

19 a 21 de outubro Ponta Grossa - PR - Brasil

MAPEAMENTO CIENTÍFICO DA VIRTUALIZAÇÃO DE SERVIÇOS: DESAFIOS E TENDÊNCIAS PARA A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

SCIENCE MAPPING OF SERVICE VIRTUALIZATION: CHALLENGES AND TRENDS FOR DIGITAL TRANSFORMATION

ÁREA TEMÁTICA: INOVAÇÃO, TECNOLOGIA E EMPREENDEDORISMO

Michele Kremer Sott, Universidade de Santa Cruz do Sul, Brasil, sott.mk@gmail.com

Leonardo B. Furstenu, Universidade de Santa Cruz do Sul, Brasil, leonardofurstenu@mx2.unisc.br

Mariluz Sott Bender, Universidade de Santa Cruz do Sul, Brasil, maribendersott@hotmail.com

Rayssa Becchi dos Santos, Universidade de Santa Cruz do Sul, Brasil, rayssa.becchi@gmail.com

Resumo

A virtualização de serviços advinda da transformação digital é uma discussão inerente para organizações de todo o mundo, uma vez que transforma os processos, serviços e a gestão de organizações dos mais variados setores. O crescimento das discussões acerca da virtualização de serviços evidencia a importância do tema. Este trabalho explora a evolução científica (1996 - 2020) da virtualização de serviços, os temas motores do campo de estudo e a transformação organizacional atrelada ao conceito. Para realização do mapeamento científico foram considerados documentos da base de dados Web of Science, processados e analisados com apoio do software SciMAT (*Science Mapping Analysis Software Tool*) e do software VOSviewer, a fim de clusterizar os temas estratégicos da área e compor um mapa evolutivo do campo de estudo. Os resultados apresentam dezoito (18) temas estratégicos e apontam o uso de tecnologias emergentes como 5G, computação em nuvem e *blockchain*, entre outras tecnologias utilizadas para integrar clientes e organizações na era digital. Além disso, o mapeamento evidenciou esforços de pesquisas relacionadas a modelagem e orquestração de processos virtuais, experimentação e qualidade dos serviços para integração entre usuários e plataformas virtuais. Através de uma abordagem de inteligência estratégica, este trabalho apresenta uma visão holística sobre o campo de estudo, capaz de nortear pesquisadores e profissionais de campo no caminho para lidar com os benefícios e desafios da virtualização de serviços.

Palavras-chave: virtualização de serviços; indústria 4.0; transformação digital; mapeamento científico; inteligência estratégica.

Abstract

Service virtualization arising from digital transformation is an inherent discussion for organizations worldwide, which transforms the processes, services and management of organizations from many sectors. The growth of discussions on service virtualization highlights the importance of the topic. This work explores the scientific evolution (1996 - 2020) of service virtualization, the motor themes of the field of study and the organizational transformation related to the concept. To perform the science mapping, documents from the Web of Science database were used, processed and analyzed with the support of the SciMAT software (*Science Mapping Analysis Software Tool*) and the VOSviewer software, in order to create the strategic diagram and compose an evolutionary map of the field of study. The results present eighteen (18) strategic themes and point to the use of emerging technologies such as 5G, cloud computing and *blockchain*, among other technologies used to integrate customers and organizations in the digital age. In addition, the mapping evidenced research efforts related to modeling and

orchestration of virtual processes, experimentation and quality of services for integration between users and virtual platforms. Through a strategic intelligence approach, this work presents a holistic view of the field of study, capable of guiding researchers and practitioners on the way to deal with the benefits and challenges of service virtualization.

Keywords: *service virtualization; industry 4.0; digital transformation; science mapping; strategic intelligence.*

1. INTRODUÇÃO

A quarta revolução industrial, também chamada de indústria 4.0 ou transformação digital, é caracterizada pela adoção de tecnologias emergentes para apoiar os objetivos organizacionais, proporcionando uma série de benefícios e alterando a estrutura das organizações (Matt et al., 2015). Neste sentido, a adoção tecnológica modifica as formas de produzir e entregar produtos e serviços, transformando também as estratégias empresariais (Sott, 2016), que passam a ter foco nos processos organizacionais e visam atender as necessidades dos usuários e clientes (Furstenau et al., 2020). Deste modo, as tecnologias emergentes transformam os negócios, fortalecendo conceitos como *e-business*, sistemas distribuídos e organizações virtuais, e incitando a virtualização de serviços e o uso de complexos sistemas de gestão para modelagem, execução e gestão de tarefas e fluxos de trabalho (Foster e Kesselman, 2004). Muito além dos processos, as exigências dos consumidores, apoiadas pelas tecnologias emergentes, transformam os serviços organizacionais e os sistemas de atendimento e gestão para encantar os clientes através da eficiência e flexibilidade. Para isso, o desenvolvimento de cenários para a virtualização de serviços é estratégia fundamental para facilitar a gestão de problemas relacionados a fluxos de trabalho e atendimento, através de estruturas distribuídas de tecnologias da informação e comunicação (TIC) (Foster e Kesselman, 2004).

A busca pelo aprimoramento dos processos e serviços organizacionais (Furstenau et al., 2019) para atender da melhor maneira possível as necessidades e as expectativas dos consumidores é constante, e pode representar a permanência e competitividade da organização no mercado onde está inserida (Furstenau et al., 2019). Para tanto, utilizar tecnologias de informação e comunicação para reduzir os custos de serviços e priorizar as estratégias em prol do objetivo do negócio, com agilidade e dinamicidade, é um dos maiores desafios das organizações da era digital (Foster e Kesselman, 2004). Assim, a virtualização de serviços é a integração entre diferentes tecnologias para efetuar e registrar a comunicação interativa entre clientes e organização, através de aplicativos ou outros serviços virtuais capazes de enviar solicitações e receber respostas dos consumidores, simulando um atendimento ou serviço real, no entanto, de maneira automatizada e flexível (Farahmandpour et al., 2017). A maior parte dos serviços oferecidos virtualmente são *webservices*, interfaces virtuais desenvolvidas em linguagens de programação e integradas a rede empresarial para prestar serviços virtuais e suporte, tanto para o cliente quanto para a organização, integrando serviços aos consumidores com soluções de governança empresarial (Mannava et al., 2014).

Deste modo, a virtualização de serviços está ganhando popularidade como alternativa para que as organizações acompanhem a evolução tecnológica e ofereçam serviços reais através de técnicas automatizadas e tecnologias emergentes (Enişer e Sen, 2020). Em outras palavras, a virtualização de serviços é a representação de serviços reais através de aplicativos e plataformas virtuais, de modo a imitar o comportamento real dos processos de negócios e rotinas de atendimento da organização (Raskar, 2019). Devido sua importância e benefícios, nos últimos anos, a virtualização de serviços tem se tornado uma alternativa eficiente para proporcionar ambientes realistas, flexibilidade nos processos de negócios, eficiência e excelentes experiências aos clientes (Hossain, 2020), além de fornecer adaptabilidade e escalabilidade para solução de problemas (Jamai et al., 2020).

Este trabalho explora a virtualização de serviços através de um mapeamento científico. Com suporte do software SciMAT (*Science Mapping Analysis Software Tool*), desenvolvido por Cobo et al. (2012), foram construídos o diagrama estratégico da área e o mapa evolutivo do campo de estudo. O software VOSviewer, desenvolvido por Van Eck e Waltman (2010), foi utilizado para identificar a rede de países e autores que mais publicaram trabalhos relacionados ao campo de estudo durante o período analisado (1996 – 16/01/2020).

As seguintes seções constituem este trabalho: a seção 2 apresenta os materiais e métodos que caracterizam esta pesquisa. A seção 3 relata os resultados bibliométricos, o diagrama estratégico do período e o mapa evolutivo do campo de estudo. Ainda na seção 3, são apresentados os principais desafios, tendências e sugestões de trabalhos futuros relacionados a virtualização de serviços. Ademais, a seção 4 apresenta as conclusões e limitações deste trabalho.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente, para o desenvolvimento do mapeamento científico foram definidos critérios para seleção de bases de dados, termos de busca, período de estudo, tipos de documentos e softwares bibliométricos a serem utilizados. Os critérios são apresentados a seguir.

Base de dados: Os dados foram extraídos da base de dados Web of Science (WoS) por se tratar de uma base de dados indexada que apresenta significativo volume de documentos relacionados com o campo de estudo (Cobo et al., 2018).

Tipos de documentos, termos de busca e período: Foram considerados artigos e revisões localizados com a *string* de busca ("*virtualization*" AND "*services*") presente no título, resumo ou palavras-chaves. Foram utilizados documentos de todo o período, contemplando documentos de 1996 até a data de exportação dos dados (16/01/2020).

Softwares bibliométricos: Foram utilizados os softwares SciMAT desenvolvido por Cobo et al. (2012) e VOSviewer desenvolvido por Van Eck e Waltman (2010). Os passos executados são apresentados na Figura 1.

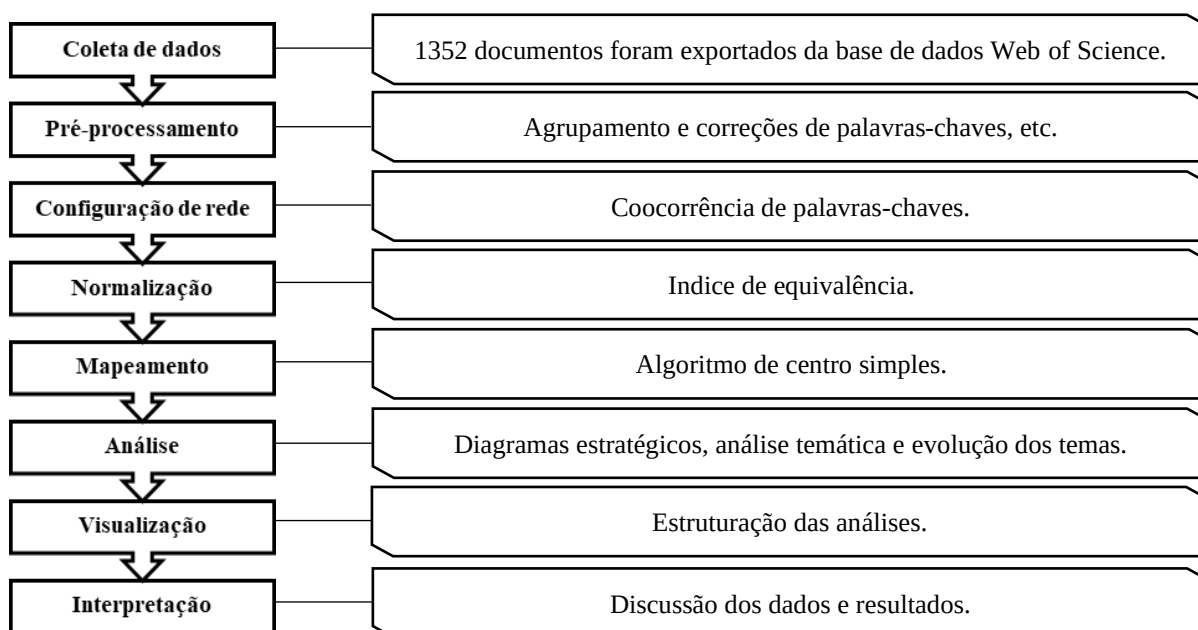


Figura 1 – Passos do mapeamento científico.

Uma vez coletados, os dados passaram pela fase de pré-processamento. Primeiramente, documentos duplicados foram removidos, em seguida palavras-chaves com o mesmo significado foram agrupadas, como ‘*service*’ e ‘*services*’, e ‘*virtualization*’ e ‘*virtualisation*’. Os documentos foram então divididos em 4 subperíodos para criar o mapa evolutivo do campo de estudo, a saber: 1996 - 2005; 2006 - 2010; 2011 - 2015; 2016 – 16/01/2020. O primeiro subperíodo foi constituído por documentos de 10 anos devido os anos iniciais possuírem poucos documentos relacionados ao tema. O diagrama estratégico e a evolução temática foram construídos considerando coocorrência de palavras-chaves. O índice de equivalência foi utilizado para normalizar estatisticamente os dados, e o algoritmo de centro simples foi aplicado para criação da rede. Por fim, o diagrama foi analisado para identificar os temas motores do campo de estudo.

Com apoio do software SciMAT foi clusterizado e plotado o diagrama estratégico composto pela coocorrência de palavras-chaves. A Figura 2 explica a distribuição dos clusters no diagrama bidimensional composto por quatro quadrantes com diferentes centralidades e densidades, sendo que a centralidade (eixo x) representa as relações de cada tema com outros, e a densidade (eixo y) representa a força de ligação entre diferentes temas (Furstenau et al., 2020). Os temas motores são aqueles altamente desenvolvidos no campo de estudo, com alta densidade e forte centralidade; os temas básicos e transversais apresentam forte centralidade e baixa densidade; temas emergentes ou declinantes são temas pouco desenvolvidos, com poucas e fracas ligações com outros temas, e; temas altamente desenvolvidos e isolados apresentam pouca centralidade, mas possuem ligações fortes com outros temas (López-Robles et al., 2020).

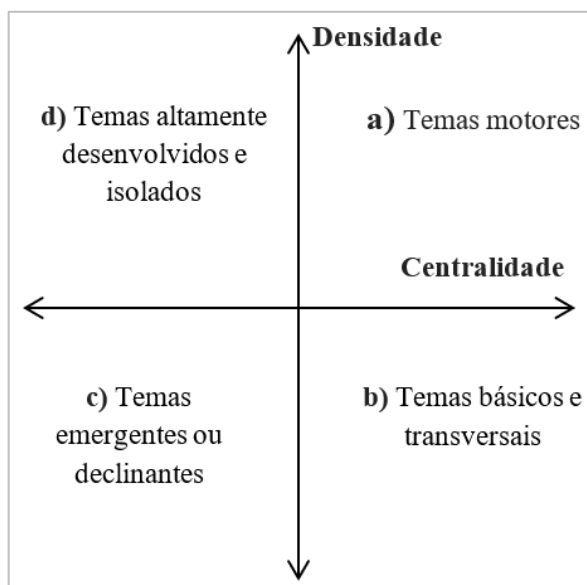


Figura 2 – Diagrama estratégico.

Além disso, o software VOSviewer foi utilizado para criar redes dos países e autores que mais publicaram estudos relacionados a virtualização de serviços no período estudado. Estas redes também foram geradas considerando coocorrência de publicações, permitindo assim a análise do desenvolvimento do campo de estudo no mundo. Para a criação da rede de países, foram considerados os vinte (20) países que mais publicaram pesquisas relacionadas. Para os autores, foram considerados aqueles com no mínimo duas (2) publicações relacionadas a virtualização de serviços no período pesquisado.

3. RESULTADOS

3.1 Performance bibliométrica da virtualização de serviços

Através da performance bibliométrica são apresentados os principais indicadores a respeito do volume de publicações e distribuição das pesquisas de acordo com países, revistas e autores que mais publicaram. Neste sentido, a Figura 3 apresenta o número de publicações ao longo do período estudado. O primeiro trabalho que fala sobre virtualização de serviços foi publicado em 1996, e nos anos seguintes poucos estudos discutiram o tema. A partir de 2011, com o advento do conceito da indústria 4.0, quarta revolução industrial ou transformação digital, é possível observar o crescimento exponencial no número de documentos publicados anualmente sobre o tema. Em 2018, 209 documentos indexados na base de dados Web of Science discutiram o tema, chegando a 270 documentos em 2019. Em 2020 é possível observar uma queda no número de publicações, o que se justifica pela data de coleta dos dados (16/01/2020).

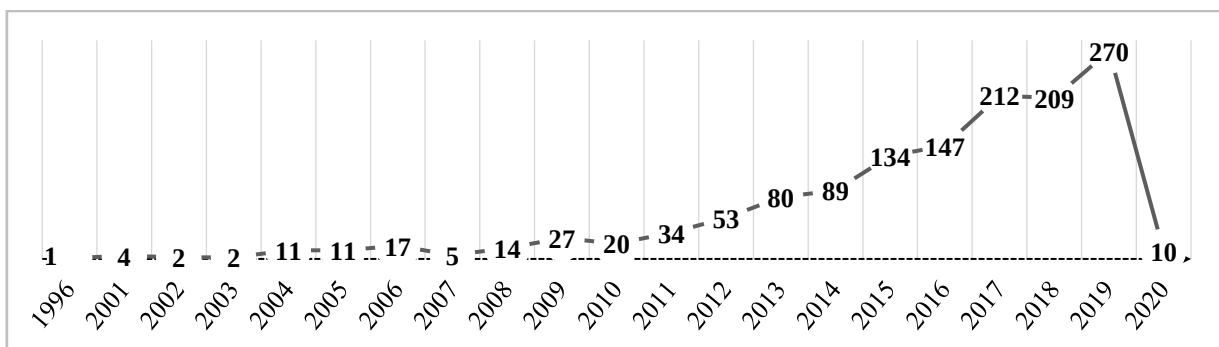


Figura 3 - Número de publicações no período (1996 - 16/01/2020).

A Figura 4 apresenta as revistas indexadas na base de dados Web of Science que mais publicaram estudos sobre virtualização de serviços no período. É possível observar que todas as revistas são voltadas à área tecnológica e/ou de comunicação.

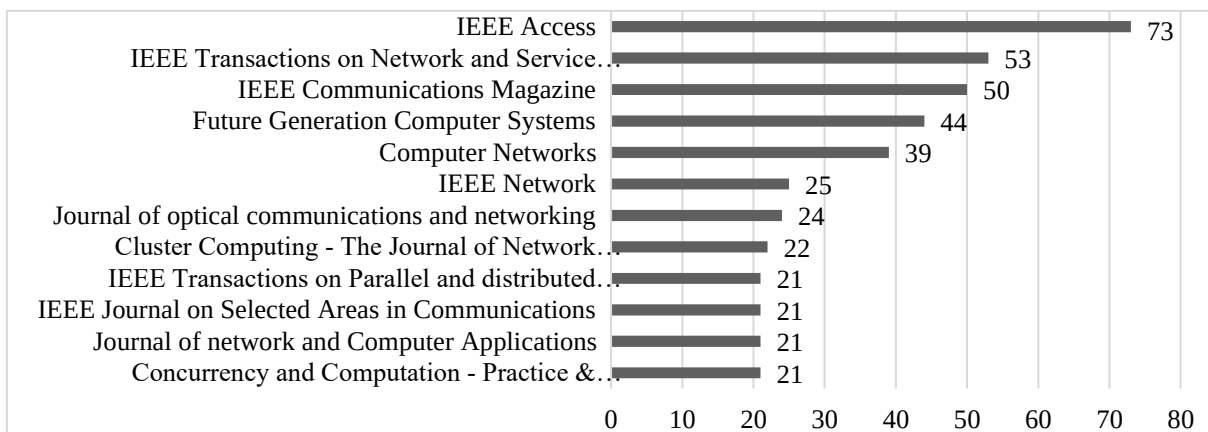


Figura 4 - Revistas que mais publicaram sobre o tema no período.

A Figura 5 apresenta a rede dos 20 países que mais publicam trabalhos sobre virtualização de serviços no período de estudo. Na figura, o tamanho do cluster é relacionado ao volume de documentos publicados, e as linhas representam as relações e redes de pesquisa entre os países. É possível observar que a República da China (*People's Republic of China*) e os Estados Unidos (*USA*) se destacam na quantidade de documentos publicados sobre virtualização de serviços, apresentando ainda a maior quantidade de ligações com outros países, representando fortes e amplas redes de pesquisa. O Brasil aparece entre os vinte países que mais publicaram sobre o

tema, no entanto, com um número menos significativo de publicações e de redes com outros países.

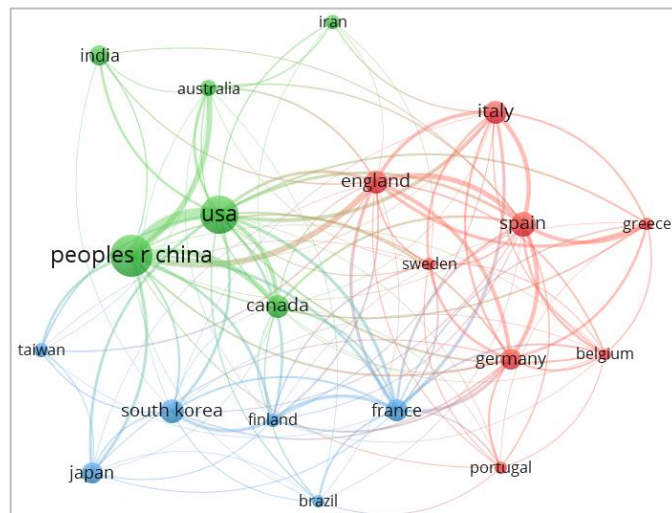


Figura 5 – Países que mais publicaram sobre o tema no período. Fonte: VOSviewer.

A Figura 6 apresenta os autores que mais publicam artigos no campo de estudo. Do mesmo modo, o tamanho do cluster é relativo ao volume de documentos publicados, e as linhas representam as redes de pesquisa. É possível observar que alguns autores possuem significativo volume de pesquisas no campo de estudo, enquanto outros possuem fortes redes de pesquisa com outros pesquisadores. O autor Dimitra Simeonidou se destaca pelos dois motivos, por ser um dos autores com o maior volume de documentos e pela sua centralidade na rede de relações com outros pesquisadores. Além disso, a figura representa a distribuição das pesquisas no tempo, onde os clusters mais escuros (tons de roxo e azul escuro) representam pesquisadores que dedicaram esforços ao campo de pesquisa a alguns anos e não necessariamente seguem esta linha de pesquisa atualmente, por outro lado, clusters mais claros (tons de amarelo e verde) representam pesquisadores que iniciaram recentemente suas pesquisas no campo de estudo.

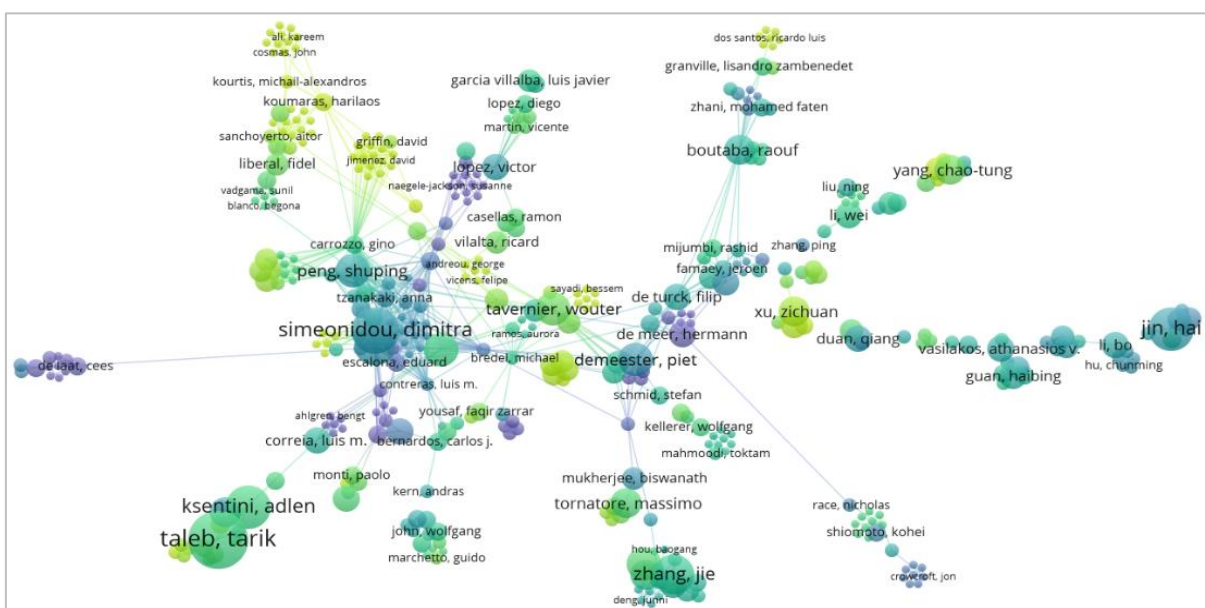


Figura 6 – Autores que mais publicaram sobre o tema no período. Fonte: VOSviewer.

3.2 Diagrama estratégico do campo de estudo

Ao longo do tempo temas específicos ganham força dentro de uma área de pesquisa. Ao falar sobre virtualização de serviços e suas diversas relações com a transformação digital e a transformação nas formas de produzir, atender e fazer gestão, também é possível notar temas com diferentes graus de desenvolvimento. Neste sentido, a Figura 7 apresenta o diagrama estratégico do campo de estudo, onde os temas mais importantes são clusterizados e distribuídos em um diagrama bidimensional de acordo com o grau de desenvolvimento.

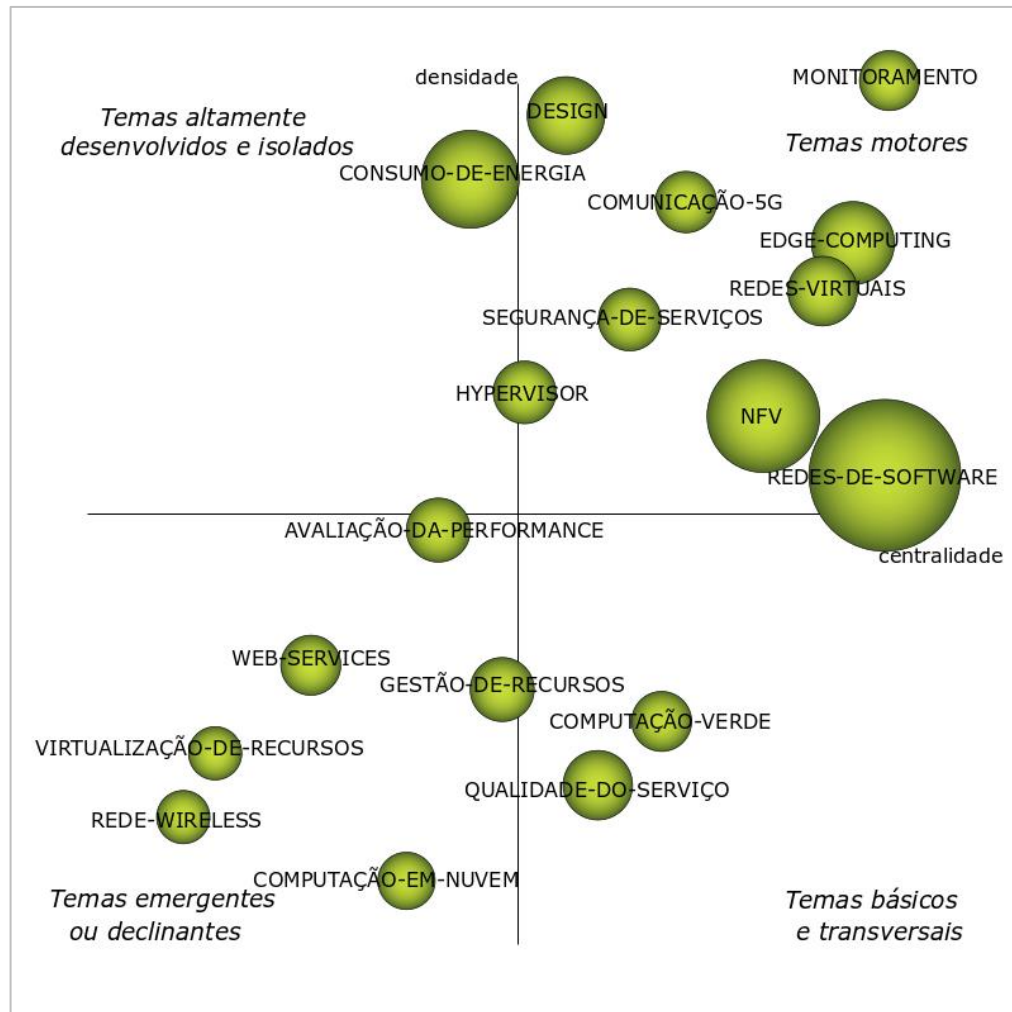


Figura 7 – Diagrama estratégico. Fonte: SciMAT.

Através do diagrama estratégico é possível identificar os temas mais importantes do campo de estudo durante o período. Nove (9) temas são classificados como motores, devido ao alto grau de desenvolvimento; dois (2) como temas básicos e transversais; seis (6) temas emergentes ou declinantes e; um (1) tema altamente desenvolvido e isolado. Dentre os clusters (Figura 7) é possível observar a forte relação da virtualização de serviços com tecnologias emergentes como 'computação em nuvem', 'edge computing' e 'comunicação 5G'. Os clusters 'redes virtuais', 'design', 'redes de software', 'NFV' (virtualização das funções da rede), 'hypervisor' e 'rede wireless' evidenciam esforços relacionados a modelagem, estruturação, configuração e gestão de rede para que esta possa suportar o grande fluxo de dados, e buscar meios para desenvolver plataformas para a virtualização de serviços (Rizou et al., 2020). Dentre os temas, muitas pesquisas abordam o monitoramento em tempo real (Yang et al., 2019), avaliação de

performance (Kim, 2019) e segurança (Firoozjaei et al., 2017), além de tecnologias como *Big Data* (Babiceanu e Seker, 2016), *cloud computing* (Fatahei et al., 2016; Ro, 2015) e Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*) (Atzori et al., 2019; Moin et al., 2019).

Além dos clusters que apresentam trabalhos relacionados a gestão de rede, monitoramento de máquinas virtuais e autenticação wireless, outros trabalhos são voltados ao impacto da virtualização de serviços em outras questões organizacionais, como ‘segurança de serviços’, ‘avaliação da performance’, ‘monitoramento’, ‘qualidade do serviço’, ‘consumo de energia’ e ‘gestão e virtualização de recursos’. Estes clusters representam a preocupação com o impacto que a virtualização de serviços pode causar aos diversos pilares organizacionais, uma vez que transforma quase que por completo a relação entre empresa e cliente. A Tabela 1 classifica os clusters em tecnologias, processos e sustentabilidade de acordo com os resultados do diagrama estratégico.

Tecnologias	Processos	Sustentabilidade
<i>Edge computing</i> Redes virtuais Comunicação 5G Hypervisor NFV Redes de software Webservices Computação em nuvem Virtualização de recursos Rede Wireless	Monitoramento Design Segurança de serviços Avaliação da performance Qualidade do serviço	Consumo de energia Gestão de recursos Computação verde

Tabela 1 – Classificação dos temas do diagrama estratégico.

3.3 Mapa evolutivo da virtualização de serviços

Temas perdem e ganham força ao longo do tempo, de acordo com o surgimento de novas tecnologias, processos, serviços e conceitos. Para compreender a evolução de um campo de estudo ao longo do tempo é possível utilizar técnicas robustas de mapeamento científico. Neste trabalho, com suporte do software SciMAT foi desenvolvido um mapa evolutivo do campo de estudo, a fim de compreender quais temas foram mais importantes em cada fase de desenvolvimento da literatura da virtualização de serviços. Para compor a evolução científica o período foi dividido em quatro subperíodos (1996 - 2005; 2006 - 2010; 2011 - 2015; 2016 - janeiro de 2020). A Figura 8 apresenta o mapa evolutivo do campo de estudo, onde o tamanho do cluster representa o volume de documentos relacionados com cada tema, e as linhas representam as ligações entre os temas, sendo que quanto mais forte a linha, mais forte a relação entre os temas.

É possível observar que no primeiro subperíodo (1996 - 2005) (Figura 8) apenas três temas aparecem, contendo baixo volume de documentos relacionados. Neste subperíodo, o cluster ‘*webservices*’ apresenta forte ligação com o cluster ‘computação em nuvem’ do segundo subperíodo, enquanto o cluster ‘performance’ possui ligação com o tema ‘experimentação’. A aparência destes clusters justifica a importância dos *webservices* como plataformas e aplicativos para virtualizar serviços de atendimento ao cliente, por outro lado, a performance relacionada com a experimentação mostra esforços para criar plataformas e serviços virtuais eficientes e robustos, capazes de atender de forma satisfatória os usuários (Bavier et al., 2006). Para isso, no segundo subperíodo (2006 - 2010) pesquisadores exploraram a experimentação do usuário em relação aos serviços virtuais, a fim de medir suas expectativas, a facilidade de uso e a satisfação com o serviço. Este subperíodo apresenta maior número de documentos que o primeiro, e seus clusters apresentam mais ligações com o subperíodo seguinte.

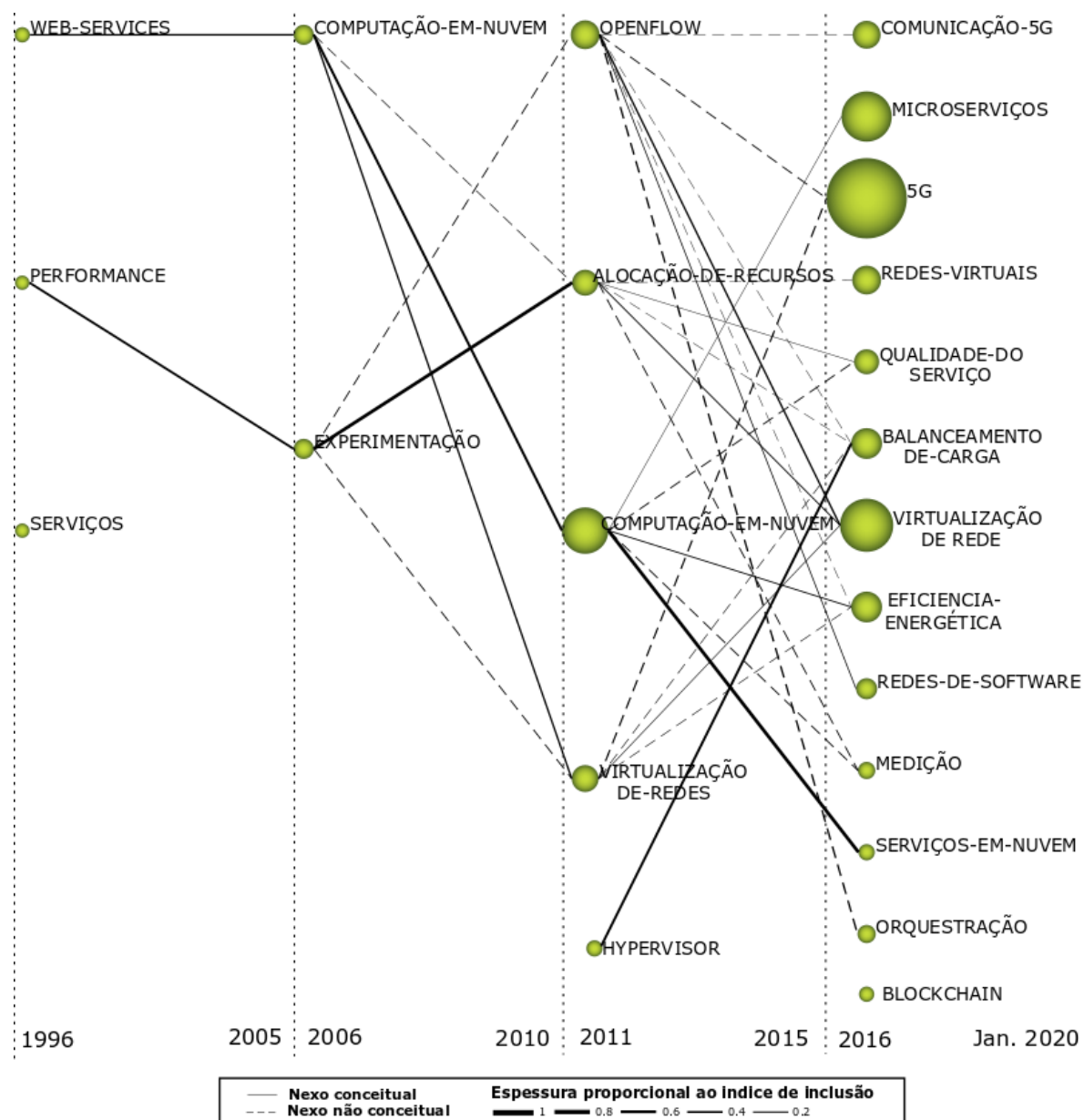


Figura 8 – Mapa evolutivo da virtualização de serviços (1996 - 16/01/2020). Fonte: SciMAT.

No terceiro subperíodo (2011 - 2015) o cluster “computação em nuvem” mantém sua relevância, e passa a ter ligação com vários temas do quarto subperíodo, como ‘serviços em nuvem’, ‘micro serviços’ e ‘qualidade do serviço’. Neste subperíodo temas diferentes emergem, tanto relacionados a tecnologias como ‘virtualização de redes’ e ‘hypervisor’, quanto com foco nos processos como ‘openflow’ e ‘alocação de recursos’. Os trabalhos relacionados a *hypervisor* discutem técnicas e plataformas para monitorar, integrar e controlar serviços virtuais em tempo real (Ding et al., 2016; Graniszewski e Arciszewski, 2016), enquanto o cluster *openflow* representa um protocolo aberto para gestão da rede de informação e comunicação da organização, permitindo o controle do fluxo e armazenamento de informações e facilitando assim a tomada de decisões de forma centralizada (Alameen et al., 2017; Aljaedi et al., 2017).

Por fim, o quarto subperíodo (2016 - janeiro de 2020) (Figura 8) apresenta o maior número de clusters relacionados ao campo de estudo, o que se justifica devido ao crescimento do tema ao longo dos anos (Figura 3). Neste subperíodo a computação em nuvem continua importante e discutida através do cluster ‘serviços em nuvem’. As pesquisas sobre alocação de recursos,

neste subperíodo evoluem para ‘qualidade do serviço’, ‘medição’ e ‘balanceamento de carga’, evidenciando preocupações com alocações corretas dos recursos tecnológicos para suprir as necessidades dos clientes e evitar problemas de sobrecarga de sistema, autenticação e fluxo de usuários. Além disso, pesquisas evidenciam preocupações com ‘eficiência energética’ para atender a virtualização, e ‘orquestração’ de processos para modelar e controlar os processos de atendimento e de gestão tecnológica. Outras tecnologias da quarta revolução industrial aparecem neste subperíodo, como ‘5G’ com o maior número de documentos relacionados, comprovando os esforços relacionados ao tema nos últimos anos, e ‘*blockchain*’, com poucos documentos e sem relações com outros clusters, se caracterizando assim como um tema emergente a ser explorado nos próximos anos.

3.4 Desafios, tendências e sugestões de trabalhos futuros

A transformação digital está obrigando organizações a repensarem seus processos e serviços, oferecer treinamento especializado a seus funcionários e utilizar sistemas integrados de gestão para controle de dados (Furstenau et al., 2020). Neste cenário, o controle do fluxo de atividades e processos é um dos temas mais importantes para adoção tecnológica e para a sustentabilidade organizacional (Furstenau et al., 2020). A virtualização de serviços é uma das soluções para alcançar a eficiência necessária e a flexibilidade para lidar com as constantes mudanças do mercado consumidor (Hossain, 2020). No entanto, transformar os processos organizacionais é um grande desafio que exige uma integração perfeita entre alta gerência, colaboradores, clientes e tecnologias. Dentre os grandes desafios da virtualização de serviços está o recebimento e armazenamento de dados dos clientes, e o envio eficiente e correto de respostas e soluções que atendam as solicitações dos usuários (Raskar, 2019). Este desafio se torna ainda maior devido a necessidade de desenvolver plataformas de virtualização (Rizou et al., 2020) capazes de integrar diversos serviços e receber requisições de muitos usuários simultaneamente.

Este fluxo de dados exige armazenamento em grande escala para guardar dados e informações organizacionais e de clientes, tornando a segurança de rede uma tarefa prioritária para toda e qualquer organização que virtualize serviços (Ahmed et al., 2020). Além disso, outros desafios e barreiras podem ser enfrentados por organizações que não conhecem suficientemente o fluxo de valor organizacional, pois para virtualizar serviços é necessário, antes de mais nada, conhecê-los integralmente para alcançar a flexibilidade e a autonomia oferecidas pela virtualização (Qian et al., 2020). Além disso, a transformação de processos organizacionais é sempre um desafio, e neste cenário a cultura organizacional pode ser uma das maiores barreiras para lidar com a virtualização, uma vez que a transformação digital transforma não somente os processos de negócio, mas também as interações entre indivíduos e a forma de trabalhar. Não obstante, apresentar serviços virtualizados aos clientes e comprovar sua eficiência e facilidade de uso pode ser tão difícil quanto lidar com a cultura organizacional, exigindo que os serviços virtuais sejam ágeis, adaptáveis e integrativos para, não apenas satisfazer, mas encantar o cliente.

Estes desafios representam algumas das tendências da virtualização de serviços, uma vez que são algumas das principais barreiras para adoção de serviços virtuais. Além disso, trabalhos futuros podem ser realizados para explorar mais profundamente os temas emergentes como comunicação 5G, orquestração de processos, micro serviços e *blockchain*. Apesar da virtualização de serviços estar diretamente relacionada com a quarta revolução industrial, poucos trabalhos fizeram uso de outras tecnologias emergentes como *machine learning*, inteligência artificial, realidade aumentada e *big data analytics*, entre outras tecnologias que ainda podem ser exploradas.

4. CONCLUSÃO

Este trabalho contempla 25 anos de evolução científica da virtualização de serviços. A análise apresenta o volume de produção científica relacionada com virtualização de serviços, os Journals, países e autores que mais publicaram na área. Além disso, com suporte do software SciMAT foi construído um diagrama estratégico bidimensional do campo de estudo, que apresenta os temas mais importantes da área de acordo com o grau de desenvolvimento. O mapa evolutivo apresenta os temas mais importantes relacionados a virtualização de serviços ao longo dos anos, desde o surgimento do conceito em 1996 até a data de coleta de dados (2020). As pesquisas relacionadas demonstram a transformação que as tecnologias emergentes e a quarta revolução industrial estão gerando para as organizações e os impactos nos processos, nos serviços e na sustentabilidade organizacional. Apesar da abrangência deste estudo, trabalhos futuros podem explorar documentos presentes em outras bases de dados e discutir com maior profundidade cada um dos clusters encontrados através do mapeamento científico. Em suma, esta pesquisa comprova as mudanças organizacionais advindas da transformação digital, destacando temas importantes para o campo de estudo para apoiar pesquisas futuras e auxiliar pesquisadores e profissionais de campo na identificação de desafios e tendências da virtualização de serviços frente a globalização e revolução dos serviços organizacionais.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- Ahmed, F., Burney, A., & Malik, A. (2020). Security Aspects of Virtualization and Its Impact on Business Information Security. *ICISCT 2020 - 2nd International Conference on Information Science and Communication Technology*. <https://doi.org/10.1109/ICISCT49550.2020.9080029>
- Alameen, A., Rubab, S., Dhupia, B., & Kolhar, M. (2017). Security in OpenFlow Enabled Cloud Environment. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(7). <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2017.080721>
- Aljaedi, A., Chow, C. E., Elgzil, A., Alamri, N., & Bahkali, I. (2017). Network Virtualization with OpenFlow for Large-Scale Datacenter Networks. In *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security* (Vol. 17, Issue 9). <http://cloud.politala.ac.id/politala/1>. Jurusan/Teknik Informatika/19. e-journal/Jurnal Internasional TI/IJCSNS/2017 Vol. 17 No. 09/20170903 Network Virtualization with OpenFlow for Large - Scale Datacenter Networks.pdf
- Atzori, L., Bellido, J. L., Bolla, R., Genovese, G., Iera, A., Jara, A., Lombardo, C., & Morabito, G. (2019). SDN&NFV contribution to IoT objects virtualization. *Computer Networks*, 149, 200–212. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2018.11.030>
- Babiceanu, R. F., & Seker, R. (2016). Big Data and virtualization for manufacturing cyber-physical systems: A survey of the current status and future outlook. *Computers in Industry*, 81, 128–137. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.02.004>
- Bavier, A., Feamster, N., Huang, M., Peterson, L., & Rexford, J. (2006). In VINI veritas: Realistic and controlled network experimentation. In *Computer Communication Review* (Vol. 36, Issue 4). <https://doi.org/10.1145/1151659.1159916>
- Cobo, M. J., Jürgens, B., Herrero-Solana, V., Martínez, M. A., & Herrera-Viedma, E. (2018). Industry 4.0: A perspective based on bibliometric analysis. *Procedia Computer Science*, 139, 364–371. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.278>
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2012). SciMAT: A new science mapping

- analysis software tool. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(8), 1609–1630. <https://doi.org/10.1002/asi.22688>
- Daghmehchi Firoozjaei, M., Jeong, J. (Paul), Ko, H., & Kim, H. (2017). Security challenges with network functions virtualization. *Future Generation Computer Systems*, 67, 315–324. <https://doi.org/10.1016/j.future.2016.07.002>
- Ding, W., Ghansah, B., & Wu, Y. (2016). Research on the Virtualization technology in Cloud computing environment. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 21, 191–196. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.21.191>
- Enişer, H. F., & Sen, A. (2020). Virtualization of stateful services via machine learning. *Software Quality Journal*, 28(1), 283–306. <https://doi.org/10.1007/s11219-019-09468-z>
- Farahmandpour, Z., Versteeg, S., Han, J., & Kameswaran, A. (2017). Service Virtualisation of Internet-of-Things Devices: Techniques and Challenges. In *Proceedings - 2017 IEEE/ACM 3rd International Workshop on Rapid Continuous Software Engineering, RCoSE 2017*. <https://doi.org/10.1109/RCoSE.2017.4>
- Fatahei, H., Bahari, A., & Mohammadiyan, N. E. (2016). The study of virtualization in cloud computing. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 7(1), 332–341.
- Foster, I., & Kesselman, C. (2004). The grid 2: Blueprint for a new computing infrastructure. *Morgan Kauffman*, 748. <https://doi.org/citeulike-article-id:340626>
- Furstenau, L. B., Kipper, L. M., Sott, M. K., Dal Forno, A. J., & Frozza, R. (2019). Utilização das ferramentas da qualidade para redução de perdas de produção em máquina CNC. *XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. https://doi.org/10.14488/ENEGEP2019_TI_ST_290_634_38321
- Furstenau, L. B., Webber, T., Kipper, L. M., Julia, A., & Forno, D. (2019). Proposta de estrutura para a gestão do processo de precificação de produtos de uma empresa de base tecnológica. *XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. https://doi.org/10.14488/ENEGEP2019_TI_ST_290_634_38321
- Furstenau, LB, Sott, M., Kipper, L., ... Ê. M.-I., & 2020, U. (2020). Link between sustainability and industry 4.0: trends, challenges and new perspectives. *Ieeexplore.Ieee.Org*. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9151934/>
- Furstenau, Leonardo, Kremer Sott, M., Jonas Ouriques Homrich, A., Mahlmann Kipper, L., Aziz Al Abri, A., Flores Cardoso, T., Ricardo López-Robles Management Engineering, J., & Cobo, M. J. (2020). 20 Years of Scientific Evolution of Cyber Security: a Science Mapping. In *IEOM*. <http://www.ieomsociety.org/ieom2020/papers/376.pdf>
- Graniszewski, W., & Arciszewski, A. (2016). Performance analysis of selected hypervisors (Virtual Machine Monitors-VMMs). *International Journal of Electronics and Telecommunications*, 62(3), 231–236. <https://doi.org/10.1515/eletel-2016-0031>
- Hossain, M. A. (2020). *Discovering Context Dependent Service Models for Stateful Service Virtualization*. https://researchbank.swinburne.edu.au/file/5920bacd-b868-48ca-a0fd-b69770d87f6a/1/md_arafat_hossain_thesis.pdf
- Jamai, I., Azzouz, L., Wireless, L. S.-2020 I., & 2020, U. (2020). Security issues in Industry 4.0. *Ieeexplore.Ieee.Org*. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9148447/>
- Kim, H. (2019). Performance evaluation of revised virtual resources allocation scheme in network function virtualization (NFV) networks. *Cluster Computing*, 22, 2331–2339. <https://doi.org/10.1007/s10586-018-1840-9>
- López-Robles, J., Otegi-Olaso, J., & ... M. C.-... and E. in. (2020). Exploring the relationships between Project Management and Industry 4.0 in Scopus literature using bibliometric and content analysis. In *Dspace.Aeipro.Com*.

http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/2415/REPM2020_proceedings.pdf?sequence=1#page=60

- Mannava, R., Maclinovsky, A. V., Yakubovich, A., & Jenkins, M. S. (2014). System and method for service virtualization in a service governance framework. In *U.S. Patent No 8,886,571*. <https://patents.google.com/patent/US8886571B2/en>
- Matt, C., Hess, T., & Benlian, A. (2015). Digital Transformation Strategies. *Business and Information Systems Engineering*, 57(5), 339–343. <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0401-5>
- Moin, S., Karim, A., Safdar, Z., Safdar, K., Ahmed, E., & Imran, M. (2019). Securing IoTs in distributed blockchain: Analysis, requirements and open issues. *Future Generation Computer Systems*, 100, 325–343. <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.05.023>
- Qian, C., Zhang, Y., Sun, W., Rong, Y., & Zhang, T. (2020). Exploring the socialized operations of manufacturing resources for service flexibility and autonomy. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 63. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.101912>
- Raskar, H. (2019). System and method for agent based centralized and efficient transaction recordings for service virtualization. *U.S. Patent No 10,459,753*. <https://patents.google.com/patent/US10459753B2/en>
- Rizou, S., Athanasoulis, P., Andriani, P., Iadanza, F., Trakadas, P., Griffin, D., Kheirkhah, M., Breitgand, D., Weit, A., Ustok, R. F., Keskin, S., Moscatelli, F., Bernini, G., Macher, G., Serrano, J., & Jimenez, D. (2020). Programmable Edge-to-Cloud Virtualization for 5G Media Industry: The 5G-MEDIA Approach. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 585 *IFIP*, 95–104. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49190-1_9
- Ro, C. (2015). Modeling and analysis of memory virtualization in cloud computing. *Cluster Computing*, 18(1), 177–185. <https://doi.org/10.1007/s10586-014-0353-4>
- Sott, M. K. (2016). *Análise do grau de satisfação dos clientes de uma empresa varejista de alimentos do município de Santa Cruz do Sul, RS*. <https://repositorio.unisc.br/jspui/handle/11624/1519>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Yang, C. T., Chen, S. T., Liu, J. C., Yang, Y. Y., Mitra, K., & Ranjan, R. (2019). Implementation of a real-time network traffic monitoring service with network functions virtualization. *Future Generation Computer Systems*, 93, 687–701. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.08.050>