

Proposta Sustentável Para Data Center: Revisão Sistemática de Literatura

Josiany B. Guimarães¹, Marcos Amaris¹

¹Programa de Pósgraduação em Computação Aplicada
Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia (NDAE)
Universidade Federal do Pará (UFPA) - Tucuruí, PA - Brazil

josianybritto@hotmail.com, amaris@ufpa.br

Resumo. *A crescente demanda por dados leva a um aumento no consumo de energia em data centers. A sustentabilidade em data centers é uma resposta essencial às demandas da sociedade contemporânea, pois oferece oportunidades de economia de energia, benefícios para as empresas e uso de tecnologias. No entanto, existem desafios na medição precisa do consumo de energia.*

Abstract. *The growing demand for data leads to an increase in energy consumption in data centers. Data center sustainability is an essential response to the demands of contemporary society, as it offers opportunities for energy savings, business benefits, and the use of technologies. However, there are challenges in accurately measuring energy consumption*

1. Introdução

Neste artigo, apresentamos uma análise sistemática do campo da eficiência energética, com o objetivo de identificar lacunas de conhecimento e propor soluções para diminuir a pegada de carbono. O artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2 explica a metodologia adotada, na seção 3 discute os questionamentos levantados, na Seção 4 faremos a análises dos resultados, na Seção 5 as conclusões do trabalho e por último a seção de referências bibliográficas.

2. Metodologia

Estratégias de busca: Nesta revisão sistemática, empregamos a ferramenta online Parsif¹ para criar o protocolo de revisão e reunimos os dados de três fontes de pesquisa: Google Scholar, Scopus e Periódicos da Capes limitando o período de 2018 a 2023 foi utilizada a string de busca: **("energy efficiency"OR sustainability OR carbon) AND ("data centers") AND ("best practices")** utilizada também na base Scopus de acordo com o padrão da base. Para extração dos dados do Google Scholar foi utilizado o software Publish or Perish².

Seleção dos artigos: Os trabalhos foram catalogados, filtrados, eliminados os duplicados, excluídos e incluídos de acordo como os critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) e filtrados conforme os resumos e títulos. Segue abaixo os critérios na Tabela 1:

¹<https://parsif.al/about/>: é uma ferramenta online desenvolvida para apoiar pesquisadores na realização de revisões sistemáticas da literatura.

²<https://harzing.com/resources/publish-or-perish>: é um software de desktop gratuito que extrai dados do Google Scholar e de outras plataformas para ajudar pesquisadores.

Tabela 1. Critérios de Inclusão(CI) e Exclusão(CE)

	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO (CI)		CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO (CE)
CI1	Aborda o tema a ser estudado	CE1	Não aborda o tema a ser estudado
CI2	O texto está completo e acessível	CE2	É anterior ao ano de 2018
CI3	É posterior a 2018	CE3	É muito extenso (maior que 30 pg.)
		CE4	O Artigo não está completo ou acessível.

Extração de Dados: Ao realizarmos a busca obtivemos o retorno de um total de 131 artigos analisados e catalogados na ferramenta on-line parsif.al onde 9 eram duplicados e 112 foram excluídos conforme os critérios de exclusão, e 10 incluídos na revisão sistemática.

3. Questionamentos Levantados:

Q1- Quais as estratégias que podem ser adotadas para eficiência energética em Data Centers? Q2- Qual o impacto ambiental dos Data Centers? Q3- Qual a necessidade de um data center verde?

4. Análise dos Resultados

Resposta do Questionamento Q1 Por meio de 5 elementos: Para o autor G Lykou & cia apresentam uma proposta [Lykou et al. 2018]. Que incluem eficiência energética, eficiência operacional, adoção de energia renovável, reciclagem de recursos e impacto social. Onde surtem efeitos em energia renovável, reciclagem de materiais e uma gestão eficaz dos recursos.

Por meio de implantação de Devops com Agile: Estratégia para melhorar a eficiência energética e a implementação do processo DevOps com métodos ágeis, que agilizam a entrega de software e permite a rápida correção de problemas. O DevOps automatiza tarefas, reduzindo a intervenção humana e otimizando o uso de energia[Kumar 2023].

Por meio de otimização de energia: Basmadjian e Robert propõem um orquestrador que ajusta as cargas de energia. Em um estudo de caso em um data center de nuvem da HPE em Milão, reduziu o consumo de energia em 10% e a demanda em 15%. O processo inclui um preditor que calcula a demanda de energia, um otimizador que toma decisões e um orquestrador que executa ações. Esse esquema foi eficaz na otimização do uso de energia [Basmadjian 2019].

Por meio de uso de contêineres: Os autores Prasanna, Thalari *et. al.* [Prasanna and Singh 2023] sugerem o uso de softwares baseados em contêineres usando as técnicas de “brownout”, para ajustar o desempenho de hardware e serviços menos críticos durante períodos de ociosidade, e de “blackout”para reduzir o uso de recursos em partes específicas do sistema. Com o uso do sistema Docker Swarm para desativar componentes opcionais de aplicativos durante picos de demanda ou alta utilização de energia. O uso de “brownout ”resultou em uma redução no consumo de energia entre 10% e 40%.

Conjunto de medidas: Em outro artigo [Dumitrescu et al. 2018], estratégias holísticas para um data center em Bucareste. Incluiu a otimização de hardware, gerenciamento do sistema de resfriamento, controle de temperatura, consolidação de servidores,

gestão de energia e desativação seletiva de componentes. Sendo adaptadas individualmente a cada data center com base em medições e avaliações, resultando em melhorias notáveis sem prejudicar a disponibilidade e o desempenho dos sistemas de TI, promovendo a sustentabilidade.

Resposta do Questionamento Q2

Emissão de dióxido de carbono: O estudo destaca que os data centers consomem aproximadamente 2% da energia global sendo responsáveis por 1% das emissões globais de gases de efeito estufa e o uso de água para resfriamento e a extração de minerais afetam o meio ambiente. Para mitigar esses impactos, o artigo propõe melhores práticas, como a adoção de hardware mais eficiente, como processadores multitarefa [Lykou et al. 2018].

Alto consumo de energia: No artigo *How much energy do data centers really use*, Os autores apontam a dificuldade de medir com precisão o consumo de energia e emissões de carbono em data centers [Masanet and Lei 2020]. Devido à falta de divulgação, eles comparam as emissões de data centers com a indústria da aviação, realçando o impacto crescente da Inteligência Artificial e o aumento no tráfego de dados. Enfrentar esses desafios requer métodos de medição mais eficazes.

Emissão de dióxido no treinamento de aprendizagem: Um artigo da Google destacam o consumo de energia no treinamento de aprendizagem de máquina [Patterson et al. 2022]. Os autores destacam a distinção entre emissões de dióxido de carbono operacionais e de ciclo de vida. Eles abordam desafios, como dados imprecisos de emissões e melhorias em hardware e algoritmos. Propõem melhores práticas e adoção de arquiteturas eficientes e a utilização de sistemas híbridos otimizados e computação em nuvem, para reduzir o consumo de energia e emissões de carbono.

Resposta do Questionamento Q3

Redução do uso de energia e o impacto ambiental: Segundo Anthony Jr & cia para a prática de TI verde. Eles propõe soluções como servidores eficientes, energia renovável, desligamento de servidores ociosos e reciclagem. O ciclo de vida em data centers envolve estratégias como projeto, produção, compras, operações e descarte verdes. Entrevistas com profissionais de TI que consideram a proposta como eficiente [Jnr et al. 2018].

Alto consumo de energia e pouco utilização: Segundo os autores Kotowski & cia abordam o aumento do uso da internet [Kotowski et al. 2018]. O crescimento anual acima de 10% tem aumentado a demanda dos data centers em 20%, gerando preocupações com custos e o armazenamento de energia caro. Muitos operam abaixo de 10% de sua capacidade, resultando em gastos. Os autores propõem a adoção estratégica da computação em nuvem verde para otimizar o compartilhamento de recursos, melhorar a eficiência energética e automatizar a infraestrutura.

Sustentabilidade e Economicidade: Segundo Heikkinen e Daan a necessidade de adotar práticas ecológicas. Empresas que adotam medidas sustentáveis obtêm benefícios financeiros significativos. Portanto, data centers ecologicamente responsáveis, alinhando o impacto ambiental reduzido com eficiência operacional e benefícios financeiros [Heikkinen 2023].

Ao revisarmos os estudos, identificamos uma lacuna na investigação de soluções que envolvam o uso de ferramentas de automação, como o Ansible e o Terraform, para

economia de energia. A maioria das pesquisas existentes concentrou-se em resfriamento, gerenciamento de energia e reciclagem de materiais.

5. Conclusões e Trabalhos Futuros

Nesta análise sistemática, enfatiza-se a importância da adoção de data centers sustentáveis para o meio ambiente, destacando práticas como containerização, otimização de resfriamento, consolidação de servidores e gestão de resíduos. Essas medidas não apenas reduzem o consumo de energia, mas também economizam recursos financeiros, promovendo uma sociedade mais ecológica e conectada. Em pesquisas futuras, exploraremos o uso de ferramentas de automação, como Ansible e Terraform, para aprimorar a eficiência energética em data centers.

Referências

- Basmadjian, R. (2019). Flexibility-based energy and demand management in data centers: a case study for cloud computing. *Energies*, 12(17):3301.
- Dumitrescu, C., Plesca, A., Adam, M., Nituca, C., and Dragomir, A. (2018). Methods for reducing energy consumption, optimization in operational data centers. In *2018 International Conference and Exposition on Electrical And Power Engineering (EPE)*, pages 0483–0486. IEEE.
- Heikkinen, D. (2023). The need for green data centers in modern society: Technology, economy and environmental sustainability. *mpira*.
- Jnr, B. A., Majid, M. A., and Romli, A. (2018). A descriptive study towards green computing practice application for data centers in it based industries. In *MATEC web of conferences*, volume 150, page 05048. EDP Sciences.
- Kotowski, J., Oko, J., et al. (2018). Green computing and energy storage systems. In *E3S Web of Conferences*, volume 44. EDP Sciences.
- Kumar, N. (2023). Energy efficient framework formulation based on green computing for devops automation. *Computer Science e Application*.
- Lykou, G., Mentzelioti, D., and Gritzalis, D. (2018). A new methodology toward effectively assessing data center sustainability. *Computers e Security*, 76:327–340.
- Masanet, E. and Lei, N. (2020). How much energy do data centers really use. *Aspen Global Change Institute*.
- Patterson, D., Gonzalez, J., Hölzle, U., Le, Q., Liang, C., Munguia, L.-M., Rothchild, D., So, D. R., Texier, M., and Dean, J. (2022). The carbon footprint of machine learning training will plateau, then shrink. *Computer*, 55(7):18–28.
- Prasanna, T. and Singh, K. P. (2023). Improving energy efficiency in cloud data centers through an brownout software system strategy based on containers. *eurchembull.com*.