



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2023

EDUARDO MARTINS **MACHADO**, Cap Eng

Computação em nuvem: Uma solução para a alta confiabilidade dos Sistemas de Tecnologia da Informação e Comunicação da FAB, mesmo em um contexto de Guerra.

Rio de Janeiro

2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2023

EDUARDO MARTINS **MACHADO**, Cap Eng

Computação em nuvem: Uma solução para a alta confiabilidade dos Sistemas de Tecnologia da Informação e Comunicação da FAB, mesmo em um contexto de Guerra.

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: Ciência, Tecnologia e Inovação

Orientador: Eduardo Mendes Marcondes,
Maj Av

Rio de Janeiro

2023

EDUARDO MARTINS **MACHADO**, Cap Eng

Computação em nuvem: Uma solução para a alta confiabilidade dos Sistemas de Tecnologia da Informação e Comunicação da FAB, mesmo em um contexto de Guerra.

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

Aprovado por:

Eduardo Mendes **Marcondes**, Maj Av
EAOAR

Mellina dos Santos Ferreira Barbosa, Maj Int

Rio de Janeiro

2023

RESUMO

O final do século XX e início do século XXI foi um período de grande transformação tecnológica. Esse rápido desenvolvimento da área de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) também impulsionou o crescimento de incidentes de cibersegurança, mesmo em locais com altos níveis de segurança. No âmbito da Força Aérea Brasileira (FAB), seu principal datacenter é responsável por quase a totalidade da operação de seus sistemas administrativos, logísticos e operacionais. Assim, para garantir a operação desses sistemas com alta confiabilidade, mesmo em um contexto de guerra, onde esses *datacenters* são objetivos prioritários, este ensaio defende a criação de uma nuvem de computação (*datacenters* geograficamente distribuídos, operando de forma conjunta e centralizada) para a FAB. Nessa conjuntura, embasam a tese deste ensaio o ganho de escalabilidade (capacidade de crescimento) e confiabilidade, que permitirá garantir a operação ininterrupta da infraestrutura de TIC que apoia a missão da FAB; e a economia de recursos financeiros com redução do custo de operação, além da prevenção de prejuízos financeiros e danos à imagem da Instituição com indisponibilidade de serviços à sociedade, seja por incidentes comuns ou decorrentes de guerra cibernética. E, por fim, Como forma de aumentar ainda mais a distribuição e, conseqüentemente, a resiliência a falhas e ataques, é possível incluir os datacenters dos Grupamentos de Apoio e demais organizações na solução de nuvem. Nesse cenário o ganho com a otimização de pessoal seria ainda maior, visto que os grupamentos de apoio já contam com pessoal técnico, especializado na manutenção de datacenters.

Palavras-chave: Computação em Nuvem. Sistemas Distribuídos. Recursos de Computação. Infraestrutura Definida por Software. Guerra Cibernética.

1 INTRODUÇÃO

O final do século XX e início do século XXI foi um período de grande transformação tecnológica com o surgimento da internet e a consequente interconexão do mundo. Por volta do ano de 2002, reside o marco do início da “era digital”, momento em que, pela primeira vez, a humanidade armazenou mais informações digitais do que analógicas em suas ferramentas tecnológicas (HILBERT e LÓPEZ, 2011, apud HILBERT, 2022).

Esse rápido desenvolvimento da área de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) também impulsionou o crescimento de incidentes de cibersegurança, mesmo em locais com altos níveis de segurança, como instalações nucleares (KESLER, 2011) e sistemas elétricos nacionais (PETERSON, 2016; VOLZ, 2016; KARIGER e GRAF, 2019; MACOLA, 2020; WALTON, 2021).

O Centro de Computação da Aeronáutica do Rio de Janeiro (CCA-RJ) atua hoje como o principal *datacenter* dos sistemas administrativos, logísticos e operacionais (exceto controle do espaço aéreo), atendendo toda a FAB, em todo o território nacional. Tendo como uma de suas missões, o desafio de manter a operação de todos esses sistemas, sem indisponibilidades ou inoperâncias, com alta confiabilidade (alta redundância e alta robustez).

Conforme esclarece ŽIHA (2000), redundância é a capacidade de um sistema permanecer operacional mesmo com falha de alguns de seus componentes físicos, e robustez refere-se à capacidade de um sistema permanecer responsivo mesmo em condições adversas.

Atualmente, mesmo a atividade mais simples de manutenção em equipamentos apresenta alta complexidade devido à não distribuição desses sistemas, ou seja, em situações de falhas, ou ataques cibernéticos, o restabelecimento dos serviços depende de intervenção humana na maioria das ocorrências. Fato que, além de aumentar o tempo para o restabelecimento dos serviços afetados, ainda expõe a maior risco de erro por falha humana.

Dessa forma, com a indisponibilidade desses sistemas da FAB, os transtornos vão desde a ausência de informações básicas de pessoal, impossibilidade de andamento de processos administrativos e de compras, atrasos nos processos de manutenção de aeronaves, inoperância de comunicação eletrônica, ausência de

informações estratégicas para tomada de decisão e de inteligência, até o risco para a vida humana.

Uma das formas mais atuais de contrapor esses problemas, é a utilização de ambientes de computação em nuvem - que é a entrega de serviços computacionais (incluindo armazenamento de dados, rede, software, inteligência, etc) através de rede privada ou internet (“a nuvem”) para oferecer alta escalabilidade¹, flexibilidade, disponibilidade e confiabilidade (MELL e GRANCE, 2011). Conceito que pode ser entendido como um grupo de datacenters operando de forma conjunta e centralizada, sem que o usuário saiba efetivamente onde, geograficamente, estão os seus dados e que, provavelmente, estarão duplicados em mais de uma localidade.

Cabe destacar que, em um contexto de guerra, a Doutrina Militar elenca os ativos de TIC, que são peças fundamentais dos sistemas de Comando e Controle (C²), como alvos prioritários, visando retardar ou mesmo neutralizar a capacidade de reação do inimigo, conforme apontado por BRASIL, 2014; SILVA, 2015; e MORGADO, 2021).

Assim, este ensaio defende a criação de uma nuvem de computação na FAB para garantir a operação dos sistemas do CCA-RJ com alta confiabilidade.

Nessa conjuntura, embasam a tese deste ensaio o ganho de escalabilidade e confiabilidade, que permitirá garantir a operação ininterrupta da infraestrutura de TIC que apoia a missão da FAB; e a economia de recursos financeiros com redução do custo de operação, além da prevenção de prejuízos financeiros e danos à imagem da Instituição com indisponibilidade de serviços à sociedade, seja por incidentes comuns ou decorrentes de guerra cibernética.

2 DESENVOLVIMENTO

A operação de sistemas computacionais baseia-se em alguns conceitos de gerenciamento de salvaguardas, tanto da operação, quanto dos dados, como: backup, que segundo NELSON (2011), é o processo de manter cópias dos dados de forma que possam ser recuperados em casos de perda; redundância, que segundo ŽIHA (2000), é a capacidade de um sistema permanecer operacional mesmo com falha de

¹ Escalabilidade, conforme BONDI (2000), é um atributo de uma rede, sistema ou processo, em que esse é capaz de suportar um crescimento na estrutura, dados ou na demanda de uso de forma a não ocorrer degradação.

alguns de seus componentes físicos, normalmente alcançada com duplicação dos meios; e contingência que, segundo o dicionário, é algo que pode acontecer e, na área de TI, é comumente associada a como será tratada uma eventualidade em caso de ocorrência, ou seja, trata-se de um plano de ação, previamente preparado para lidar com adversidades, sejam elas manutenção, falha ou mesmo um ataque cibernético aos sistemas.

E para resolver os diversos desafios na operação de *datacenters*, garantindo a operação de forma contínua, assim como todas as salvaguardas dos dados, a tecnologia evoluiu da operação de servidores *bare bones* (do inglês, servidores físicos com apenas as partes básicas), passando por máquinas virtuais e containers, pela orquestração com infraestrutura como código e, finalmente, na computação em nuvem.

Dessa forma, pretende-se a criação de uma nuvem de computação para a FAB com o objetivo de garantir a continuidade da operação de todos os serviços de computação mesmo em adversidades ou em um contexto de guerra, cenário em que os ativos de comunicação e controle são alvos prioritários, de ataques físicos ou cibernéticos.

2.1 Escalabilidade e Confiabilidade

Atualmente utiliza-se somente a manutenção de cópias dos dados em mais de uma localidade, garantindo a salvaguarda das informações, mas sem ganhos além disso. Assim, seguindo o conceito de computação em nuvem, os verdadeiros ganhos seriam obtidos pela efetiva operação distribuída, com operações de missão crítica, onde os serviços não podem parar, como Google, Amazon AWS, sistemas financeiros, dentre alguns.

Assim, propõe-se distribuição inicial em pelo menos 3 (três) localidades distintas, com cada *datacenter* mantendo cópia dos seus dados nos outros dois *datacenters*, com esse valor podendo ser ampliado posteriormente. Nesse conceito, os sistemas operariam simultaneamente em todos três *datacenters*, com cada acesso sendo direcionado ao *datacenter* que estivesse mais próximo ou com melhores tempos de acesso, garantindo a escalabilidade.

Nesse sentido, o emprego do conceito de computação em nuvem busca atender um dos principais problemas do gerenciamento de *datacenters*, que é o

crescimento exponencial de informação, que tornou as técnicas tradicionais de controle de armazenamento de dados inadequadas para lidar com esse grande volume de maneira eficiente, conforme apontam BOLODURINA e PARFENOV (2017), e JGHEF e ZEEBAREE (2020).

E, para tratar a confiabilidade, além da distribuição em múltiplos *datacenters*, utiliza-se a operação dessa infraestrutura de forma coordenada através de software, atualmente denominado como sistema operacional de nuvem, que tem como objetivo coordenar toda a gestão e operação desses *datacenters* que irão compor a nuvem de computação, resolvendo o problema da gestão dos componentes físicos da infraestrutura. Já para atacar o gerenciamento da camada das aplicações, acrescenta-se soluções de *software*, denominadas de orquestradores, que irão fazer a gestão dos ambientes das aplicações propriamente ditas, coordenando a quantidade, localização geográfica e distribuição de usuários, sendo capazes de gerenciar centenas de milhares de tarefas de milhares de aplicações em diversos *datacenters* com dezenas de milhares de servidores (VERMA, PEDROSA, *et al.*, 2015).

Assim, a proposta de criar um ambiente de computação em nuvem para a FAB, utilizando-se inicialmente três *datacenters* geograficamente distribuídos, com a adoção de um sistema operacional de nuvem e orquestração dos ambientes virtuais, proporcionaria a operação escalável e confiável dos diversos sistemas hospedados no CCA-RJ com alta disponibilidade.

2.2 Economia de Recursos Humanos e Financeiros

Atualmente a operação de um único datacenter, como no CCA-RJ, requer o envolvimento de diversos profissionais: – uma equipe para a manutenção da sala física do datacenter e salas e equipamentos de apoio como nobreaks e geradores; – uma equipe para gerenciar a virtualização e máquinas virtuais; uma para a rede física; – outra equipe para rede lógica (firewalls e segregação de redes); e – mais uma para o monitoramento de toda a infraestrutura de TIC. O que envolve um total de 48 pessoas, entre oficiais e graduados, para realizar todas as tarefas e projetos.

Assim, a implantação de computação em nuvem permite o melhor aproveitamento do pessoal altamente especializado. Essa otimização ocorrerá na otimização da distribuição dessa mão de obra, sendo possível manter somente uma

equipe para a operação local em cada nos datacenters geograficamente distinto, com a maior parte do pessoal sendo empregado no centro de operações. Essa otimização e redução de pessoal já era prevista desde 2013 conforme CHOUDHARY e VITHAYATHIL (2013).

Ainda, é necessário considerar o atual cenário do mercado de TI, que se encontra bastante aquecido desde a pandemia de 2020, sem sinais de desaquecimento, com grande procura por profissionais especializados. Contexto que tem tornado difícil a captação, e mesmo retenção, de recursos humanos na área de TI com nível de conhecimento adequado e em quantidade suficiente para suprir as vagas abertas (DE ALMEIDA e GUIDO, 2023; IVANOV, 2022; GRADDICK IV, 2023; DANHIEUX, 2022; LEWIS, 2021).

A essa otimização de recursos humanos, pode-se acrescentar ainda a economia de recursos financeiros. Considerando o CCA-RJ como um provedor de serviço de computação em nuvem, seria possível diminuir os custos (rede, energia, armazenamento de dados, administração e manutenção) com a desativação de *datacenters* secundários e salas de servidores inadequadas nas diversas organizações militares, e ainda com a centralização de compras para ganho em escala.

Essa economia de escala, conforme diversos autores, pode girar em torno de 20% nos custos de armazenamento de dados e 50% dos custos de rede, podendo chegar a índices maiores levando em consideração os custos de unidades de processamento e de pessoal (ARMBRUST, FOX, *et al.*, 2009, apud OPITZ, LANGKAU, *et al.*, 2012; JGHEF e ZEEBAREE, 2020).

A tudo isso, ainda é importante considerar que somente os custos com incidentes cibernéticos, são responsáveis por prejuízos financeiros que, na atual taxa de crescimento, chegarão a cerca de US\$ 10,5 trilhões anualmente até 2025 (um aumento de 300% em relação aos níveis de 2015) (SAUSALITO, CALIF, 2022, apud AIYER, CASO, *et al.*, 2022).

Dessa forma, é possível compreender que a implantação de infraestrutura de computação em nuvem na FAB, além da economia de recursos humanos e financeiros, ainda é capaz de diminuir o risco de prejuízos e danos causados por ataques cibernéticos.

3 CONCLUSÃO

Como visto, atualmente, o CCA-RJ atua como principal *datacenter* da FAB para hospedar seus sistemas administrativos, logísticos e operacionais, com demanda crescente por novos sistemas e serviços digitais.

Acrescenta-se a isso que a Força Aérea, como instituição de Estado e força militar, torna-se alvo preferencial de ataques cibernéticos, fazendo com que a operação desses sistemas de forma ininterrupta seja ainda mais desafiadora.

Assim, na busca para alcançar esse objetivo, ficou evidenciado que as nuvens de computação trazem diversos benefícios para a organização: começando pela otimização de recursos humanos, com redução de pessoal por *datacenter* e melhor aproveitamento destes na gestão centralizada dos ambientes da nuvem de computação. A essa redução de custos, soma-se ainda a economia de recursos financeiros, com a prevenção de prejuízos pela indisponibilidade dos serviços digitais, bem como por perda de dados.

Aliado à redução de custos, acrescenta-se ainda a garantia de escalabilidade, que esse tipo de tecnologia permite, com a possibilidade de ampliar a capacidade de recursos computacionais de forma quase imediata, em conjunto com o aumento da confiabilidade, e melhorando a tolerância de falhas de equipamentos, bem como mantendo a operação, mesmo em situações adversas, como ataques cibernéticos.

Dessa forma, diante do exposto neste ensaio, ficam evidentes as inúmeras vantagens dessa solução e, assim, conclui-se que a FAB deve implantar um ambiente de computação em nuvem, com *datacenters* distribuídos em pelo menos três localidades geograficamente distintas, e com a gerência centralizada no CCA-RJ. De forma que permitirá atender às demandas de automação e simplificação, desde os processos administrativos, logísticos, inclusive operacionais, através de novos serviços e sistemas computacionais, com alta disponibilidade e confiabilidade.

Como forma de aumentar ainda mais a distribuição e, conseqüentemente, a resiliência a falhas e ataques, é possível incluir os *datacenters* dos Grupamentos de Apoio e demais organizações na solução de nuvem. Nesse cenário o ganho com a otimização de pessoal seria ainda maior, visto que os grupamentos de apoio já contam com pessoal técnico, especializado na manutenção de *datacenters*. Podendo ser considerado ainda a possibilidade de gestão unificada de contratos de *datacenter* como forma de obter ganhos de escala.

REFERÊNCIAS

AIYER, B. et al. New survey reveals \$2 trillion market opportunity for cybersecurity technology and service providers. **McKinsey & Company**, 27 Out. 2022. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/capabilities/risk-and-resilience/our-insights/cybersecurity/new-survey-reveals-2-trillion-dollar-market-opportunity-for-cybersecurity-technology-and-service-providers>>. Acesso em: 05 mar. 2023.

ARMBRUST, M. et al. Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing. **Dept. Electrical Eng. and Comput. Sciences, University of California, Berkeley**, Berkeley, v. 28, n. 13, 2009. Disponível em: <<https://www2.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/EECS-2009-28.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2023.

BOLODURINA, I.; PARFENOV, D. Development and research of models of organization distributed. **Procedia Computer Science**, 103, 2017. 569-576. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.01.064>>. XII International Symposium Intelligent Systems 2016, INTELS 2016, 5-7 October 2016, Moscow, Russia.

BONDI, A. B. **Characteristics of Scalability and Their Impact on Performance**. Proceedings of the 2nd International Workshop on Software and Performance (WOSP '00). Ottawa, Ontario, Canada: Association for Computing Machinery. 2000. p. 195-203.

BRASIL. Ministério da Defesa. Portaria Normativa nº 3.010/MD, de 18 de novembro de 2014. **Aprova a Doutrina Militar de Defesa Cibernética**. Publicação MD-31-M-07. Brasília, DF, 2014 a. 38 p. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/136/1/MD31_M07.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2023.

CHOUDHARY, V.; VITHAYATHIL, J. The Impact of Cloud. **Journal of Management Information Systems**, 30, n. 2, 2013. 67-100. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2753/MIS0742-1222300203>>.

DANHIEUX, P. Navigating The Developer Shortage Crisis: A Time To Define The Developer Of The Future. **Forbes**, 12 Set. 2022. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2022/09/12/navigating-the-developer-shortage-crisis-a-time-to-define-the-developer-of-the-future/>>. Acesso em: 05 mar. 2023.

DE ALMEIDA, F.; GUIDO, G. Mercado de TI continua contratando, apesar da crise das big techs. **Forbes**, 31 Jan. 2023. Disponível em: <<https://forbes.com.br/carreira/2023/01/mercado-tech-continua-aquecido-apesar-das-demissoes/>>. Acesso em: 05 mar. 2023.

GRADDICK IV, S. The US is facing a critical shortage of high tech engineers. **Scripps News**, 31 Jan. 2023. Disponível em: <<https://scrippsnews.com/stories/us-facing-critical-shortage-of-high-tech-engineers/>>. Acesso em: 05 mar. 2023.

HILBERT, M. Digital technology and social change: the digital transformation of society from a historical perspective. **Dialogues in Clinical Neuroscience**, 22, n. 2,

01 Abril 2022. 189-194. Disponível em:

<<https://doi.org/10.31887/DCNS.2020.22.2/mhilbert>>.

HILBERT, M.; LÓPEZ, P. The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information. **Science**, 332, n. 6025, 10 Feb 2011. 60-65. Disponível em: <<https://doi.org/10.1126/science.1200970>>.

IVANOV, R. Emprego garantido: mercado aquecido em tecnologia deve abrir 800 mil vagas no Brasil. **Isto é Dinheiro**, 11 mar. 2022. Disponível em: <<https://www.istoedinheiro.com.br/emprego-garantido-mercado-aquecido-em-tecnologia-deve-abrir-800-mil-vagas-no-brasil/>>. Acesso em: 05 mar. 2023.

JGHEF, Y. S.; ZEEBAREE, S. R. M. State of Art Survey for Significant Relations between Cloud Computing and Distributed Computing. **International Journal of Science and Business**, 4, n. 12, 03 Nov. 2020. 53-61. Disponível em: <<https://www.doi.org/10.5281/zenodo.4237005>>.

KARIGER, R.; GRAF, P.-A. Hackers are causing blackouts. It's time to boost our cyber resilience. **World Economic Forum**, 27 Mar. 2019. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2019/03/hackers-are-causing-blackouts-it-s-time-to-boost-our-cyber-resilience/>>. Acesso em: 03 mar. 2023.

KESLER, B. The vulnerability of nuclear facilities to cyber attack. **Strategic Insights**, Monterey, 2011.

LEWIS, N. IT Workers Will Be Hard to Find and Keep in 2022. **SHRM, the Society for Human Resource Management**, 13 Dez. 2021. Disponível em: <<https://www.shrm.org/resourcesandtools/hr-topics/technology/pages/it-workers-will-be-hard-find-keep-2022.aspx>>. Acesso em: 05 mar. 2023.

MACOLA, I. G. The five worst cyberattacks against the power industry since 2014. **Power Technology**, 02 Abr. 2020. Disponível em: <<https://www.power-technology.com/features/the-five-worst-cyberattacks-against-the-power-industry-since2014/>>. Acesso em: 03 mar. 2023.

MELL, P.; GRANCE, T. **The NIST Definition of Cloud Computing**. National Institute of Standards and Technology (NIST). [S.l.]. 2011.

MORGADO, F. R. B. A Era da Comunicação e suas repercussões para a Doutrina Militar. **Observatório Militar da Praia Vermelha - ECEME**, Rio de Janeiro, 4 p., 21 Fevereiro 2021. Disponível em: <<http://ompv.eceme.eb.mil.br/conflitos-belicos-e-terrorismo/doutrina-militar/379-a-era-da-comunicacao-e-suas-repercussoes-para-a-doutrina-militar>>. Acesso em: 01 abr. 2023.

NELSON, S. **Pro Data Backup and Recovery**. [S.l.]: Apress, 2011. 296 p.

OPITZ, N. et al. **Technology Acceptance of Cloud Computing: Empirical Evidence from German IT Departments**. 45th Hawaii International Conference on System Sciences. Maui: [s.n.]. 2012. p. 1593-1602.

PETERSON, A. Hackers caused a blackout for the first time, researchers say. **The Washington Post**, 05 Jan. 2016. Disponível em:

<<https://www.washingtonpost.com/news/the-switch/wp/2016/01/05/hackers-caused-a-blackout-for-the-first-time-researchers-say/>>. Acesso em: 03 mar. 2023.

SAUSALITO, CALIF. 2022 Cybersecurity Almanac: 100 Facts, Figures, Predictions And Statistics. **Cybercrime Magazine**, 19 Jan. 2022. Disponível em: <<https://cybersecurityventures.com/cybersecurity-almanac-2022/>>. Acesso em: 05 mar. 2023.

SILVA, F. M. R. D.; MATTOS, L. F. D. **O futuro das comunicações na MB: sistemas digitais para comando e controle como fator de interoperabilidade na Marinha do Brasil**. Orientador: Leonardo Faria de Mattos. 2015. 81 p. Monografia (Curso de Política e Estratégia Marítimas) - Escola de Guerra, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<https://www.repositorio.mar.mil.br/handle/ripcmb/843359>>. Acesso em: 01 abr. 2023.

VERMA, A. et al. **Large-scale cluster management at Google with Borg**. Proceedings of the European Conference on Computer Systems (EuroSys). Bordeaux, França: [s.n.]. 2015. p. 1-17.

VOLZ, D. U.S. government concludes cyber attack caused Ukraine power outage. **Reuters**, 25 Fev. 2016. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/us-ukraine-cybersecurity-idUSKCN0VY30K>>. Acesso em: 03 mar. 2023.

WALTON, R. Sophisticated hackers could crash the US power grid, but money, not sabotage, is their focus. **Utility Dive**, 28 Out. 2021. Disponível em: <<https://www.utilitydive.com/news/sophisticated-hackers-could-crash-the-us-power-grid-but-money-not-sabotag/603764/>>. Acesso em: 03 mar. 2023.

ŽIHA, K. Redundancy and robustness of systems of events. **Probabilistic Engineering Mechanics**, 15, n. 4, 2000. 347-357. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0266-8920\(99\)00036-3](https://doi.org/10.1016/S0266-8920(99)00036-3)>.