

5º LUGAR - 24ª EDIÇÃO DO PRÊMIO CONTADOR GERALDO DE LA ROCQUE 2023

Eficiência nas Organizações Militares de Saúde da Marinha do Brasil: Um Estudo dos Custos com Atendimentos Médicos e Hospitalares por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA)

Efficiency in Military Health Organizations of the Brazilian Navy: a Study of Costs and Hospital Care through Data Envelopment Analysis (DEA)

Artigo recebido em: 11/08/2023 e aceito em: 10/10/2023

Mauro Tavares dos Santos Junior

Rio de Janeiro – RJ
Mestre em Ciências Contábeis pela UERJ
maurotavares2@yahoo.com.br

Luiz Sérgio Carvalho de Mello

Rio de Janeiro – RJ
Mestre em Ciências Contábeis pela UERJ
luiznvufrj@yahoo.com.br

Isabelle Leal da Silva Cardoso

Rio de Janeiro – RJ
Mestre em Ciências Contábeis pela UERJ
isabellelscardoso@gmail.com

Thaís Frisso Miras

Rio de Janeiro – RJ
Mestranda em Ciências Contábeis pela UFRJ
thaismiras@gmail.com

José Francisco Moreira Pessanha

Rio de Janeiro – RJ
Doutor em Engenharia Elétrica pela UERJ
professorjfm@hotmail.com

RESUMO

A eficiência foi instituída como um dos princípios que norteiam a administração pública e, diante das restrições orçamentárias encontradas no Brasil, tornou-se um desafio aos agentes públicos, exigindo que os custos sejam otimizados sem deixar

de prestar o melhor serviço à sociedade. Nesse sentido, estudos sobre a eficiência em estabelecimentos de saúde e nas Forças Armadas demonstram a relevância e a utilização da contabilidade para melhorar os resultados. Entretanto, não foram encontradas pesquisas que abordassem a análise da eficiência em estabelecimentos de saúde vinculados à Marinha do Brasil (MB). Assim, o objetivo principal do estudo foi analisar a eficiência em atendimentos médicos e hospitalares realizados pelas Organizações Militares (OM) de saúde da MB por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA). Para isso, utilizou-se um estudo quantitativo, no qual o método DEA foi aplicado em 10 OM da área de saúde da MB, sendo que os *inputs* (custo anual das consultas e exames realizados e registrados na Macroatividade “31.00 – Sistema de Saúde da MB - SSM”) foram coletados por meio do Sistema de Informações de Custos do Governo Federal (SIC) e os *outputs* (quantidade de exames de serviços de diagnósticos realizados e de consultas médicas realizadas nas próprias OH e em hospitais e/ou por médicos conveniados ao SSM) foram obtidos por meio do Anuário Estatístico da Marinha (ANEMAR), ambos referentes ao exercício de 2021. A análise dos dados foi realizada com o auxílio do *software* R, o qual permitiu obter o modelo DEA a ser utilizado. Os resultados revelam as OM que foram consideradas eficientes (OH 1, OH-2, OH-3, OH-8 e OH-9) e, conseqüentemente, o *benchmark* para as OM consideradas ineficientes (OH-4, OH-5, OH-6, OH-7 e OH-10).

Palavras-chave: Eficiência. Sistema de Custos da Marinha. Análise Envoltória de Dados (DEA). Marinha do Brasil.

ABSTRACT

Efficiency was instituted as one of the principles that guide public administration and, given the budgetary constraints found in Brazil, it has become a challenge for public agents, demanding that costs be optimized while still providing the best service to society. In this sense, studies on efficiency in health establishments and in the Armed Forces demonstrate the relevance and use of accounting to improve results. However, no

1 UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro – CEP. 20550-900 – Maracanã – Rio de Janeiro – RJ

2 UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro – CEP. 22290-902 – Urca – Rio de Janeiro – RJ

studies were found that addressed the analysis of efficiency in health establishments linked to the Brazilian Navy (MB). Thus, the main objective of the study was to analyze the efficiency of medical and hospital care provided by the Military Organizations (OM) of MB health through Data Envelopment Analysis (DEA). For this, a quantitative study was used, in which the DEA method was applied in 10 OM of the health area of the MB, and the inputs (annual cost of consultations and exams carried out and registered in the Macroactivity "31.00 – Health System of the MB - SSM") were collected through the Federal Government Cost Information System (SIC) and the outputs (number of diagnostic service exams performed and medical consultations performed in the OH and in hospitals and/or by contracted physicians to the SSM) were obtained through the Navy Statistical Yearbook (ANEMAR), both referring to the 2021 financial year. Data analysis was carried out with the aid of the R software, which allowed obtaining the DEA model to be used. The results reveal the MO that were considered efficient (OH 1, OH-2, OH-3, OH-8 and OH-9) and, consequently, the benchmark for the MO considered inefficient (OH-4, OH-5, OH -6, OH-7 and OH-10).

Keywords: Efficiency. Navy Cost System. Data Envelopment Analysis (DEA). Brazil's Navy.

INTRODUÇÃO

Diante de cenários orçamentários cada vez mais restritivos no Brasil, os órgãos e entidades públicas têm o desafio de otimizar os seus gastos sem deixar de prestar o melhor serviço à sociedade. Para isso, os agentes públicos necessitam dispor de informações úteis para apoio à tomada de decisão e de ferramentas gerenciais que permitam a busca por maior eficiência e economia na produção de bens e serviços aos cidadãos.

De acordo com Brandão (2022), a contabilidade pública e os sistemas de informação de custos podem ser utilizados como instrumentos relevantes para o setor público atingir os melhores resultados, pois, além de medir os custos de produtos e serviços disponibilizados à população, propiciam a avaliação de indicadores de eficiência na aplicação dos recursos públicos.

Nesse sentido, a Marinha do Brasil (MB), como órgão público federal, está inserida nesse cenário de busca por melhores práticas de gestão que culminem na redução de seus custos e em melhores resultados na utilização dos recursos públicos. Dentre o espectro de atividades que a MB desenvolve, destaca-se a área de saúde, na qual atuam 20 Organizações Militares (OM), distribuídas em todo o território nacional, demonstrando a capilaridade do setor e a relevância dessa área no contexto da instituição.

Como ocorre em todas as organizações com ou sem fins lucrativos, a contabilidade permeia diversos processos das atividades de saúde na MB, cabendo destaque para as análises desenvolvidas pelo Sistema de Custos da Marinha (SCM), que dispõe de uma estrutura capaz de captar os registros de custos vinculados às atividades operacionalizadas pelo Setor de Saúde. Estes registros, segregados em Centros de Custos (CC) específicos por meio do Sistema de Informações de Custos do Governo Federal (SIC), permitem a gestão de custos por atividades, além de possibilitar a comparabilidade entre OM que desenvolvem processos similares, subsidiando, assim, as tomadas de decisão da Alta Administração Naval (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2023).

Alinhado ao aspecto gerencial do SCM, o emprego de ferramentas estatísticas que viabilizem maior precisão na geração

das informações contábeis torna-se propício ante os desafios impostos pela Administração Pública. Com isto, a Análise Envolvória de Dados (DEA) (*Data Envelopment Analysis*), uma metodologia capaz de comparar a eficiência de processos produtivos entre unidades que desempenham funções similares, apresenta-se como uma opção para as análises das atividades do Sistema de Saúde da MB (SSM), envolvendo os custos captados pelo SCM que sejam relacionados às atividades de atendimentos médicos e hospitalares, os quais consistem no *corpus* desta pesquisa (FERREIRA; GOMES, 2020; MELLO; CARDOSO; PESSANHA, 2021).

Peña (2008) afirma que o método DEA tem sido utilizado com êxito no estudo da eficiência do setor público para comparar diversas atividades, dentre as quais se destacam: estabelecimentos de saúde e Forças Armadas. Dessa forma, nota-se que esta pesquisa está alinhada à literatura sobre avaliação da eficiência na administração pública por meio da DEA. Estudos sobre a eficiência no âmbito das Forças Armadas, por meio da abordagem

DEA, podem ser encontradas na literatura, como em Souza e Macedo (2008), Mello, Cardoso e Pessanha (2021) e Santos Junior *et al.* (2023). Contudo, não foram encontradas pesquisas com temática relacionada aos atendimentos médicos e hospitalares pelas OM de Saúde da MB utilizando a abordagem citada. Assim, a análise da eficiência com o emprego dessa técnica estatística pode ser considerada inédita e pretende contribuir para o aperfeiçoamento do desempenho da MB na área da saúde.

Além disso, esta pesquisa possibilitará evidenciar a eficiência de cada unidade quando comparada às demais, permitindo, ainda, o emprego da técnica de *benchmark*, ao distinguir as unidades ineficientes e eficientes, de forma que aquelas possam, posteriormente, adotar novas práticas de gestão que culminem na redução de custos em seus atendimentos.

Nesse contexto, este trabalho visa analisar a eficiência em atendimentos médicos e hospitalares realizados pelas OM de Saúde da MB por meio da Análise Envolvória de Dados (DEA). Para o alcance do objetivo estabelecido, esta pesquisa está estruturada da seguinte forma: introdução, revisão de literatura, metodologia, resultados e conclusão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Eficiência no Setor Público

O artigo 37 da Constituição Federal do Brasil estabelece os princípios que norteiam a administração pública, os quais são: legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência (BRASIL, 1988).

Segundo Meirelles (2003, p. 102), o princípio da eficiência pode ser definido como

o que se impõe a todo agente público de realizar suas atribuições com presteza, perfeição e rendimento funcional. É o mais moderno princípio da função administrativa, que já não se contenta em ser desempenhada apenas com legalidade, exigindo resultados positivos para o serviço público e satisfatório atendimento das necessidades da comunidade e de seus membros.

Lamoglia, Ohayon e Marques (2020) corroboram essa definição ao afirmarem que os agentes públicos devem sempre desempenhar suas tarefas com eficiência na gestão. Para isso, devem buscar técnicas que aperfeiçoem as informações sobre a medição dos custos dos produtos e serviços ofertados à sociedade, os quais são custeados pelos próprios cidadãos por meio de seus impostos, contribuindo para uma maior transparência (SILVA; CROZATTI, 2013).

Conforme Soares (2019), a contabilidade pública pode demonstrar a aplicação do princípio da eficiência pelas entidades públicas, pois absorveu esse princípio por meio de leis e normativos contábeis, como a Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF) e a Norma Brasileira de Contabilidade Técnica do Setor Público Estrutura Conceitual (NBC TSP EC).

Assim, a contabilidade pública tornou-se uma ferramenta que permite subsidiar as ações do governo, sobretudo em relação à alocação e execução dos recursos públicos e na transparência da gestão fiscal, bem como, por meio do RCPG, fornece informações sobre a eficiência e economicidade na aplicação desses recursos para fins de prestação de contas e *accountability*, contribuindo, também para a tomada de decisões (LOPES, 2017; SOARES, 2019).

Nesse contexto, pesquisas na área contábil expressam o conceito de eficiência e ressaltam a importância de se produzir mais com menos recursos, apresentando a melhor relação entre entradas e saídas, o que significa que quanto mais unidades de saída forem alcançadas a partir de uma entrada, mais eficiente será o seu processo (SOARES, 2019). Os estudos de Drew *et al.* (2016), Silva Neto, Silva e Silva (2017) e Roge e Lennon (2018) apontam que a eficiência pode mensurar a relação custo-benefício, sem comprometer o bem-estar da sociedade em geral.

Para a mensuração dos custos, Brandão (2022) afirma que as entidades do setor público brasileiro dispõem do Sistema de Informação de Custos do Governo Federal (SIC), o qual permite a busca por maior eficiência, economicidade e transparência, haja vista que mede os custos de produtos e serviços disponibilizados aos cidadãos, bem como fornece a medição de indicadores de eficiência para o uso de recursos públicos. O autor acrescenta que, para a correta avaliação da eficiência da gestão pública, a mensuração dos custos dos produtos e serviços de cada entidade dever ser comparada com seus *outputs*.

Os casos de implantação de sistemas de informação de custos nos órgãos públicos têm aumentado nos últimos anos (BRANDÃO, 2022), dentre eles, podemos destacar a MB. A próxima subseção apresentará os principais aspectos relacionados ao processo de implantação do SIC na MB e os seus pilares.

2.2 Sistema de Custos da Marinha (SCM)

Em que pese o tema Gestão de Custos ter ganhado maior importância na Administração Pública Federal apenas na última década, o assunto não é novidade no âmbito da MB, pois, desde 1994, a Força já media os custos de parte de suas unidades militares por meio do modelo conhecido como Sistema OMPS (Organizações Militares Prestadoras de Serviço) (BRASIL, 2020).

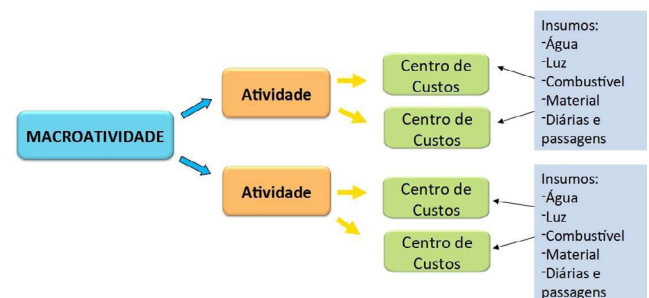
O Sistema OMPS trouxe ganhos gerenciais à MB, mas possuía como limitação uma abrangência restrita, pois, em função dos custos envolvidos na implantação, apenas algumas OM previamente selecionadas são classificadas como OMPS e têm seus custos acompanhados. A Marinha se ressentia, então, de um sistema de custeio que englobasse a totalidade da organização e estendesse a Gestão de Custos às demais atividades

da Força naval (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2023).

Buscando superar as limitações do Sistema OMPS e aproveitando-se da criação do SIC, a Marinha lançou, em 2018, o SCM, o qual pode ser conceituado como um “conjunto de conceitos e procedimentos destinados a registrar, mensurar e processar os custos incorridos pela Força no desenvolvimento de suas atividades” (BRASIL, 2020). O surgimento do SCM permitiu à MB expandir a mensuração dos custos à totalidade de suas atividades, ampliando o detalhamento sobre a estrutura de gastos da Força.

O sistema foi estruturado com base no modelo de custeio por atividades (*Activity Based Cost*), o qual considera que as atividades desenvolvidas geram os custos. Em consonância com essa premissa, a MB foi subdividida em Macroatividades, as quais consistem em grupos de atividades que representam uma grande tarefa finalística ou de apoio desenvolvida pela MB. Cada Macroatividade origina uma ou mais Atividades que, por sua vez, podem se subdividir em vários Centros de Custos (CC), conforme exposto na Figura 1 (BRASIL, 2020; MELLO; SANTOS JUNIOR; PESSANHA, 2021).

Figura 1 – Relacionamento entre Macroatividades, Atividades e Centros de Custos no SCM

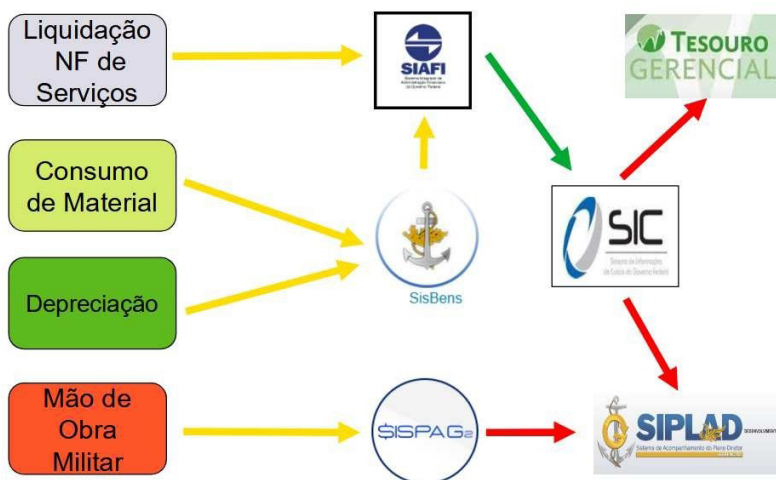


Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

De acordo com Mello, Santos Junior e Pessanha (2021), no tocante à tecnologia da informação (TI), a principal característica do SCM é, a exemplo do que ocorre com o SIC, atuar como um *datawarehouse*, extraindo dados de custos de diversos sistemas e organizando-os em uma só plataforma. Esta dinâmica de funcionamento permite ao tomador de decisão vislumbrar a totalidade dos gastos incorridos em determinada atividade, independentemente da origem da informação.

Atualmente, as principais fontes de dados do SCM são: Sistema Integrado da Administração Financeira Federal (SIAFI), com dados sobre custos incorridos no consumo de serviços de terceiros e material de consumo imediato; Sistema de Controle de Bens da MB (SISBENS), que fornece dados sobre custos com consumo de material de estoque e apropriação da depreciação; Sistema de Pagamento da MB (SISPAG), de onde são extraídos os custos com mão de obra militar. Os dados de custos produzidos pelo SCM podem ser consultados no SIC, cujo acesso ocorre por meio da plataforma Tesouro Gerencial (TG) do Governo Federal, ou no Painel de Custos, *dashboard* desenvolvido no âmbito do Sistema de Acompanhamento do Plano Diretor (SIPLAD) com o propósito de evidenciar as informações de custos das OM da MB de maneira gráfica e resumida, facilitando o emprego dos dados de custos nos diversos escalões decisórios. A Figura 2 resume a extração e evidenciação dos dados de custos no SCM.

Figura 2 – Fontes de dados e sistemas conectados ao SCM



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Diferente de outros sistemas da MB, o SCM não tem caráter transacional, mas apenas consultivo. O registro das informações de custos é realizado por meio da adaptação de processos de trabalho já existentes na gestão orçamentária e patrimonial rotineira da Marinha, incorporando-se a esses processos alguns conceitos da gestão de custos, como o Centro de Custos (CC). Isso confere ao sistema a vantagem de, em sua operacionalização, evitar o aumento da carga administrativa das OM (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2023).

Para Alonso (1999), a informação de custos é medida básica para a mensuração de eficiência no setor público, por permitir a contraposição entre as entregas e os sacrifícios patrimoniais incorridos para gerá-las. Nesse contexto, uma das vantagens da adoção do SCM foi a possibilidade de, empregando CC e Atividades específicas, segmentar os custos incor-

ridos em função das entregas realizadas, dotando a MB de uma valiosa ferramenta de avaliação de desempenho.

Dentro da estrutura do SCM, os custos com saúde foram agrupados na Macroatividade “31.00 - SSM”. Essa Macroatividade se desdobra em 16 Atividades e 210 CC, os quais representam aspectos diversos relacionados à atividade de saúde, tais como atendimentos de emergência, produção de fármacos, programas de saúde, internações, entre outras. Esse modelo possibilita que a Alta Administração, ao ver-se interessada em avaliar o desempenho de uma determinada unidade de saúde, identifique os custos incorridos em determinada tarefa, destacando-o dos custos das demais atividades. A Figura 3 exemplifica algumas Atividades e CC da Macroatividade 31.00, e o relacionamento com possíveis entregas realizadas.

Figura 3 – Relacionamento entre Atividades, Centros de Custos e produtos da Macroatividade 31.00

Atividades	Centros de Custos	Entregas/Produtos
31.02 – CLÍNICAS MÉDICAS	31.02.01 Alergologia	Número de consultas realizadas no período
	31.02.02 Cardiologia	
	31.02.03 Clínica Médica	
	31.02.04 Dermatologia	
31.03 – CLÍNICAS CIRÚRGICAS	31.03.02 Cirurgia Bucomaxilofacial	Número de cirurgias realizadas
	31.03.03 Cirurgia Cardíaca	
	31.03.04 Cirurgia Geral	
	31.03.05 Cirurgia Ginecológica / Obstetrícia / Mastologia	
	31.03.06 Cirurgia Plástica Reparadora	
	31.03.07 Cirurgia Torácica	
	31.04 – RADIOLOGIA E IMAGEM	
31.04.03 Medicina Nuclear		
31.04.04 Radiodiagnóstico		
31.04.05 Hemodinâmica		

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Embora tenha representado um avanço para a gestão da MB, a simples disponibilidade de dados de custos pode não ser suficiente para conferir sentido gerencial ao SCM. É necessário também tratar os dados com ferramentas quantitativas adequadas que potencializem a capacidade da informação de custos em subsidiar a tomada de decisão. Dentre as ferramentas disponíveis, esta pesquisa destaca a DEA, que será apresentada na próxima seção.

3. METODOLOGIA

Esta seção apresenta os procedimentos metodológicos do estudo segregados em três subseções, as quais são: método; população e amostra; coleta e tratamento dos dados.

3,1 Método

Malhotra (2012) afirma que a idealização da pesquisa consiste em estruturar a realização de estudos, na qual identifica-se todos os procedimentos necessários para obter as informações fundamentais para o seu desenvolvimento. Assim, quanto à natureza do objetivo, o presente estudo configura-se como descritivo, pois, para Malhotra (2012, p. 61), este tipo de pesquisa é “pré-planejada e estruturada”.

Quanto à abordagem do problema, foi utilizado um estudo quantitativo, haja vista que foi aplicada a Análise Envolvória de Dados (DEA - *Data Envelopment Analysis*), a qual consiste em um método estatístico para o tratamento dos dados. Malhotra (2012) destaca que esse tipo de abordagem quantifica os dados e utiliza uma das formas de análise estatística.

3.2 População e Amostra

O presente estudo define como população 20 OM da MB distribuídas por todas as regiões do território nacional, as quais são qualificadas como OM da área de saúde, uma vez que têm como missão exercer atividades relacionadas a atendimentos médicos e hospitalares (como exames, consultas e cirurgias), odontológicos, e na produção de medicamentos.

Considerando que objetivo desta pesquisa consiste em analisar a eficiência em atendimentos médicos e hospitalares realizados pelas OM de saúde da MB, inicialmente, 2 OM foram excluídas do estudo, uma delas por realizar apenas atendimentos odontológicos e a outra por atuar na produção de medicamentos, não somente para os militares e seus dependentes, mas, também, para a sociedade em geral por meio de contratação pelo Ministério da Saúde e pelas Prefeituras Municipais/Secretarias de Saúde dos Estados.

Além disso, 1 OM foi retirada do estudo por ser considerada como *outlier* (em virtude de ser um hospital de grande porte que realiza cirurgias e exames complexos e permite internações). Por fim, 7 OM tiveram que ser desconsideradas, pois, por ocasião da extração de dados do SIC, verificou-se que os registros de custos por elas efetuados não estão adequados, como apropriações de custos médicos e hospitalares realizadas, indevidamente, em centros de custos administrativos.

Nesse contexto, a amostra deste estudo é composta por 10 OM da área de saúde da MB. Para garantir a transparência e a veracidade das informações coletadas, os nomes das OM não serão divulgados e, na pesquisa, denominar-se-ão OH-1, OH-2,..., OH- 10.

3.3 Coleta e tratamento dos dados

Os dados da pesquisa foram coletados por meio do SIC e do Anuário Estatístico da Marinha (ANEMAR), ambos referentes ao exercício de 2021. Para a extração de dados do SIC, considerou-se o custo anual das consultas e exames realizados, apropriado na Macroatividade “31.00”. Cabe ressaltar que os custos com depreciação e mão de obra militar ainda não faziam parte do custo anual das OM no exercício de 2021, em decorrência da necessidade de ajustes estruturais nos sistemas internos da MB. Pelo ANEMAR, foram obtidas a quantidade de exames de serviços de diagnósticos realizados e de consultas médicas realizadas nas próprias OH e em hospitais e/ou por médicos conveniados ao SSM.

Para operacionalizar a análise e o tratamento dos dados, bem como obter o modelo DEA capaz de permitir a comparação das eficiências, será empregado o *software* R, o qual é propício a estudos contábeis de custos e não acarreta dispêndio de recursos públicos por ser uma ferramenta *Open Source* (MELLO; PETERNELLI, 2013; SILVA *et al.*, 2017).

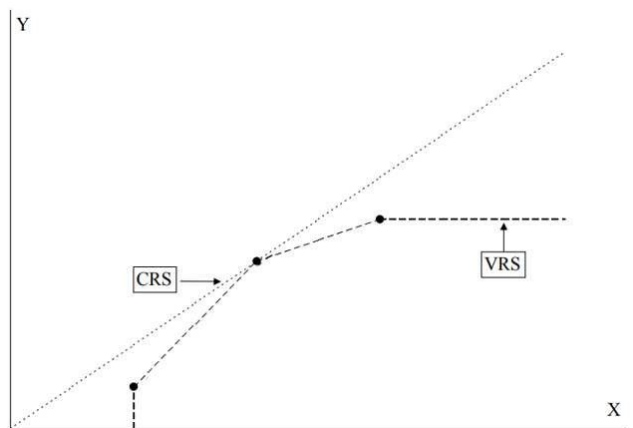
A DEA é uma metodologia capaz de mensurar a eficiência de unidades produtivas e dos processos que as envolvem, sendo também empregada como uma ferramenta de avaliação de desempenho nas instituições (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2023; SILVA *et al.*, 2020). Gavião *et al.* (2019) acrescentam que a DEA consiste em uma metodologia não paramétrica que se baseia na programação linear, além de considerar como unidade produtiva aquela que possui a competência de tomar decisões e, como finalidade, a utilização dos recursos do processo produtivo da melhor maneira possível, sendo conhecidas como Unidades Tomadoras de Decisão (*Decision Making Units* – DMU).

A metodologia desenvolvida por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e Banker, Charnes e Cooper (1984), em resumo, identifica uma fronteira de eficiência a partir dos dados das DMU avaliadas, cujas eficiências são obtidas baseadas nas respectivas distâncias até a fronteira. A abordagem DEA fornece uma estrutura ideal para estratégias de comparação de resultados, pois, além de avaliá-los, permite comparar os padrões de desempenho (*benchmark*) (BOGETOFT; NIELSEN, 2003).

Sob a ótica de orientação ao insumo, uma DMU buscará reduzir os insumos e manter os *outputs* para alcançar a eficiência (SOUZA; MACEDO, 2008). Assim, dado o nível de produção vigente, a eficiência técnica de uma DMU é definida pela razão entre a menor quantidade de insumos para alcançar esta produção (informada pela fronteira) e a quantidade de insumos atualmente em uso (SILVA *et al.*, 2020). Decorre desta razão que a eficiência assume valores entre 0 e 1, onde 1 indica que não é possível reduzir a quantidade de insumos sem reduzir o nível de produção, ou seja, a DMU está na fronteira de eficiência sendo classificada como tecnicamente eficiente (FERREIRA; GOMES, 2020).

A forma da fronteira não é conhecida, mas é determinada pelo regime de rendimentos de escala, conforme indicado na Figura 4 pelas fronteiras CRS (*Constant Returns to Scale*) e VRS (*Variable Returns to Scale*). Assim, os modelos DEA clássicos disponibilizam duas alternativas: DEA CRS (*Constant Returns to Scale*) e DEA VRS (*Variable Returns to Scale*), o primeiro refere-se aos rendimentos constantes e o último aos rendimentos variáveis de escala (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2023). Em relação ao CRS, a redução ou expansão de insumos promoverá a mesma proporção de mudança nos produtos, independentemente do tamanho da DMU (CHEN; DELMAS; LIEBERMAN, 2015). Já em relação ao VRS, o incremento de determinado *input* pode levar a retornos crescentes ou decrescentes de *outputs* (GAVIÃO *et al.*, 2019).

Figura 4 – Fronteiras de eficiência segundo diferentes premissas para o rendimento de escala



Fonte: Adaptado de Ferreira e Gomes, 2020.

Conforme indicado na Tabela 1, os modelos clássicos da DEA são formulados como Problemas de Programação Linear (PPL), onde o índice da DMU avaliada (DMU_{j_0}) é representado por $j_0 \in \{1, 2, \dots, N\}$ (PESSANHA *et al.*, 2010). Ainda na Tabela 1, os PPL apresentados são orientados ao insumo, i.e., a função objetivo é o escore de eficiência θ (eficiência $0 \leq \theta \leq 1$), cujo valor quantifica a máxima proporção de contração dos insumos capaz de gerar a mesma quantidade atual de produtos da DMU avaliada. As restrições do PPL representam o conjunto de possibilidade de produção, cujo contorno é a fronteira de eficiência, na qual cada ponto corresponde a uma combinação linear dos vetores de insumos X_j e produtos $Y_j, \forall j=1, N$ das N DMU avaliadas (MELLO; CARDOSO; PESSANHA, 2021). Ademais, no modelo VRS a ponderação das combinações lineares devem atender à restrição de soma unitária, i.e., $\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_N = 1$.

Cada DMU avaliada requer a formulação e a resolução de seu próprio PPL. Após resolver o modelo ótimo de solução para cada PPL, a DMU será classificada como eficiente quando $\theta^*=1$ e as variáveis de folgas das restrições forem nulas (FERREIRA; GOMES, 2020). Mello, Cardoso e Pessanha (2021) depreendem ainda que as DMU ineficientes serão representadas por $\theta^* < 1$ ou $\theta^* = 1$, porém com folgas positivas. Ainda segundo os autores, as DMU eficientes constituirão o conjunto de referência (*peer set*) ou *benchmarks* das ineficientes.

Tabela 1 – Modelos DEA com orientação ao insumo na formulação envelope

Modelo CRS	Modelo VRS
eficiência $DMU_{j_0} = \text{Min } \theta$	eficiência $DMU_{j_0} = \text{Min } \theta$
s.a.	s.a.
$\theta X_{j_0} \geq \sum_{j=1}^N \lambda_j X_j$	$\theta X_{j_0} \geq \sum_{j=1}^N \lambda_j X_j$
$Y_{j_0} \leq \sum_{j=1}^N \lambda_j Y_j$	$Y_{j_0} \leq \sum_{j=1}^N \lambda_j Y_j$
$\lambda_j \geq 0 \forall j = 1, \dots, N$	$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$
$\theta \geq 0$	$\lambda_j \geq 0 \forall j = 1, \dots, N$
$m+s$ restrições	$m+s+1$ restrições
$N+1$ variáveis	$N+1$ variáveis

Fonte: Adaptado de Pessanha *et al.*, 2010.

Após resolver os modelos da Tabela 1 para cada DMU, os analistas observam os índices de eficiência de cada unidade. A partir destes, é possível realizar um *ranking* por nível de eficiência com as DMU e, posteriormente, estabelecer metas para redução de insumos, visando tornar as DMU eficientes (MELLO; CARDOSO; PESSANHA, 2021).

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conforme exposto na metodologia, para a análise da eficiência das OM de Saúde da MB em atendimentos médicos e hospitalares por meio da Análise Envolvória de Dados (DEA) foram utilizados os dados contidos na Tabela 2, que dispõe das seguintes variáveis referentes às dez Organizações Hospitalares (OH) utilizadas neste estudo, cujos valores correspondem ao exercício de 2021: custo anual das consultas e exames (*input*); quantidade de exames de serviços de diagnósticos realizados (*output1*) e quantidade de consultas médicas realizadas nas próprias OH e em hospitais e/ou médicos conveniados ao SSM (*output2*).

Tabela 2 – Insumo e Produtos das OH – 2021

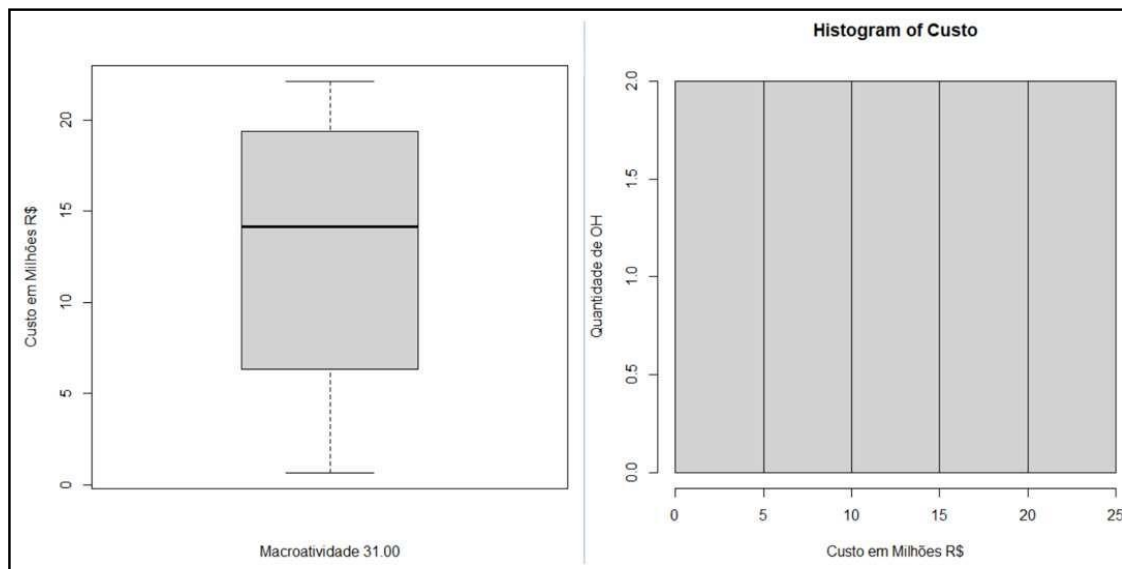
DMU	<i>input</i>	<i>outputs</i>	
	Custo (R\$)	Exames	Consultas
OH-1	2.191.797,00	55225	175826
OH-2	667.772,00	23386	66236
OH-3	22.104.149,00	208690	62441
OH-4	16.068.710,00	113796	31813
OH-5	19.391.086,00	165164	54692
OH-6	6.343.845,00	23386	24922
OH-7	14.102.937,00	83030	37141
OH-8	21.970.006,00	188881	86218
OH-9	6.594.038,00	115157	46020
OH-10	14.142.054,00	134915	52230

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Dessa forma, foi realizada uma análise exploratória dos dados que, resumiu-se no emprego da técnica estatística denominada *boxplot*, que viabiliza a detecção de *outliers*, ou seja, de valores que fogem ao padrão da amostra, além de permitir a identificação de tendências, como a mediana. Adicionalmente, foram gerados os respectivos histogramas, os quais auxiliam, juntamente com os *boxplot*, na visualização e comportamento das variáveis de forma sintetizada.

Na Figura 5, o *boxplot* e o histograma dos dados de custos na Macroatividade “31.00” do SCM não revelou *outliers* nos dados das 10 Organizações Hospitalares (OH) selecionadas para a obtenção do modelo DEA.

Figura 5 – Boxplot e histograma dos custos das OH em 2021

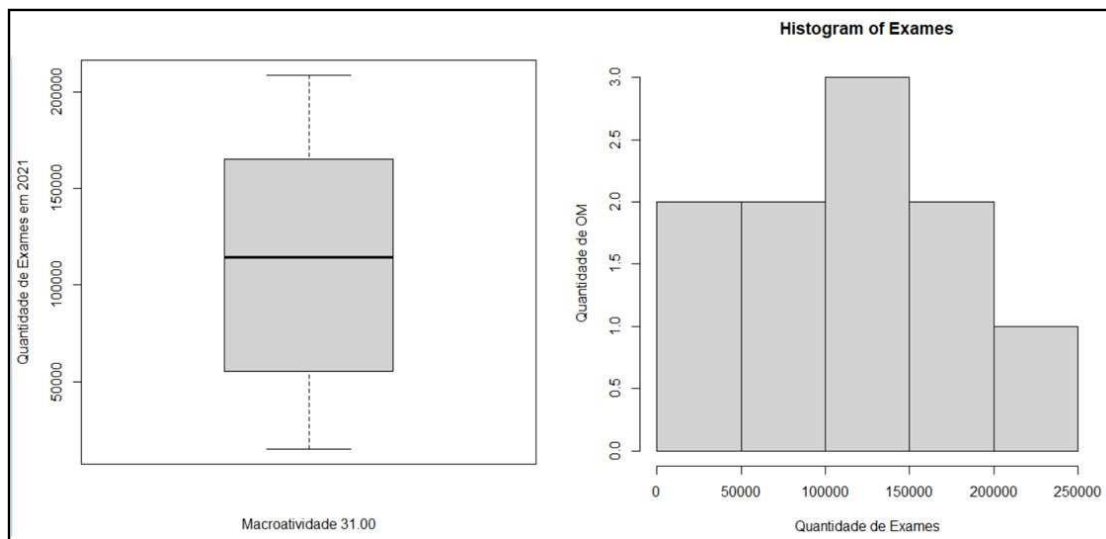


Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Contudo, a grande amplitude dos custos corrobora a escolha pelo modelo DEA – VRS no estudo em lide, haja vista que tal modelo é indicado para análises que envolvam DMU de diferentes portes (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2023).

Em seguida, a Figura 6 apresenta o *boxplot* e o histograma da variável “Exames”, que assim como no caso da variável “Custo”, indicou a ausência de *outliers*.

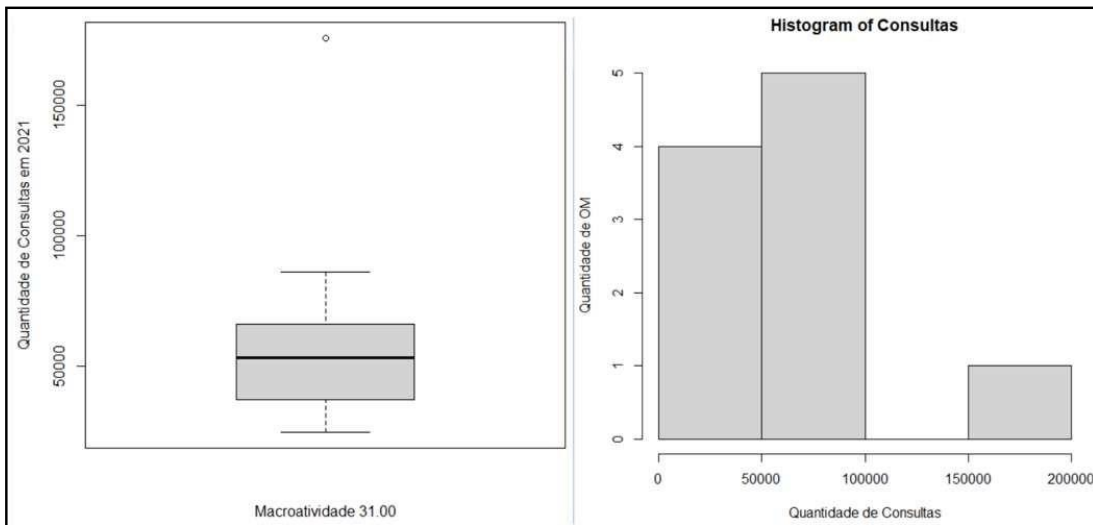
Figura 6 – Boxplot e histograma dos exames em 2021



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Concluindo a análise exploratória dos dados, foi observado, por meio da Figura 7, o *boxplot* e o histograma da variável “Consultas”, no qual se observa a presença de um *outlier* em relação aos demais níveis de realização de consultas pelas demais OH. Entretanto, tal constatação não compromete a realização do estudo e obtenção do modelo DEA, pois como se trata de um *output*, tal fato pode estar atrelado a uma maior eficiência da OM em questão, cuja premissa poderá ser comprovada após os resultados gerados pelo modelo DEA. O *boxplot* e o histograma indicaram que 50% das OH estão contidas na faixa que compreende 50 a 100 mil atendimentos.

Figura 7 - Boxplot e histograma das consultas em 2021



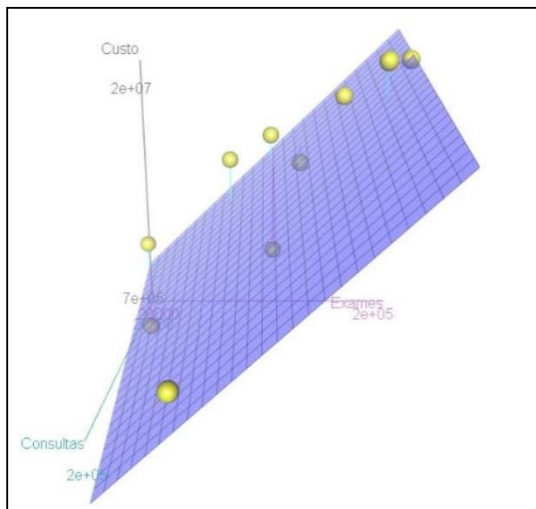
Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Após a análise do comportamento das variáveis, foi realizada a avaliação das eficiências das OH por meio da DEA, alinhado ao mencionado por Soares (2019), que destaca a importância de se produzir mais com menos recursos. Assim, tem-se a melhor relação de entradas e saídas e, por conseguinte, um melhor nível de serviço prestado à sociedade.

A Figura 8 permite visualizar, panoramicamente, a distribuição das 10 OH em um plano tridimensional, cujos eixos denotam as três variáveis envolvidas no estudo (Custo, Exames e Consultas). Com isto, é possível complementar as análises individuais realizadas por meio dos *boxplots* e histogramas das variáveis, observando as posições dispersas no plano, ratificando as diferenças de portes das unidades e seus respectivos níveis de serviço.

Sendo assim, utilizou-se o pacote *Benchmarking* do software R para a obtenção das eficiências entre as DMU selecionadas para o estudo, cujos resultados são apresentados na Figura 9.

Figura 8 – Distribuição das DMU



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Figura 9 – Eficiência das Organizações Hospitalares

```

> # modelo DEA VRS com orientação ao input
> resposta=dea(X,Y,RTS="vrs",ORIENTATION="in",DUAL=T)
> resposta$eff
      OH1      OH2      OH3      OH4      OH5      OH6      OH7      OH8      OH9      OH10
1.0000000 1.0000000 1.0000000 0.4041437 0.7676955 0.1052630 0.3002342 1.0000000 1.0000000 0.7055941

```

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Após a obtenção dos resultados, verificou-se que cinco OH figuram entre as DMU consideradas eficientes, no caso as OH 1, 2, 3, 8 e 9. Além disso, duas DMU se aproximam da fronteira de eficiência, com índices de 76,77% (OH-5) e 70,56% (OH-10), respectivamente. Dentre os menores índices de eficiência, estão as OH-6 (10,53%) e OH-7 (30,02%).

Na Tabela 3 estão dispostos os valores atuais do custo anual de cada OH, extraído da Macroatividade "31.00" do SCM, o qual foi empregado na realização de exames de serviços de diagnósticos (*output1*) e de consultas médicas nas próprias OH e em hospitais e/ou médicos conveniados ao SSM (*output2*). Além disso, com base nas eficiências obtidas, foram projetados os valores ideais dos custos, bem como as respectivas reduções necessárias em cada DMU considerada ineficiente, de forma que seja possível alcançar a fronteira de eficiência. Essas informações também são apresentadas na Tabela 3, a qual evidencia o resultado do desempenho das DMU pelo modelo DEA-VRS.

Tabela 3 – Resultado do Desempenho das DMU – DEA-VRS

DMU	EFF	Atual	Ideal	Redução necessária
		Input	Input	Input
1	100,00%	2.191.797,00	R\$ 2.191.797,00	*
2	100,00%	667.772,00	R\$ 667.772,00	*
3	100,00%	22.104.149,00	R\$ 22.104.149,00	*
4	40,41%	16.068.710,00	R\$ 6.493.365,71	R\$ 9.575.344,29
5	76,77%	19.391.086,00	R\$ 14.886.536,72	R\$ 4.504.549,28
6	10,53%	6.343.845,00	R\$ 668.006,88	R\$ 5.675.838,12
7	30,02%	14.102.937,00	R\$ 4.233.701,69	R\$ 9.869.235,31
8	100,00%	21.970.006,00	R\$ 21.970.006,00	*
9	100,00%	6.594.038,00	R\$ 6.594.038,00	*
10	70,56%	14.142.054,00	R\$ 9.978.633,30	R\$ 4.163.420,70

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Conforme mencionado por Mello, Cardoso e Pessanha (2021) e Silva *et al.* (2020), após a obtenção dos resultados das eficiências, é possível estabelecer um ranqueamento entre as DMU analisadas. Nesse sentido, cabe salientar que as reduções de custos da Macroatividade "31.00" do SCM, indicadas da Tabela 3, devem ser analisadas como informações gerenciais, não indicando, necessariamente, que as reduções devam ocorrer de fato. Em estudos desta natureza, Pessanha *et al.* (2010) destacam a importância de considerar as peculiaridades de cada DMU envolvida, bem como as suas respectivas características operacionais.

No escopo das contribuições que os estudos contábeis, por meio da DEA, podem oferecer, ressalta-se a possibilidade de se conhecer os *peer set* (*benchmarks*) de cada DMU que não tenha performado entre as DMU eficientes. Através do *software R*, obteve-se o *peer set* de cada DMU ineficiente, conforme evidenciado na Tabela 4. Conforme disposto na Tabela 1, esses

resultados denotam os pesos λ nas combinações lineares que figuram no lado direito das restrições dos PPL. As combinações lineares representam a projeção da DMU avaliada na fronteira de eficiência. Uma DMU eficiente está na fronteira e, portanto, sua projeção na fronteira é a própria DMU, caracterizada pelos seus vetores de insumos (X) e produtos (Y). Assim, neste caso, $\lambda=1$ para a DMU avaliada e $\lambda=0$ nas demais DMU. Já a projeção de uma DMU ineficiente na fronteira é dada por uma combinação linear das DMU eficientes, isto é, as DMU que formam o *peer set* da DMU avaliada. O *peer set* (*benchmarks*) de cada OH é apresentado ao longo da respectiva linha da Tabela 4, cujas colunas correspondem às OH classificadas como eficientes.

Tabela 4 – Benchmarks das DMU ineficientes

DMU	Benchmarks - VRS				
	OH-1	OH-2	OH-3	OH-8	OH-9
OH-1	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OH-2	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
OH-3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
OH-4	0,02	0,00	0,00	0,00	0,98
OH-5	0,00	0,00	0,53	0,00	0,47
OH-6	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
OH-7	0,54	0,00	0,00	0,00	0,46
OH-8	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
OH-9	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
OH-10	0,02	0,00	0,22	0,00	0,76

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

De acordo com Santos Junior *et al.* (2023), as Organizações Hospitalares que não figuraram entre aquelas que compuseram a fronteira de eficiência, poderão valer-se da técnica de *benchmarking*, onde as OH consideradas ineficientes podem, por exemplo, adotar processos que otimizem a realização de consultas e de exames.

Assim, no caso do modelo VRS, as OH consideradas ineficientes, poderão observar as práticas de gestão das OH 1, 2, 3, 8 e 9, consideradas eficientes na realização de exames de serviços de diagnósticos (*output1*) e de consultas médicas nas OH e em hospitais e/ou médicos conveniados ao Sistema de Saúde da Marinha (*output2*).

Além disso, as OH 1, 2, 3, 8 e 9 são consideradas *benchmarks* no que tange aos procedimentos da gestão de custos classificados na Macroatividade "31.00" do SCM e se alinha ao destacado por Brandão (2022), uma vez que o processo poderá contribuir para o aperfeiçoamento da avaliação da eficiência da gestão pública, sobretudo no âmbito da MB, tendo em vista a mensuração dos custos registrados no SCM e a correspondente comparação com os *outputs*.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar a eficiência em atendimentos médicos e hospitalares realizados pelas OM de Saúde da MB por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA).

Para cumprir este objetivo, foi realizado um estudo quantitativo, no qual utilizou-se a metodologia Análise Envoltória de Dados (DEA), em que o custo anual de 10 Organizações Hospitalares registrados na “Macroatividade 31.00 – Sistema de Saúde da Marinha” do SCM foi utilizado como insumo no processo produtivo de realização de exames de serviços de diagnósticos (*output1*) e de consultas médicas nas OH e em hospitais e/ou médicos conveniados ao Sistema de Saúde da Marinha (*output2*).

Com o auxílio do *software* R, obteve-se o modelo DEA que identificou as DMU consideradas eficientes, no caso as OH-1, OH-2, OH-3, OH-8 e OH9, ou seja, aquelas que compuseram a fronteira de eficiência do referido processo. Adicionalmente, foi possível identificar o *benchmark* de cada DMU considerada ineficiente no processo de gestão de custos voltados à realização de exames e consultas, sugerindo às DMU OH-4, OH-5, OH-6, OH-7 e OH-10 que observem as práticas de gestão daquelas que performaram como eficientes.

Em paralelo, a análise realizada nesta pesquisa sugere um processo gerencial de auxílio à avaliação da gestão dos custos nas OM da MB, em que o SCM tem norteado os registros e con-

solidação de dados das Macroatividades em seus respectivos Centros de Custos.

Portanto, analisar a eficiência das OH envolvidas no estudo permitiu obter resultados que podem ser empregados como balizadores para a Administração Naval, sobretudo no que concerne aos aspectos contábeis da Força, complementando os processos já instituídos na MB com a utilização de sistemas, como SISPAG, SISBENS, SIPLAD e SIAFI, na captação dos registros de custos.

Nesse sentido, conjugar dados de custos do SCM e ferramentas estatísticas pode trazer informações gerenciais mais precisas aos gestores em seus processos decisórios, além de ampliar o escopo das análises realizadas, permitindo detectar possíveis anomalias que venham a se apresentar nos macroprocessos, podendo contribuir, inclusive, para as ações de controle interno da instituição. O trabalho em lide permitiu, ainda, observar o avanço e a consolidação dos referidos processos de registros de custos no âmbito da MB, viabilizando a análise de eficiências entre as OM, a partir dos dados consolidados na estrutura do SCM.

Por fim, sugere-se como estudos futuros, a aplicação do referido processo em outras Macroatividades do SCM, como por exemplo, em Organizações Militares da área de Ensino e OMPS, bem como nas respectivas OM da área de saúde que foram retiradas do estudo por realizar somente atendimentos odontológicos, por atuar na produção de medicamentos e no hospital de grande porte que possui internações, cirurgias e exames complexos.

REFERÊNCIAS

ALONSO, M. Custos no serviço público. *Revista do Serviço Público*, v. 50, n. 1, p. 37-63, 1999.

BANKER, R. D. CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.

BOGETOFT, P. NIELSEN, K. *DEA based yardstick competition in natural resource management*. In: Recent accomplishments in applied forest economics research. Springer, Dordrecht, p. 103-125, 2003.

BRANDÃO, I. de F. Modelo Conceitual de Sistema de Informação de Custos Aplicado ao Setor Público Brasileiro. *Revista Pensar Contábil*, v. 24, n. 84, p. 41-50, 2022.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988.

BRASIL. Secretaria-Geral da Marinha. *SGM-307 Normas sobre o Sistema de Custos da Marinha do Brasil*. 1. ed. Brasília, DF, 2020.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

CHEN, C.; DELMAS, M. A.; LIEBERMAN, M. B. Production frontier methodologies and efficiency as a performance measure in strategic management research. *Strategic Management Journal*, v. 36, p. 19-36, 2015.

DREW, J.; DOLLERY, B.; KORTT, M. A. *Peas in a Pod: Are efficient municipalities also financially sustainable?*. Australian Accounting Review, v. 77, n. (16), p. 122-131, 2016.

FERREIRA, C. M. de C.; GOMES, A. P. *Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações*. 2. ed. Viçosa: UFV, 2020.

GAVIÃO, L. O.; MEZA, L. A.; LIMA, G. B. A.; GARCIA, P. A. de A.; KOSTIN, S.

Avaliação de investimentos em modernização dos portos por Análise Envoltória de Dados. In: Simpósio de pesquisa operacional e logística da Marinha, 19., 2019, Rio de Janeiro, RJ. *Anais [...]*. Rio de Janeiro: Centro de Análises de Sistemas Navais, p. 1-16, 2019.

LAMOGLIA, F. R.; OHAYON, P.; MARQUES, J. A. V. da C. A Demonstração do

Resultado Econômico como Indicador de Eficiência na Gestão do Gasto Público. *Revista Sociedade, Contabilidade e Gestão*, v. 15, n. 4, p. 160-177, Rio de Janeiro, 2020.

LOPES, M. A. S. *Eficiência dos gastos públicos: análise nas regiões de saúde do Estado de Minas Gerais*. 2017. 137f. Tese (Doutorado em

- Controladoria e Contabilidade) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- MALHOTRA, N. K. *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- MEIRELLES, Hely L. *Direito Administrativo Brasileiro*. 28. edição. São Paulo: Malheiros, 2003.
- MELLO, L. S. C. de; CARDOSO, L. F.; PESSANHA, J. F. M. Análise envolvória de dados na avaliação de eficiência da gestão contábil de alimentos em navios da Marinha do Brasil. In: Anais do Congresso UFG de Contabilidade, Controladoria e Finanças. *Anais [...]* Goiânia, 2021.
- MELLO, L. S. C. de; SANTOS JUNIOR, M. T. dos; PESSANHA, J. F. M. Um modelo de regressão linear múltipla para a gestão contábil de alimentos dos navios da Marinha do Brasil. In: Simpósio de Engenharia, Gestão e Inovação, 4, Juazeiro do Norte, 2021. *Anais [...]*, Juazeiro do Norte, 2021.
- MELLO, M. P.; PETERNELLI, L. A. *Conhecendo o R: uma visão mais que estatística*. 1. ed. Viçosa: UFV, 2013.
- PEÑA, C. R. Um Modelo de Avaliação da Eficiência da Administração Pública através do Método Análise Envolvória de Dados (DEA). *Revista de Administração Contemporânea*, Curitiba, v. 12, n. 1, p. 83-106, 2008.
- PESSANHA, J. F. M.; MELLO, M. A. R. F.; BARROS, M.; SOUZA, R. C. Avaliação dos custos operacionais eficientes das empresas de transmissão do setor elétrico brasileiro: uma proposta de adaptação do modelo DEA adotado pela ANEEL. *Pesquisa Operacional*, v.30, p. 521-545, Rio de Janeiro, 2010.
- ROGE, K. M.; LENNON, N. J. *A study on the criteria of internal transparency, efficiency and effectiveness in measuring local government performance*. *Financial, Accounting & Management*, v. 34, p. 392-409, 2018.
- SANTOS JUNIOR, M. T. dos; MELLO, L. S. C. de; ALVES, F. J. dos S.; PESSANHA, J. F. M.; VALLIM, M. F. Avaliação da eficiência na realização de inspeções e vistorias navais sob o prisma do Sistema de Custos da Marinha (SCM) e da Análise Envolvória de Dados (DEA). In: Anais do X Encontro Brasileiro de Administração Pública. *Anais [...]* Brasília, 2023.
- SILVA, C. A. G.; CROZATTI, J. A demonstração do resultado econômico na gestão de políticas públicas: avaliação da aplicabilidade pelos auditores da Secretaria Municipal de Finanças da Prefeitura de São Paulo. *Revista Contabilidade e Controladoria*, v. 5, n. 2, São Paulo, 2013.
- SILVA, L. B. F. da; SOBREIRA, M.; DUQUE, A. P. O.; COELHO, C. U. F. A eficiência do gasto público nas instituições federais de ensino superior do Brasil entre 2015 e 2017. In: Anais do XX USP International Conference in Accounting. *Anais [...]* São Paulo, 2020.
- SILVA, S. A. L.; SANT'ANA, N. L. S.; MENEZES, J. P. C. B.; PAULA, J. S.; CHAIN, C. P. Métodos e técnicas quantitativas em contabilidade e finanças: uma análise sob a ótica do software R. *Revista Pensar Contábil*, v. 19, n. 68, p. 37-46, 2017.
- SILVA NETO, A. F. da S.; SILVA, J. D. G. da; SILVA, M. C. Análise da eficiência da gestão pública das capitais brasileiras. *Revista Reunir*, v.7, n. 2, p. 85-100, 2017.
- SOARES, M. F. *O princípio da eficiência em contabilidade pública: a alocação de recursos públicos para a geração de educação e saúde nos estados brasileiros*. 2019. 224f. Tese (Doutoramento em Contabilidade) – Escola de Economia e Gestão, Universidade do Minho, Minho, Portugal, 2019.
- SOUZA, M. W.; MACEDO, M. A. da S. Análise da eficiência utilizando a metodologia DEA em organização militar de saúde: o caso da Odontoclínica Central do Exército. *Sociedade, Contabilidade e Gestão*, v. 3, n. 2, p. 88-103, 2008.