Veronez Júnior), para o VIII e-CoDAF (2021). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=FW4MPxlQX5M

TI Verde: eficiência energética de Data Centers de Serviços de Redes Sociais Online

Dejan Martins Conceição[a], *Liz Rejane Issberner*[b] *e Fernando de Assis Rodrigues*[c]

1. Introdução

Com a demanda crescente de aumento de capacidade de processamento e de armazenamento de dados, os *data centers* se tornam cada vez mais importantes. Os *data centers* são uma infraestrutura centralizada de hardware e de software, na qual o principal benefício para as instituições está relacionado à redução de custos de aquisição, de implementação e até de manutenção (SANT'ANA; RODRIGUES, 2020).

Neste contexto, emerge a necessidade de se pensar a relação entre a sustentabilidade e os *data center*s, ou seja, em formas de

a Mestrando em Ciência da Informação pela Universidade Federal do Pará – UFPA. E-mail: dejan.conceicao@icsa.ufpa.br. Lattes: http://lattes.cnpq.br/7679947440587063.

b Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Pesquisadora no Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT. E-mail: lirismail@gmail.com. Lattes: http://lattes.cnpq.br/8648672926501949.

c Doutor em Ciência da Informação pela Universidade Estadual Paulista – UNESP. Professor na Universidade Federal do Pará – UFPA. E-mail: deassis@ufpa.br. Lattes: http://lattes.cnpq.br/5556499513805582.

reduzir impactos ecológicos no funcionamento desses espaços, tais como o descarte de peças obsoletas e a matriz energética utilizada.

Dentre os principais data centers se destacam as instituições detentoras de Serviços de Redes Sociais Online (SRSO). Estas instituições utilizam este tipo de infraestrutura para armazenamento de dados pessoais e de seus sistemas de informação (incluindo as aplicações), o que coloca os *data centers* no foco do debate sobre um repensar de práticas adotadas no projeto destes espaços, desde a arquitetura do prédio, do processo de resfriamento, a virtualização de servidores, o descarte de equipamentos e a melhoria da eficiência energética (NETO, 2011), Trata-se de buscar uma transição para tecnologias sustentáveis, no âmbito do movimento denominado TI Verde, que é objeto desta pesquisa.

O objetivo da pesquisa é verificar os aspectos inerentes ao gasto energético dos *data centers* na literatura científica e em documentos técnicos da área para delimitar os desafios enfrentados por parte das instituições detentoras de SRSO.

Justifica-se esta pesquisa a partir dos objetivos da Agenda 2030, especialmente o alinhamento das instituições relacionadas a Tecnologia da Informação aos objetivos 7 (Energia Acessível e Limpa) e 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura) (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2021). Por exemplo, a *Alphabet*, *Inc.* vem transformando a sua visão sobre a forma de tratar este tema, realizando melhorias em

seus parques tecnológicos para que seus *data centers* sejam, cada vez mais, eficientes tanto no fator energético quanto no ambiental (ALPHABET, INC., 2020).

As próximas seções estão divididas da seguinte forma: a segunda seção apresenta a metodologia e a terceira o referencial teórico. A quarta seção, Resultados e Discussão, discute as informações obtidas na pesquisa e a quinta seção traz as Considerações Finais.

2 Referencial teórico

Segundo Issberner e Léna (2019), as atividades humanas são responsáveis por grandes mudanças ambientais. Especialmente após a industrialização e o capitalismo, este processo se intensificou, impactando diretamente no controle ambiental, que vem sendo pressionado por políticas ambientais mais efetivas e questionando o papel da indústria neste processo.

O surgimento das máquinas a vapor (em 1784) é considerado por muitos o início do Antropoceno, época em que a espécie humana passou a atuar como uma força geofísica de transformação do planeta, sendo responsável pelo processo de degradação da natureza (HACHE, 2019). O Antropoceno inicia uma transformação significativa na forma como as mudanças no meio ambiente são vistas e como elas têm contribuído para uma desestabilidade dos ecossistemas (ISSBERNER; LÉNA, 2019).

A difusão das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e das redes de comunicação (CASTELLS, 2008), afetou o comportamento da sociedade, agora ultraconectada a inúmeros

serviços profissionais e de entretenimento (RODRIGUES; SANT'ANA, 2019). Nesse processo, a difusão das TIC passou a contribuir também para as mudanças climáticas com o aumento das emissões de CO2 (ISSBERNER; LÉNA, 2019). Entre os fatores que aceleraram o processo, se destaca para esta pesquisa o crescimento populacional global, a obsolescência programada dos dispositivos tecnológicos e o gasto energético para manutenção da infraestrutura necessária para o funcionamento das TIC.

O capital humano tem causado uma disparidade entre sociedades inseridas no contexto de produção das TIC e as demais, pois este capital, cada vez mais especializado, se dissocia daquele que tem menos especialização, causando a desigualdade de oportunidades entre as pessoas (ALMEIDA, 2011). Neste sentido, as Nações Unidas lançaram em 2015, via Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, a Agenda 2030: um plano de ação contendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas, com o intuito de "[…] erradicar a pobreza e promover vida digna para todos, dentro dos limites do planeta" (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2021, n. p.).

Como as principais instituições de TIC são originárias dos países com economias mais desenvolvidas, estão inseridas nas sociedades que possuem uma parcela significativa no consumo crescente de matéria e de energia (ISSBERNER; LÉNA, 2019). Segundo dados da *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD, 2012), há uma previsão da economia global

dobrar de tamanho e o Produto Interno Bruto global quadruplicar até o ano de 2050, o que traz preocupações sobre a forma de consumo dos recursos naturais, incluindo nestes, a matriz energética das instituições de TIC.

2.1 Ecoinovação e TI Verde

A Ecoinovação é uma das possibilidades de atendimento a parte das metas da Agenda 2030 (KEMP, 2009; RENNINGS, 2000). Neste sentido, a associação entre inovação e meio ambiente pode ser fator-chave para a diminuição dos preços dos produtos, a diminuição de emissão de gases causadores do efeito estufa, a criação de novos mercados para produtos ambientais, a criação de processos, produtos e sistemas ambientalmente desenvolvidos principalmente em se tratando de materiais, energia e área de superfície (KEMP, 2009; RENNINGS, 2000).

As condições ambientais estão ligadas diretamente aos *data centers*, pois muitos dos projetos também levam em consideração a ecoeficiência (ALMEIDA, 2011; KEMP, 2009; RENNINGS, 2000; SANT'ANA; RODRIGUES, 2020). Todavia, é importante enfatizar que essas mudanças são recentes e necessitam de tempo para poderem surtir efeito. A busca por eco inovações é importante para promover o desenvolvimento sustentável, a disseminação da tecnologia de forma igualitária, o aumento da produção científica e dos setores de Tecnologia da Informação (TI). Esses são pontos essenciais para atender aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 (KEMP, 2009; RENNINGS, 2000).

Setores da indústria que se tornaram parte do cotidiano, tais como os SRSO, são potenciais causadores de danos ao meio ambiente, pois seus *data centers* necessitam de uma grande quantidade de energia para o funcionamento de suas atividades. A TI tem uma demanda energética cada vez maior, refletindo em maior emissão de dióxido de carbono (CO2) e de descarte de resíduos (HARMON; AUSEKLIS, 2009; RUTH, 2009; SHEHABI et al., 2016).

As preocupações com os aspectos ecológicos por parte das instituições de TI se denominam TI Verde, conceitualizada como a prática de utilizar os recursos de computação de forma eficiente e sustentável, enquanto se mantém ou aumenta o desempenho e reduz a emissão de dióxido de carbono, principalmente durante os processos de resfriamento e de utilização de equipamentos de um *data center* (ENERGY STAR, 2021; HARMON; AUSEKLIS, 2009; RUTH, 2009).

O conceito de TI Verde surgiu em 1992, quando a Agência de Proteção Ambiental Estadunidense (em inglês, *US Environmental Protection Agency* – EPA) lançou o programa *Energy Star*, que estabelecia especificações de eficiência energética para computadores e monitores (ENERGY STAR, 2021). Com a criação de órgãos e de mecanismos de fiscalização e regulação, as práticas sustentáveis da TI Verde vem sendo cada vez mais adotadas nas instituições, o que reflete na produção de produtos que consomem menos energia e utilizam matérias primas menos poluentes sendo desenvolvidos não só para a indústria, mas

também para o consumo residencial (ENERGY STAR, 2021). Neste contexto, o conceito de TI Verde também contribui para a criação e a adoção de padrões de funcionamento, de criação e de projetos de data centers cada vez mais eficientes.

2.2 Serviços de Redes Sociais Online e Data Centers

Os SRSO são parte integrante de instituições de TI. Tem como objetivo o inter-relacionamento entre os usuários ou referenciados – termo utilizado para definir aqueles que não possuem perfil em uma determinada rede social, porém possuem algum tipo de dado pessoal nessa rede. Ou seja, mesmo os cidadãos que não utilizam diretamente um SRSO podem possuir dados armazenados nestes serviços, como uma fotografia de uma celebração em que o referenciado participou. Isso demonstra a quantidade de dados que está armazenada nestes serviços. Os dados que são compartilhados pelos usuários no momento em que aceitam os termos de uso ficam armazenados em um dos diversos Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados (SGBD) dessas instituições (RODRIGUES; SANT'ANA, 2018).

No caso dos SRSO, os dados e parte dos sistemas de informação, por sua vez, estão alocados em data centers privados. Se observa que esta alocação é uma tendência devido a utilização de dispositivos de acesso a serviços pela infraestrutura da internet, delegando a responsabilidade pelo armazenamento às instituições (SANT'ANA; RODRIGUES, 2020). Portanto, os dados dos sistemas de informação de um SRSO ficam armazenados em algum lugar da rede (e não no dispositivo), o

que vem gerando um processo de centralização destes dados nos próprios provedores de serviços de informação, em seus **data centers** (SANT'ANA, 2016).

De forma sintética, um *data center* é "[…] uma instalação com vários computadores que armazenam e processam grandes volumes de informações" (ALPHABET, INC., 2021, n. p.). Um *data center* voltado para os SRSO é denominado s*ervice provider* data center (em português, centro de dados de provedores de serviços), que contém "[…] equipamentos de Tecnologias de Informação utilizados para prover serviços de comunicação geralmente associados ao núcleo do produto de um negócio, como os serviços providos pelo Google, Amazon, Facebook e outras companhias de mídia social […]" (SHEHABI et al., 2016, p. 19-20, tradução nossa). Nesse sentido, os *data center*s são mais que um conjunto de servidores: agregam recursos humanos, produtos, serviços, hardware, software, sistemas de climatização e sistemas de gerenciamento de energia e rede de computadores.

Portanto, entende-se data center como uma infraestrutura centralizada (incluindo hardware e software), no qual a sua principal promessa está na redução de custos de aquisição, de implementação e até de manutenção destes equipamentos, por parte das instituições. Os *data centers* necessitam de ambiente controlado, incluindo restrições de acesso, climatização, infraestrutura de conexão de rede e infraestrutura energética apropriada (SANT'ANA; RODRIGUES, 2020).

Os dados dos SRSO ficam armazenados nos *data centers* (RODRIGUES; SANT'ANA, 2018; SANT'ANA; RODRIGUES, 2020) e ocupam uma quantidade significativa de espaço de armazenamento de dados, com crescimento exponencial, fato que explica o tamanho físico de um *data center*, às vezes, necessitando de dezenas de prédios espalhados pelo planeta para atender a demanda. Como a disponibilidade de armazenamento é um ponto crucial, são utilizados equipamentos apropriados, chamados de *storages* – que são dispositivos vetorizados, com um número grande de discos rígidos funcionando juntos – para prover a capacidade de armazenamento de um *data center*. O *storage* é diferente de um servidor de arquivos, no qual "[…] um *storage* pode ser visualizado como um servidor de discos" (NETO, 2011, p. 135), ou seja, é um dos componentes do sistema de armazenamento.

Nesses dispositivos encontram-se os dados dos SGBD, local que os dados dos usuários dos SRSO ficam armazenados. Ou seja, os dados fornecidos pelos usuários dos diversos SRSO estão concentrados e armazenados nos SGBD instalados nos *data centers* dessas instituições. Todavia, as características de cada data center variam de acordo com a necessidade de cada instituição.

3. Metodologia

O universo de pesquisa está circunscrito à análise de informações sobre os *data centers* de SRSO. Foi utilizada a base de conhecimento *Google Scholar* e o mecanismo de busca *Google*, utilizando os termos de busca "*data centers* AND *Green IT*",

"*Google Data Center*", "*Facebook Data Center*" e "*Twitter Data Center*". As informações sobre as ações adotadas pelas instituições detentoras dos SRSO utilizadas nesta pesquisa encontram-se disponíveis nas páginas oficiais de cada uma delas, local onde foram encontrados os relatórios ambientais, dentre outras informações de aspectos técnicos e sociais.

Chegou-se como resultado a uma amostra composta pelas empresas: *Alphabet*, *Inc.*; *Meta*, *Inc.* e o *Twitter*, *Inc.* - instituições que compõem o rol de serviços mais utilizados (ALEXA, 2021). A partir daí os procedimentos metodológicos adotados foram a análise exploratória da literatura disponível e de documentos técnicos disponibilizados por essas instituições.

4. Resultados e discussões

Segundo o relatório *United States Data Center Energy Usage Report*, referente a quantidade de energia utilizada pelos data centers estadunidenses, "[…] o aumento do uso de energia pelos *data centers* nos Estados Unidos da América (EUA) aumentaria 4% até 2020 e essa taxa representava a manutenção do crescimento dos últimos 5 anos" (SHEHABI et al., 2016, p. 8, tradução nossa). Somente em 2014, os *data centers* dos EUA consumiram 70 bilhões de quilowatt por hora, o que representa 1,8% do consumo de energia do país. O consumo de eletricidade aumentou 4% em relação ao período 2010 – 2014, o que é uma mudança significativa em relação ao aumento estimado de 24% entre 2005 – 2010. Com base nessas estimativas a taxa de

crescimento de servidores em 2016 ficou em 3% (SHEHABI et al., 2016).

Segundo informações estatísticas produzidas pelo Statista (2021a):

Os *data centers* tradicionais diminuíram globalmente sua demanda de energia, de cerca de 97,6 terawatts-hora em 2015, para cerca de 50 terawatts-hora em 2019, e uma previsão indica que esse número chegará a quase 33 terawatts-hora em 2021. Por outro lado, os *data centers* em hiperescala dobraram sua demanda de energia no mesmo período de tempo (STATISTA, 2021a, n. p.).

Nesse sentido, apesar da eficiência energética dos *data centers* ter aumentado, a quantidade de novos data centers criados acaba aumentando a demanda por energia elétrica. Portanto, modificar a forma como estas instituições atuam é essencial para se pensar na sustentabilidade, pois se espera que o crescimento no consumo de energia pelos *data centers* continue aumentando devido à grande demanda por novos serviços de TIC e, consequentemente, de SRSO. A partir da estimativa de que o aumento do uso de energia pelos *data centers* nos EUA aumentaria 4% até 2020 (SHEHABI et al., 2016), no qual essa taxa representa a manutenção do crescimento dos últimos 5 anos, a demanda de utilização deve ter sido amplificada pela pandemia de COVID-19, que fez com que muitas atividades de entretenimento e profissionais dependessem destes serviços para o funcionamento remoto. Este fato

demonstra a necessidade de pesquisas voltadas para analisar o crescimento da demanda nesse período específico.

Entretanto, pesquisas do *Uptime Institute* mostram que apesar dos esforços dessas instituições, ainda há muito a ser feito em relação às estratégias de eficiência dos *data centers*, que é medida através da eficácia do uso de energia (em inglês *Power Usage Efficiency* – PUE), entre outros indicadores. Segundo o relatório *Global Data Center Survey* – Pesquisa Global de Data Center, em tradução livre (BIZO et al., 2021), no ano de 2021, a média anual de eficácia do uso de energia de um grupo de data centers analisados foi de 1,57, o que significa que as funções das instalações de data center (em inglês, data center *facilities*) adicionaram quase 60% ao uso de energia para TI, demonstrando a manutenção de valores relativos à eficiência em torno dos grandes centros de dados a longo prazo.

A Pesquisa *Global de Data Center do Uptime Institute* (BIZO et al., 2021) também revela que a eficiência dos *data centers* também depende de outros fatores que devem ser considerados tais como a densidade de *racks*, a arquitetura de resfriamento, a distribuição de energia e a medição do uso de recursos, todos essenciais nesse processo. Sem todas estas dimensões de análise, a operação para melhorias na taxa de eficiência de data centers se torna uma atividade complexa. Além disso, no caso de instituições de menor porte (e.g. locais e regionais), o custo operacional dessas melhorias se torna fator de impedimento para que essas

mudanças sejam implementadas de maneira célere, necessitando de políticas públicas para o fomento.

O crescimento global da capacidade do *data center*, levou a um maior levantamento minucioso do uso de recursos por clientes, grupos de pressão, mídia e, mais recentemente, formuladores de políticas. A sustentabilidade ambiental do *data center* agora é uma preocupação para executivos mais seniores e, também, para mais fabricantes de equipamentos de data center, alguns dos quais estão respondendo, mudando suas abordagens e produtos (BIZO et al., 2021, p. 8).

O número de usuários de sistemas de informação que utilizam data centers está em crescimento constante. Um exemplo são as instituições que possuem SRSO, apresentando números superiores a bilhões de usuários e milhares de agentes externos, conectados de forma concorrente (ao mesmo tempo) (RODRIGUES; SANT'ANA, 2018; STATISTA, 2021b). Isso evidencia que o gasto energético é um dos fatores-chave que se leva em consideração no planejamento e na execução de um projeto de data center, pois a quantidade de dados armazenados e o uso diário estão em crescimento (STATISTA, 2021a; STATISTA, 2021b).

Levando-se em consideração a relação entre as práticas abordadas na TI Verde e as metas da Agenda 2030, serão analisadas a seguir as principais instituições que atuam diretamente em SRSO: a Alphabet, Inc. (entre suas subsidiárias, o

YouTube), a Meta, Inc. (entre suas subsidiárias, o Facebook) e o Twitter, Inc.

4.1 Alphabet, Inc.

Segundo a Alphabet, Inc. (2020), a instituição tem a sustentabilidade como um dos valores fundamentais desde a sua fundação e, a cada ano, vem desenvolvendo técnicas que melhorem o desempenho de seus *data centers*, serviços e ferramentas desenvolvidas. Segundo o relatório 2020 *Environmental Report* (ALPHABET, INC., 2020), em 2007 o Google se tornou a primeira instituição de grande porte neutra em carbono e, em 2019, completou 13 anos de neutralidade. Ainda segundo o relatório, em 2017, a instituição chegou a 100% de uso anual de eletricidade com produção de energia renovável, o que já acontece há três anos consecutivos; e em 2020 neutralizou toda a pegada de carbono[12] desde sua fundação, tornando-se a primeira instituição de grande porte neutra em carbono em todo seu histórico operacional. A instituição também está alinhada com a Agenda 2030 para continuar reduzindo as emissões de carbono, melhorando não só a eficiência energética de seus *data centers*, mas também seus dispositivos e serviços (ALPHABET, INC., 2020).

Segundo o relatório *Google Apps: Energy Efficiency in the Cloud* (GOOGLE, INC., 2012), os serviços em nuvem (que utilizam

12 Pegada de Carbono, do inglês Carbon Footprint, "[…] é o total de emissões de gases de efeito estufa, causadas por um indivíduo, evento, organização, serviço, local ou produto, expresso como dióxido de carbono equivalente" (CARBON FOOTPRINT, 2020, n. p., tradução nossa).

data centers) podem diminuir entre 68% e 87% dos custos com energia e refrigeração, por meio da virtualização de máquinas físicas. O relatório conclui que em 2020 os estudos do *Carbon Disclosure Project* estimaram que 12.3 bilhões de dólares foram economizados por empresas americanas após a migração de serviços para a nuvem, além da redução em 85.7 milhões de toneladas métricas de carbono o que equivale ao consumo anual de 16.8 milhões de veículos automotores de passageiros.

4.2 Meta, Inc.

Em 2018, a Meta Inc. (2021c) definiu como alvo atingir 75% de redução absoluta nas emissões operacionais de Gases de Efeito Estufa (GEE) e apoiar as operações globais com 100% de energia renovável até o final de 2020. Para atingir esta meta, a instituição participou da construção de matrizes energéticas de fonte eólica e solar globalmente, para disponibilizar 5.400 megawatts de energia elétrica. Segundo a instituição, estas fontes reduziram as emissões de dióxido de carbono equivalente (CO2e) em mais de 2,6 milhões de toneladas métricas entre os anos de 2018 e 2020 (2021c).

Em 2019, a instituição alcançou uma redução de 59% em suas emissões operacionais de gases de efeito estufa em relação aos níveis de 2017 e atingiu 86% de energia renovável (META, Inc., 2021b). Também foram reconhecidos pela *Renewable Energy Buyers Alliance* como o comprador corporativo de energia renovável número 1 nos EUA; e pela Bloomberg NEF como

comprador corporativo de energia renovável número 2, em escala global (META, Inc., 2021b).

Além disso, realizaram o primeiro investimento direto em um projeto de energia renovável, com o 300MW *Prospero Solar Project*, no estado do Texas, nos EUA (META, Inc., 2021a; 2021b). A usina de energia entrou em operação em julho de 2020 entregando energia limpa para a mesma rede do Texas que atende ao *data center* de Fort Worth e aos escritórios da instituição no mesmo Estado (META, Inc., 2021a).

O 2020 *Sustainability Report* (META, INC., 2020a) destaca que a empresa totalizou no portfólio global, mais de 5,9 gigawatts em projetos eólicos e solares sob contrato para fornecimento de energia limpa e renovável. O consumo de água também é uma preocupação da instituição, levando-se em consideração que, os processos de resfriamento dos *data centers* utilizam água em forma de vapor e umidificação para reduzir a temperatura das instalações (META, INC., 2020a). Em 2020, a instituição concluiu um projeto-piloto operacional que explorou a possibilidade de operar em um limite inferior de umidade relativa como uma forma potencial de aumentar a eficiência hídrica e conservá-la (META, INC., 2020a). Segundo informações do relatório, o projeto-piloto foi bem-sucedido, pois a umidade relativa foi reduzida para 13%, alcançando uma economia geral de água de mais de 40% ao operar em um nível de umidade relativa mais baixo (META, INC., 2020a).

A instituição também alega preocupações com os ciclos de utilização de equipamentos, projetando equipamentos com o uso de materiais reutilizáveis, explorando maneiras de estender a vida útil do hardware e dos componentes utilizados em seus *data centers* (META, INC., 2020a). Além disso, a instituição relata apostar em inovação e parcerias com instituições educacionais e governamentais para entender melhor os impactos de escolhas na operação. Exemplos fornecidos são a criação do o *Climate Science Information Center* – um centro de pesquisa que fornece informações sobre mudanças climáticas – e o *Data for Good* que, em parceria com o *Yale Program on Climate Change Communication*, estudaram essas mudanças e tentam compreender como a sociedade enxerga o papel de grandes instituições nas mudanças climáticas (META, INC., 2020a).

Os *data centers* da instituição seguem padrões de construção sustentável, tais como o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), padrão de verificação em três etapas para edifícios, com reconhecimento internacional, desenvolvido pelo *United States Green Building Council*, que garante que as construções seguem padrões de construção sustentáveis (META, INC., 2020a). Desde que o *data center* da instituição localizado em Prineville (EUA) ganhou a certificação LEED Gold (no ano de 2011), a instituição continuou aumentando a elevação de seus níveis de certificação para todos os outros *data centers* (META, INC., 2020a). A instituição também tem se preocupado com o uso de materiais de construção, utilizando a ferramenta *Embodied*

Carbon Construction Calculator (EC3), uma calculadora de pegada de carbono que as equipes de construção utilizam em campo. A empresa informou que a PUE (*Power Usage Efficiency*) de seus *data centers* está em 1.10 quilowatt de força de TI, comparada com a média de 1.50 da indústria (META, INC., 2020a).

4.3 Twitter, Inc.

O Twitter, Inc., com 15 anos de atuação em SRSO, tem apenas um relatório publicado sobre o tema até o momento. Em seu relatório sobre impactos globais, em 15 anos de atuação, a instituição traz informações sobre os princípios que têm adotado no tema sustentabilidade. No 2020 *Global Impact Report* (TWITTER, INC., 2020), cita-se a parceria com a *Cool Effect*, uma organização sem fins lucrativos com sede na cidade de Greenbae, no estado da Califórnia (EUA), que realiza projetos para reduzir emissões de carbono, como o processo de compensação de emissões de poluentes pelos *data centers* (TWITTER, INC., 2020).

O relatório também cita três projetos que foram escolhidos pelos funcionários para serem financiados, dentre os quais se destaca para a pesquisa *Protecting Brazil's Jacundá Forest Reserve*, no qual o Twitter, Inc. aporta recursos financeiros ao projeto, como forma de compensação para a emissão de pegada de carbono de suas instalações, incluindo os *data centers* (TWITTER, INC., 2020). O projeto *Protecting Brazil's Jacundá Forest* Reserve tem como foco apoiar uma "[…] reserva extrativista como forma de melhorar a conservação da floresta tropical, através da exploração sustentável

de recursos naturais […] garantindo o sequestro de carbono por várias décadas" (COOL EFFECT, INC., n.p., 2021).

Para o Twitter Inc. (2020), a redução da emissão de poluentes de suas instalações é um aspecto fundamental na redução da pegada ecológica. Com isso, foi criada a equipe *Twitter's Real Estate & Workplace*, responsável pela implementação de padrões de sustentabilidade e reduzir o impacto no meio ambiente. Atualmente, 92% dos escritórios e espaços de trabalho da instituição possuem status *Green Building Certified*, também incluindo modelos como o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* e *Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency* (TWITTER, INC, 2020).

Até 2025, a instituição pretende aumentar o percentual de 95% dos escritórios com este status, e utilizar 100% de energia de fontes livres de dióxido de carbono. Em 2019, a instituição conseguiu converter a matriz energética em energia 100% renovável em, aproximadamente, 91.440 metros quadrados de espaço de escritório – cerca de 300 quilowatts hora por mês de consumo de eletricidade. Esta conversão foi parte do programa denominado PG&E's *Solar Choice Program*, nas instalações da cidade de São Francisco (TWITTER, INC, 2020).

Os *data centers* da instituição priorizam fontes de energia renovável, especialmente das matrizes solar, eólica e hidroelétrica. De acordo com a própria instituição (TWITTER, INC, 2020), seus *data centers* mantêm altos padrões de eficiência energética e

alcançaram certificações como a LEED Gold e a Energy Star (TWITTER, INC., 2020). Os *data centers* possuem eficiência hídrica e mantém esforços de economia de uso de água por meio de acionamento automático dos sistemas hidráulicos, tratamentos da água utilizada (para reduzir o consumo), tecnologias de refrigeração sem água e de torres de resfriamento evaporativo (TWITTER, INC., 2020). Materiais reciclados são usados em todas as instalações, como em carpetes, em paredes externas de concreto, em mobiliário e no aço usado para armários e racks. Até 2022, a instituição pretende atingir a neutralidade de pegada de carbono em seus *data centers* (TWITTER, INC., 2020).

5. Considerações finais

Verifica-se na literatura científica que TI Verde significa preocupação com a sustentabilidade dos recursos de TI aplicados, tanto em instituições como em produtos domésticos. As iniciativas de sustentabilidade neste contexto não são novas, no qual o programa *Energy Star* é um exemplo desde a década de 1990. Para as instituições de SRSO, um dos impactos no negócio está relacionado aos *seus data* centers. Estes espaços se tornaram cada vez mais utilizados, especialmente a partir da década de 2000, com a popularização dos SRSO – já que a conectividade é um fator-chave para a operacionalização do serviço. O usuário utiliza seus dispositivos para acessar os dados dos serviços, além de sistemas de informação e, consequentemente, os aplicativos.

Os relatórios publicados por instituições especializadas no tema de data centers demonstram compromisso com a

diminuição do uso de energia por parte das instituições detentoras de SRSO, já que o menor consumo de energia elétrica nos *data centers* se reflete diretamente na diminuição de custos de operação e de recursos ambientais empregados na geração de energia. De acordo com as informações detalhadas na seção de resultados e discussão, a intensificação do uso de TIC por parte da sociedade produz um efeito complexo. Por um lado, as instituições de grande porte operam com cada vez maior eficiência energética em seus *data centers*. Por outro lado, a quantidade de data centers cresce a cada ano. Esse efeito acarreta crescimento da demanda por energia elétrica.

Pelos relatórios das instituições analisadas, é possível afirmar que todas apresentam dados positivos e preocupações sobre a importância da eficiência energética de seus *data centers*, com visão alinhada à literatura, além do fato de disponibilizarem essas informações atualizadas anualmente. Todavia, é importante enfatizar que a forma mais adotada pelas instituições para garantir uma neutralidade da emissão de dióxido de carbono ainda é realizada na forma pagamento de créditos de carbono, ou seja, no aporte financeiro para projetos e programas que visam a construção de uma matriz energética mais limpa, como as matrizes produtoras de energias renováveis. Por inferência, seria importante um maior comprometimento por parte dos Estados em que estas instituições operam, para definir políticas públicas para garantir uma mudança significativa das matrizes energéticas como um todo.

Com relação ao atendimento da Agenda 2030, não há informações detalhadas sobre o grau ou a previsibilidade das instituições para os objetivos e metas. Todavia, todas as instituições afirmam que possuem ações vinculadas com a temática. Para a comunidade científica cabe o acompanhamento dos dados disponibilizados todos os anos, em forma de pesquisas futuras, onde o acompanhamento das metas previstas nos relatórios poderá ser feito e as cobranças poderão ser mais efetivas já que o cumprimento de tais metas é de extrema importância para a sociedade. Se faz necessário um esforço científico que garanta um maior detalhamento dos temas aqui abordados, que permitam uma melhor compreensão sobre a eficiência energética das instituições detentoras de um dos principais serviços oferecidos nas redes globais: os SRSO. O que se pode estimar, é que ainda há um longo caminho para fazer convergir uma sociedade da informação com uma sociedade de baixo-carbono.

Referências

ALEXA. **The top 500 sites on the web.** Disponível em: https://www.alexa.com/topsites. Alexa, 2021. Acesso em: 10 mar. 2021.

ALMEIDA, J. Geopolíticas e descolonização do conhecimento. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL DA PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS SOCIAIS, 1., 2011, Vitória-ES. **Anais…** Vitória: Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais, 2011. p. 1-10. Disponível em:

https://periodicos.ufes.br/index.php/snpgcs/index. Acesso em: 26 ago. 2021.

ALPHABET, INC. **Google Environmental Report 2020.** Gstatic, 2020. Disponível em: https://www.gstatic.com/gumdrop/sustainability/google-2020-environmental-report.pdf. Acesso em: 30 out. 2021.

ALPHABET, INC. **Google Data centers:** Perguntas frequentes. Google, 2020. Disponível em: https://www.google.com/intl/pt-BR/about/datacenters/faq/ Acesso em: 30 out. 2021.

BIZO et al. **Pesquisa Global de Data Center Uptime Institute 2021**. Uptime Institute, 2021. Disponível em: https://uptimeinstitute.com/resources/asset/2021-data-center-industry-survey-pt. Acesso em: 30 out. 2021.

CARBON FOOTPRINT. **WIKIPÉDIA, The Free Encyclopedia**. Wikimedia Foundation, 2020. Disponível em: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Carbon_footprint&oldid=1051760415. Acesso em: 28 set. 2020.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede.** Tradução: Roneide Venâncio Majer; Tradução: Klauss Brandini Gerhardt. São Paulo: Paz e Terra, 2008. 700 p.

COOL EFFECT, INC. **Brazil Jacundá Forest Reserve**. Cool Effect, 2021. Disponível em: https://www.cooleffect.org/project/jacunda-forest-reserve. Acesso em: 31 out. 2020.

ENERGY STAR. **What is ENERGY STAR.** Energy Star, 2021. Disponível em: https://www.energystar.gov/about. Acesso em: 30 out. 2021.

GOOGLE, INC. **Google Apps: Energy Efficiency in the Cloud.** Google, 2020. Disponível em: https://static.googleusercontent.com/media/www.google.com/en//green/pdf/google-apps.pdf. Acesso em: 30 out. 2021.

HACHE E. Beware: the witches have returned! Climate change under the scrutiny of ecofeminist writers, philosophers, activists and witches: an ecofeminist account of the Anthropocene. *In*: ISSBERNER, L; LÉNA, P. (org.). **Edição Especial do Boletim da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, nº 38 Antropoceno**: Os desafios de uma "nova era". 1.ed. Rio de Janeiro: Ecoeco, 2019. Disponível em: http://ecoeco.org.br/wp-content/uploads/2019/02/Boletim38_ECOECO-OK.pdf. Acesso em: 26 ago. 2021.

HARMON, R. R.; AUSEKLIS, N. Sustainable IT services: Assessing the impact of green computing practices. *In*: PORTLAND INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF ENGINEERING TECHNOLOGY, 9., Portaland, 2009. **Anais…** Portland: IEEE, 2009. Disponível em:

https://doi.org/10.1109/PICMET.2009.5261969. Acesso em: 21 out. 2021.

ISSBERNER L.; LÉNA, P. Antinomias do Antropoceno. In: ISSBERNER, L.; LÉNA, P. (org.) **Edição Especial do Boletim da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, nº 38 Antropoceno**: Os desafios de uma "nova era". 1.ed. Rio de Janeiro: Ecoeco, 2019. Disponível em: Disponível em: http://ecoeco.org.br/wp-content/uploads/2019/02/Boletim38_ECOECO-OK.pdf. Acesso em: 26 ago. 2021.

KEMP, R. From end-of-pipe to system innovation. In: DRUID SOCIETY SUMMER CONFERENCE, 1., Copenhagen, 2009. **Anais…** Copenhagen: DRUID Society, 2009. Disponível em: https://conference.druid.dk/. Acesso em: 30 out. 2021

META, INC. **2020 Sustainability Report**. Meta, Inc. 2021a. Disponível em: https://sustainability.fb.com/report/2020-sustainability-report/. Acesso em: 30 out. 2021.

META, INC. **Introducing our 2019 Sustainability Report**. Meta, Inc. 2021b. Disponível em: https://engineering.fb.com/2020/07/07/data-center-engineering/sustainability-report/. Acesso em: 30 out. 2021.

META, INC. **The next decade: How Facebook is stepping up the fight against climate change**. Meta, Inc. 2021c. Disponível em: https://engineering.fb.com/2020/09/14/data-center-engineering/net-zero-carbon/. Acesso em: 30 out. 2021.

NETO, M. V. S. **Virtualização. Componente Central do Datacenter.** 1. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2011. 333 p.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). OECD Environmental outlook to 2050: The Consequences of Inaction. OECD, 2012. Disponível em: https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/49846090.pdf. Acesso em: 30 out. 2021

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Plataforma Agenda 2030**. ONU, 2021. Disponível em: http://www.agenda2030.com.br. Acesso em: 29 out. 2021.

RENNINGS, K. Redefining innovation — eco-innovation research and the contribution from ecological economics. **Ecological Economics**, v. 32, n. 2, p. 319–332, 2000. Disponível em: https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00112-3. Acesso em: 21 out. 2021.

RODRIGUES, F. A.; SANT'ANA, R. C. G. Contextualização de conceitos teóricos no processo de coleta de dados de Redes Sociais Online. **Informação & Tecnologia (ITEC)**, v.5, n. 1, p. 18-36, 2018. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/a616/fb94786cbffe80fbd0c1e9f39946e2793500.pdf Acesso em: 30 ago. 2021.

RODRIGUES, F. A.; SANT'ANA, R. C. G. Ficção Científica e realidade da Coleta de Dados em Redes Sociais Online: Análise

de um episódio do seriado Black Mirror. In: MORAES, J. A.; RODRIGUES, F. de. A.; PANTALEÃO, N. C. A. **Tecnologias e Sociedade: discussões contemporâneas.** 1.ed., São Paulo: FiloCzar, 2019. p. 67–84.

RUTH, S. Green IT More Than a Three Percent Solution? **IEEE Internet Computing**, v. 13, n. 4, p. 74–78, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1109/MIC.2009.82. Acesso em: 21 out. 2021.

SANT'ANA, R. C. G.; RODRIGUES, F. A. Traduzindo o termo DATA para o cotidiano. In: AIUB, M.; COSTA, C. M. da. **Filosofia, Ciência e Arte pela Vida**. 1. ed. São Paulo: FiloCzar, 2020. p. 100–120.

SANT'ANA, R. C. G. Ciclo de vida dos dados: uma perspectiva a partir da ciência da informação. **Informação & Informação**, v. 21, n. 2, p. 116–142, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.5433/1981-8920.2016v21n2p116. Acesso em: 21 out. 2021.

SHEHABI, A. et al. **United States Data Center Energy Usage Report.** Berkeley: Lawrence Berkeley National Laboratory, 2016. Disponível em: https://escholarship.org/uc/item/84p772fc. Acesso em: 30 out. 2021.

STATISTA. **Energy demand in data centers worldwide from 2015 to 2021, by type (in terawatt hours)**. Statista, 2021a. Disponível em: https://www.statista.com/statistics/186992/global-derived-

electricity-consumption-in-data-centers-and-telecoms. Acesso em: 28 out. 2021.

STATISTA. **Global social network penetration rate as of January 2021, by region**. Statista, 2021b. Disponível em: https://www.statista.com/statistics/269615/social-network-penetration-by-region. Acesso em: 10 mar. 2021.

TWITTER, INC. **2020 GLOBAL IMPACT REPORT**. Twitter, Inc. 2021. Disponível em: https://about.twitter.com/content/dam/about-twitter/en/company/global-impact-2020.pdf. Acesso em: 30 out. 2021.

Vídeo da apresentação



Legenda: Apresentação do trabalho intitulado "TI Verde: Eficiência energética de Data Centers de Serviços de Redes Sociais Online" (Dejan Martins Conceição; Liz Rejane Issberner; Fernando de Assis Rodrigues), para o VIII e-CoDAF (2021). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=7k-FjCNGlZM

Sobre os Responsáveis pela Obra



Fábio Mosso Moreira

Mestre e Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação (UNESP). Bacharel em Administração de Empresas (UNESP). Membro do Grupo de Pesquisa Novas Tecnologias em Informação (GPNTI) e Grupo de Pesquisa Tecnologia de Acesso a Dados (GPTAD). Editor de Conteúdo da Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar (RECoDAF).



Danila Fernandes Alencar

Graduada em Arquivologia pela UNESP. Mestranda em Ciência da Informação pela UNESP. Arquivista no Centro de Documentação da Unimar – Universidade de Marília. Membro do Grupo de Pesquisa de Tecnologia de Acesso a Dados (GPTAD).



Paulo George Miranda Martins

Doutorando em Ciência da Informação pela UNESP, Mestre em Ciência da Informação pela UFSCar e graduado em Biblioteconomia e Ciência da Informação pela UFSCar. Membro dos grupos de pesquisa Núcleo de Informação, Tecnologia e Inovação (ITI UFSCar) e do Grupo de Pesquisa – Tecnologias de Acesso a Dados (GPTAD). Inspetor Sênior do Controle da Qualidade da LATAM Airlines Brasil, no centro de Manutenção, Revisão e Overhaul (MRO). Possui habilidade profissional na área de manutenção aeronáutica,

elaboração e revisão de Documentos Normativos da Qualidade, auditorias em processos internos e externos e, na implementação de projetos que objetivam estimular a melhoria contínua dos processos das áreas de Manutenção e Qualidade.



Ricardo César Gonçalves Sant'Ana

Professor Adjunto da Faculdade de Ciências e Engenharias, UNESP/Tupã. Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da UNESP. Graduado em Matemática e Pedagogia. Mestrado e Doutorado em Ciência da Informação. Livre Docente em Sistemas de Informações Gerenciais pela UNESP. Especialista em Orientação a Objetos e Gestão de Sistemas de Informação. Parecerista ad hoc de periódicos e de agências de fomento. Membro do Grupo de Pesquisa Novas Tecnologias em Informação (GPNTI-UNESP) e do Grupo de Pesquisa Tecnologia de Acesso a Dados (GPTAD). Atualmente realiza pesquisas com foco em: ciência da informação e tecnologia da informação, investigando temas ligados ao Ciclo de Vida dos Dados, Transparência e ao Fluxo Informacional em Cadeias Produtivas. Atuou como professor na Faculdade de Ciências Contábeis e Administração de Tupã, onde coordenou curso de Administração com Habilitação em Análise de Sistemas por dez anos e o curso de Licenciatura em Computação. Atuou no setor privado como consultor, integrador e pesquisador de novas tecnologias informacionais de 1988 a 2004.

Comissão Organizadora do VIII e-CoDAF

Danila Fernandes ALENCAR	UNESP – Universidade Estadual Paulista
Paulo George Miranda MARTINS	UNESP – Universidade Estadual Paulista
Ricardo C. G. SANT'ANA	UNESP – Universidade Estadual Paulista

Comissão Científica do VIII e-CoDAF

Elaine Parra AFFONSO	FATEC – Faculdade de Tecnologia de São Paulo
Cristian BERRÍO-ZAPATA	UFPA – Universidade Federal do Pará
Daiane Marcela PICCOLO	FATEC – Faculdade de Tecnologia de São Paulo
Elizabete C. de S. de A. MONTEIRO	UNESP – Universidade Estadual Paulista
Fábio Mosso MOREIRA	UNESP – Universidade Estadual Paulista
Jacquelin T. CAMPEROS-REYES	UNESP – Universidade Estadual Paulista
Pedro Henrique Santos BISI	UNIP – Universidade Paulista

Programação do VIII e-CoDAF



Legenda: Gravação da programação do VIII e-CoDAF (1º período), realizado no dia 03/12/2021, e transmitido via Canal do Youtube do GPTAD. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=2y9d4whbzA8.



Legenda: Gravação da programação do VIII e-CoDAF (2º período), realizado no dia 04/12/2021, e transmitido via Canal do Youtube do GPTAD. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=DCWJyjhkNQM.

Apoio

Institucional

Faculdade de Ciências e Engenharia, UNESP – Tupã
Faculdade de Filosofia e Ciências, UNESP – Marília
Faculdade de Tecnologia de São Paulo, FATEC – Presidente Prudente
Universidade Federal do Pará, UFPA – Belém

Organizacional

Competências Digitais para Agricultura Familiar – CoDAF
Revista Competências Digitais para Agricultura Familiar – RECoDAF
Grupo de Pesquisa Tecnologia de Acesso a Dados – GPTAD

Financeiro

Universidade de Marília – UNIMAR
Programa de Ensino, Pesquisa e Extensão em Informação, Tecnologia e Inovação – ITI/UFSCar