



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
DIVISÃO DE ENSINO  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2024

**LUCAS SALES MARTINS**, Cap Eng

**O emprego de simulação como ferramenta de apoio à decisão no planejamento  
orçamentário da DIRMAB**

Rio de Janeiro

2024

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
DIVISÃO DE ENSINO  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2024

**LUCAS SALES MARTINS**, Cap Eng

**O emprego de simulação como ferramenta de apoio à decisão no planejamento orçamentário da DIRMAB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Gestão Institucional

Orientador: Marcos Zeitone Koialainski Junior, Maj Av

Rio de Janeiro

2024

**LUCAS SALES MARTINS**, Cap Eng

**O emprego de simulação como ferramenta de apoio à decisão no planejamento  
orçamentário da DIRMAB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da  
Aeronáutica.

Aprovado por:

---

**André da Costa Gonçalves**, Prof. Dr.  
EAOAR

---

**Marcos Zeitone Koialainski Junior**, Maj Av  
EAOAR

Rio de Janeiro

2024

## RESUMO

Alinhada com a missão da FAB, a gestão orçamentária voltada à prontidão operacional de suas aeronaves reveste-se de importância singular, em função da dependência de suporte logístico e do elevado custo do ciclo de vida desses sistemas. No âmbito do COMGAP, a DIRMAB realiza o planejamento orçamentário referente à demanda de suprimento e manutenção, a partir do esforço aéreo anualmente definido pelo COMAER. Esse planejamento atualmente ocorre em planilhas, com abordagem individualizada por tipo aeronave e valores médios estáticos dos parâmetros analisados, o que reduz a percepção de semelhança com a realidade, bem como demanda semanas de trabalho para comparação de cenários, retardando o processo decisório. Como solução, este trabalho defende que o emprego de simulação no planejamento orçamentário da DIRMAB aumenta a eficiência do processo de alocação de recursos. Primeiramente, argumenta-se que a simulação viabiliza uma abordagem sistêmica, a qual considera a frota como um todo e incorpora a variação de parâmetros no tempo, favorecendo a percepção de semelhança com a realidade e a consciência situacional do tomador de decisão na alocação de recursos. Outro argumento relevante é que a simulação permite uma rápida comparação de cenários, agilizando os assessoramentos e a tomada de decisão. Ainda, o emprego de simulação no planejamento orçamentário poderá também ser extrapolado para a esfera do COMAER, de modo que sua aplicação a nível de Alto Comando resultará numa economia de recursos mais expressiva, contribuindo para elevar ainda mais a imagem da instituição perante os órgãos de controle externo e a sociedade.

**Palavras-chave:** Simulação. Apoio à decisão. Planejamento orçamentário. DIRMAB.

## 1 INTRODUÇÃO

Para o cumprimento da sua missão institucional de “manter a soberania do espaço aéreo e integrar o território nacional, com vistas à defesa da pátria” (Brasil, 2018, p. 20), observa-se na Força Aérea Brasileira (FAB) especial atenção à gestão orçamentária em prol da prontidão operacional de suas aeronaves.

De modo geral, esses sistemas caracterizam-se por apresentar tecnologia avançada, integração de componentes e subsistemas, arquitetura customizada, longevidade em serviço, dependência de uma estrutura robusta de suporte logístico e elevado custo do ciclo de vida (Hobday, 1998; Przmieniecki, 1993).

Nesse contexto, no âmbito do Comando-Geral de Apoio (COMGAP), destaca-se a atuação da Diretoria de Material Aeronáutico e Bélico (DIRMAB), que, a partir do esforço aéreo anualmente definido pelo Comando da Aeronáutica (COMAER), realiza o planejamento orçamentário das funções logísticas de suprimento e manutenção, para suportar a operação de toda a frota de aeronaves da Força.

Atualmente, esse planejamento é realizado por meio de planilhas, utilizando-se uma abordagem individualizada para cada tipo de aeronave e com valores médios estáticos dos parâmetros considerados, o que reduz a percepção de semelhança com a realidade. Além disso, demanda semanas de trabalho dos assessores para a comparação de cenários, retardando o processo decisório.

Uma alternativa de solução para essa situação-problema é o emprego de simulação, a exemplo do que foi utilizado na formulação da Lista de Provisão Inicial (LAI) das aeronaves KC-390 Millennium e F-39 Gripen, recentemente implantadas na FAB.

Diante do exposto, este trabalho defende a tese de que o emprego de simulação no planejamento orçamentário da DIRMAB aumenta a eficiência do processo de alocação de recursos.

Primeiramente, argumenta-se que a simulação viabiliza uma abordagem sistêmica, ou seja, que considera a frota como um todo e incorpora a variação de parâmetros no decorrer do tempo, favorecendo a percepção de semelhança com a realidade e a consciência situacional do tomador de decisão.

Outro argumento relevante é que a simulação permite uma rápida comparação de cenários, agilizando os assessoramentos e consequentemente a tomada de decisão quanto à alocação dos recursos.

## 2 A ESCOLHA POR SIMULAÇÃO

O conceito de simulação tem sua origem na década de setenta, quando Schriber (1974) afirmou que a simulação consiste na modelagem de um processo ou sistema real, de modo a imitar suas respostas numa sucessão de eventos que ocorrem no decorrer do tempo.

Seguindo a mesma linha, para Pegden, Sadowski e Shannon (1995), a simulação é uma técnica que visa a elaborar um modelo computacional de um sistema ou processo real e nele conduzir experimentos, com o propósito de entender seu comportamento ou avaliar estratégias para sua utilização.

Entende-se, portanto, que a finalidade da simulação é predizer o que ocorrerá na realidade em decorrência de determinada decisão, identificando a linha de ação que resultará na melhor relação custo-benefício.

Assim, a simulação procura modelar um sistema ou processo, dando apoio à tomada de decisão, possibilitando a redução de riscos e custos envolvidos, vantagem significativa frente aos métodos analíticos, experimentais ou baseados na experiência do tomador de decisão (Vieira, 2006).

Dessa forma, a escolha pelo uso de simulação como ferramenta de apoio à decisão está relacionada, em geral, à busca pelo aumento da eficiência, um dos cinco princípios constitucionais que norteiam a Administração Pública (Brasil, 1988).

Nesse sentido, o emprego de simulação no planejamento orçamentário da DIRMAB proporciona o benefício de aumentar a eficiência do processo de alocação de recursos, mediante os argumentos citados na introdução do presente trabalho, a respeito dos quais discorre-se a seguir.

### 2.1 Abordagem sistêmica

De acordo com Bertalanffy (1973), a corrente da abordagem sistêmica busca o entendimento do todo, evitando a fragmentação analítica. Checkland (1991), por sua vez, explica que a abordagem sistêmica é a busca pela solução de um problema a partir de uma visão ampla, a qual procura considerar todos os aspectos, concentrando-se nas interações entre as diferentes partes constituintes.

Sob essa perspectiva, a simulação viabiliza uma abordagem sistêmica, pois permite correlacionar os modelos de aeronaves da frota com suas arquiteturas de

suporte logístico e informações de operação, o que contribui para aumentar a percepção de semelhança com a realidade e a consciência situacional do tomador de decisão, de modo a identificar a melhor estratégia de alocação dos recursos.

Seguindo essa mesma linha, Pidd (1998) coloca que os sistemas ou processos para os quais se justifica a utilização da Simulação são 'interativos' (possuem 'n' componentes que interagem entre si), são 'complexos' (o número de variáveis que precisam ser consideradas é elevado) e são 'dinâmicos' (seu comportamento pode variar ao longo do tempo).

No contexto do planejamento orçamentário da DIRMAB, para suporte logístico às aeronaves da FAB, a interatividade e a complexidade são identificadas nas seguintes atividades: reparo e revisão de componentes, delineamento de material para inspeções programadas e não programadas, fornecimento de itens de consumo, geração de ordens de serviço, registros de manutenção, gestão de pessoal e mão de obra, assessoramento técnico e de engenharia, pesquisa de pane, atendimento de emergências, envio e recolhimento de material entre operadores e oficinas reparadoras, entre outras.

Quanto à dinamicidade, ressalta-se que o suporte logístico às aeronaves e o respectivo planejamento orçamentário estão sujeitos a eventos sazonais, sendo por isso considerados dinâmicos. Nesse quesito, conforme Law e Kelton (2007), enquanto os métodos analíticos se baseiam em valores médios estáticos, a simulação incorpora a variação de parâmetros no decorrer do tempo, favorecendo também a percepção de semelhança com a realidade e a consciência situacional do tomador de decisão em busca da melhor relação custo-benefício.

Para essa finalidade, existem ferramentas computacionais disponíveis no mercado que utilizam distribuições de probabilidade e realizam cálculos complexos, a exemplo do pacote de *software* denominado Opus Suite<sup>®</sup>, da empresa sueca Systecon Group, composto pelos programas OPUS10<sup>®</sup> (otimização do estoque de peças), SIMLOX<sup>®</sup> (simulação da disponibilidade) e CATLOC<sup>®</sup> (compilação dos custos), aplicáveis à gestão do ciclo de vida de sistemas (Systecon, 2024).

A respeito do assunto, Figueiredo-Pinto e Abrahão (2018) explicam que o modelo submetido à simulação estocástica (aleatória) no SIMLOX<sup>®</sup> traz dinamismo à análise, por meio da inserção de variáveis dependentes do tempo, como perfis operacionais, apresentando como resultado a disponibilidade média das aeronaves e em função do tempo.

Assim, a aplicação de tal ferramenta no planejamento orçamentário da DIRMAB permite compreender melhor o cenário de operação e suporte das aeronaves da FAB, identificando gargalos e eventuais problemas pontuais que possam surgir em momentos específicos do ciclo de vida.

Portanto, pode-se afirmar que o emprego de simulação, como ferramenta de apoio à decisão, viabiliza uma abordagem sistêmica, capaz de abarcar os diferentes tipos de aeronave, suas respectivas estruturas de suporte logístico e seus perfis operacionais, submetidos ainda à variação de parâmetros no decorrer do tempo.

Tal abordagem favorece a percepção de semelhança com a realidade e a consciência situacional do tomador de decisão, contribuindo para um planejamento orçamentário que minimiza os gastos necessários ao atingimento das metas, aumentando assim a eficiência do processo de alocação de recursos.

## 2.2 Rápida comparação de cenários

Para mensurar a eficiência, é necessário avaliar o alcance do resultado considerando os recursos aplicados. Desse modo, no contexto deste trabalho, a correta alocação dos recursos orçamentários pode ser vista como o alcance do resultado, enquanto o tempo necessário para análise, assessoramento e tomada de decisão representa o recurso aplicado.

Logo, a ferramenta empregada na execução de uma atividade específica pode afetar a sua eficiência, seja negativamente, no caso de dilatação do prazo, ou positivamente, quando ocorre redução.

De acordo com Mourtzis *et al.* (2019), a simulação computacional é capaz de reproduzir em ambiente virtual cenários e características, apresentando potenciais fatos e ocorrências futuras em velocidade quase instantânea.

Nesse sentido, além de espelhar um evento real ou processo físico em um meio digital, fica evidente que a técnica de simulação permite a comparação de cenários com rapidez, desde que o recurso tecnológico apropriado esteja disponível.

Segundo Corrêa, Giansesi e Caon (2001), a simulação permite realizar análise de sensibilidade do tipo *what-if* (o que acontece se...), de modo que várias políticas de decisão podem ser testadas e comparadas rapidamente.

Dessa forma, a simulação poderá indicar rapidamente, por exemplo, com menor custo que uma experimentação real, quais os benefícios de se investir em um

novo tipo de aeronave ou em diferente formato de suporte logístico, bem como poderá ser útil na solução de uma situação de emergência, como o reparo estrutural de uma parcela da frota, em caso de evento adverso da natureza.

Complementando as referências apresentadas, Law e Kelton (2007) citam ainda que a simulação permite analisar longos períodos em um curto espaço de tempo de execução, como por exemplo alguns anos em poucos minutos.

Essa é uma vantagem significativa para o gerenciamento do suporte logístico às aeronaves da FAB, sobretudo em revisões da solução adotada, visando à melhoria da suportabilidade, expressa pela relação entre custo de suporte e disponibilidade operacional.

Por conseguinte, pode-se afirmar que o emprego de simulação, como ferramenta de apoio à decisão, permite rápida comparação de cenários, uma vez que a atualização dos dados de entrada no modelo é suficiente para obter novas alternativas de solução em determinado problema.

Em vista disso, os assessoramentos e a tomada de decisão no planejamento orçamentário da DIRMAB poderão ser mais ágeis, o que também contribui para aumentar a eficiência do processo de alocação de recursos.

### **3 CONCLUSÃO**

Para o cumprimento da sua missão-síntese, observa-se na FAB que a gestão orçamentária voltada à prontidão operacional de suas aeronaves reveste-se de importância singular, em função da dependência de suporte logístico e elevado custo do ciclo de vida desses sistemas. Para tanto, no âmbito do COMGAP, a DIRMAB realiza o planejamento orçamentário das funções logísticas de suprimento e manutenção, a partir do esforço aéreo anualmente definido pelo COMAER.

Esse planejamento atualmente ocorre em planilhas, com abordagem individualizada por tipo aeronave e valores médios estáticos dos parâmetros analisados, o que reduz a percepção de semelhança com a realidade, bem como demanda semanas de trabalho para comparação de cenários, retardando o processo decisório. Como solução, este trabalho defendeu a tese de que o emprego de simulação no planejamento orçamentário da DIRMAB aumenta eficiência do processo de alocação de recursos.

Primeiramente, porque a simulação viabiliza uma abordagem sistêmica, capaz de abarcar os diferentes tipos de aeronave, suas estruturas de suporte logístico e seus perfis operacionais, submetidos à variação de parâmetros no tempo. Tal abordagem favorece a percepção de semelhança com a realidade e a consciência situacional do tomador de decisão, contribuindo para um planejamento orçamentário que minimiza os gastos necessários ao atingimento das metas, aumentando conseqüentemente a eficiência do processo de alocação de recursos.

Em segundo, porque o emprego de simulação permite rápida comparação de cenários, uma vez que a atualização dos dados de entrada no modelo é suficiente para obter novas alternativas de solução em determinado problema. Desta forma, os assessoramentos e a tomada de decisão poderão ser mais ágeis, o que também contribui para aumentar a eficiência do processo de alocação de recursos.

Por fim, além dos argumentos já demonstrados, o emprego de simulação no planejamento orçamentário, como ferramenta de apoio à decisão, poderá ser extrapolado para o âmbito do COMAER, de modo que sua aplicação a nível de Alto Comando resultará em uma economia de recursos mais expressiva, por contemplar projetos estratégicos dos demais Grandes Comandos, contribuindo assim para elevar ainda mais a imagem da instituição perante os órgãos de controle externo e a sociedade brasileira.

## REFERÊNCIAS

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral de Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 1.597/GC3, de 10 de outubro de 2018. Aprova a reedição da DCA 11-45 "Concepção Estratégica - Força Aérea 100". **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 180, f. 11265, 15 out. 2018.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988.

CHECKLAND, P. **System Thinking, System Practice**. New York: John Wiley and Sons, 1991.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. São Paulo: Atlas, v. 1, 2001.

FIGUEIREDO-PINTO, D. G.; ABRAHÃO, F.T.M. Custo do ciclo de vida: proposta de método de cálculo prospectivo e análise de sensibilidade a fatores de confiabilidade

e manutenibilidade. *In*: SIMPÓSIO DE APLICAÇÕES OPERACIONAIS EM ÁREAS DE DEFESA, 20., 2018, São José dos Campos. **Anais** [...]. São José dos Campos: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2018.

HOBDAY, M. Product complexity, innovation and industrial organization. **Research Policy**, v. 26, n. 6, p. 689-710, 1998.

LAW, A. M.; KELTON, W. D. **Simulation modeling and analysis**. New York: Mcgraw-hill, 2007.

MOURTZIS, D. *et al.* Manufacturing system design using simulation in metal industry towards education 4.0. **Procedia manufacturing**, v. 31, p. 155-161, 2019.

PEGDEN, C. D.; SADOWSKI, R. P.; SHANNON, R. E. **Introduction to simulation using SIMAN**. McGraw-Hill, Inc., 1995.

PIDD, M. **Modelagem Empresarial: ferramentas para tomada de decisão**. Porto Alegre, Bookman, 1998. 314 p.

PRZMIENIECKI, J. S. **Acquisition of defense systems**. Washington, DC: AIAA, 1993.

SCHRIBER, T.J. **Simulation Using GPSS**. Wiley, NY, 1974.

SYSTECON. **Systecon Group**, 2024. Opus Suite Overview. Disponível em: <https://www.systecongroup.com/gl/software>. Acesso em: 05 abr. 2024.

VIEIRA, G. E. Uma revisão sobre a aplicação de simulação computacional em processos industriais. **Simpósio de Engenharia de Produção, XIII, Bauru, Anais**, p. 1-10, 2006.