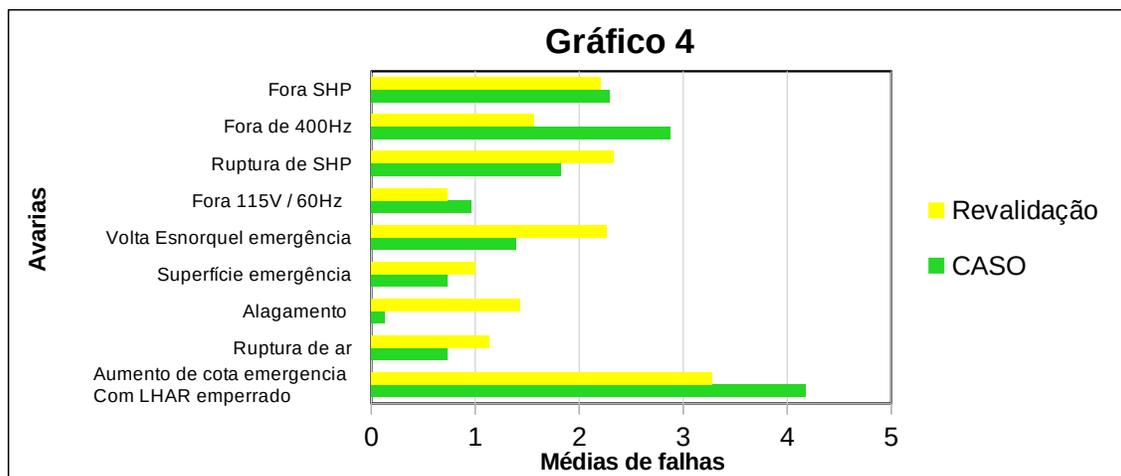


O Gráfico 3 apresenta uma comparação dos resultados do CASO e da Revalidação com o fator de correlação de $-0,15$. A correlação negativa indica que, à medida que os resultados do CASO aumentam, os resultados da Revalidação diminuem. No entanto, o fator de correlação $-0,15$ indica uma correlação muito fraca entre os resultados do CASO e da Revalidação. Ou seja, a relação entre esses dois conjuntos de dados é pouco significativa e não é uma forte indicação de que os resultados da Revalidação podem ser previstos pelos resultados do CASO.

5.3 Avarias CASO x Revalidação

Avaria é qualquer tipo de falha, dano ou defeito que possa afetar o funcionamento e/ou a segurança de um equipamento ou sistema. É de extrema importância analisar as avarias mais comuns, a fim de facilitar a identificação de possíveis melhorias a serem realizadas nesse estudo.

A bordo do SCT é previsto de 15 a 20 avarias isoladas e combinadas, mas somente 9 foram consideradas nesse estudo conforme demonstrada no Gráfico 4.



No Gráfico 4, o eixo X apresenta as médias de falhas por corrida e no eixo Y as avarias. Elas foram avaliadas levando em consideração critérios quantitativos, tais como: erros de procedimento leves, moderados e graves, erros de fraseologia, atenção à cota e demora na realização de procedimentos. É importante ressaltar que a avaria de incêndio foi excluída da análise, uma vez que representa uma redundância na execução de 80% das avarias.

Ao analisar o Gráfico 4, verificou-se que o "Aumento de cota em emergência com LHAR emperrado para baixo" foi a avaria com especial problemática pois as ações em analisar a ponta do

submarino; a fraseologia; a estabilização do submarino na cota ordenada; proporcionam desafio ao oficial conseqüentemente a mais alta taxa dentre as avarias selecionadas.

Por último, foi possível identificar no Gráfico 4 que a avaria "Fora de 400Hz" apresentou elevado grau de falhas. Embora a condução isolada dessa avaria seja simples, observou-se que a sua ocorrência de erros foi alta, provavelmente devido a implementação dela no decorrer do retorno à cota periscópica. Diante desse cenário, sugere-se testar o início do "Fora de 400Hz" imediatamente após ser ordenado o retorno à cota.

6. Considerações Finais

Embora as avaliações do CASO e da Revalidação tenham sido submetidas a um processo de tratamento estatístico descritivo, ainda existem brechas que podem afetar a interpretação dos dados. Um exemplo disso são as questões psicológicas dos oficiais e falhas internas que surgem durante uma corrida. Esses fatores subjetivos e técnicos, por mais que sejam difíceis de serem mensurados e controlados, precisam ser levados em consideração na análise dos dados, e poderão ser mitigados tanto pelo serviço de Psicologia Submarina, como pela garantia de manutenção após a modernização, respectivamente.

A análise detalhada das corridas no TI possibilitou o exame no histórico das avaliações das 11 turmas, oferecendo um potencial comparativo para futuros estudos. Isso também viabilizou uma análise na condução das avarias, o que poderá permitir uma otimização mais intuitiva, ou seja, uma possível identificação de padrões e tendências nas frequências das falhas dos oficiais durante as avarias.

Há um leque de possibilidades de aprimoramento do adestramento no TI usando a base de dados disponíveis. Essas informações podem ser utilizadas como uma metodologia inicial para futuras aplicações no TI do Departamento de Treinamento e Simulação (DTS) do CIAMA Itaguaí-RJ. Com isso, é possível explorar diferentes estratégias e práticas para melhorar a capacitação dos oficiais em situações de emergência.

7. Referências

BRASIL, Marinha do Brasil. Centro de Instrução e Adestramento Almirante Átila Monteiro Aché. **Comando da Força de Submarinos**. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/ciama/>. Acesso em: 24/03/2023.

BRASIL, Marinha do Brasil. Comando da Força de Submarinos. **Revista O Periscópio**. Rio de Janeiro: Editora CIAMA, n. 73, p.14, 2022.

BRASIL, Marinha do Brasil. **Ministério da Defesa**. Protegendo nossas riquezas, cuidando da nossa gente: Marinha/Firjan Senai concluem o *Retrofit* do Treinador de Imersão. 19/10/2022. Ciência e Tecnologia. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/noticias/marinha-firjan-senai-concluem-o-retrofit-do-treinador-de-imersao>. Acesso em: 24/03/2023.

LIRA, S. A.; NETO, A. C. **Coefficientes de correlação para variáveis ordinais e dicotômicas derivados do coeficiente linear de Pearson**. Uberlândia, v. 15, n. 1/2, p. 4, 2006.

REIS, E. **Estatística descritiva**. 3ª. ed. Lisboa: Editora: Sílabo, 1996.

RIX, J *et al.* **Virtual prototyping**: virtual environments and the product design process, IFIP Chapman & Hall, p.348, 1995.

VALÉRIO NETTO, A *et al.* Realidade virtual e suas aplicações na área de manufatura, treinamento, simulação e desenvolvimento de produto. **Gestão & Produção**, São Paulo, n.2, v.5, p. 110-111, agosto de 1998.