

CONTRIBUTIONS BETWEEN ENTERPRISE ARCHITECTURE AND DIGITAL TRANSFORMATION: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW.

Ely Mota Lima - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9426-6509>

Fernando José Barbin Laurindo - UNIVERSITY OF SAO PAULO USP - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5924-3782>

Kumiko Oshio Kissimoto - UNIFESP - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO/EPPEN - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0316-1307>

Davi Noboru Nakano - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7345-2134>

Identify the main authors, publications and how the intersection between Enterprise Architecture and Digital Transformation has developed. Currently, both academic literature and practice in relation to enterprise architecture present gaps in the development of models that effectively connect the discipline with digital transformation. The study via a systematic literature review seeks to identify how research on the topic had developed. The bibliometric and content analysis highlight the main authors, publications, and topics related to enterprise architecture and digital transformation. The results show the embryonic stage of the theme research and the need for further development, mainly concerning high-quality academic publications. Also, the challenges that one discipline imposes on the other, how they are related, and to what extent they benefit from it. The study contributed to the theory through the analysis of the development of the literature on the subject, and the indication of future research towards the theoretical establishment of the subject. The study allowed the exploration of different architectural models and their differences; defining the benefits and uses of enterprise architecture for companies; the summary of the challenges imposed on corporate architecture by the digital transformation and the complementarity of themes in the daily lives of companies and governments.

Keywords: Enterprise Architecture, Digital Transformation, IT Management, Digital Business, Digital Architecture, SMACIT

CONTRIBUIÇÕES ENTRE ARQUITETURA CORPORATIVA E A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.

Identificar os principais autores, publicações e como a intersecção entre Arquitetura Corporativa e Transformação Digital tem se desenvolvido. Atualmente, tanto a literatura acadêmica quanto a prática em relação a arquitetura corporativa apresentam lacunas no desenvolvimento de modelos que conectem efetivamente a disciplina com a transformação digital. O estudo por meio de uma revisão sistemática da literatura busca identificar como a literatura sobre o tema se desenvolveu. A análise bibliométrica e de conteúdo destacam os principais autores, publicações e tópicos relacionados à arquitetura corporativa e transformação digital. Os resultados revelam o estágio embrionário da pesquisa do tema e a necessidade de maior desenvolvimento, principalmente no que se refere a publicações acadêmicas. Além disso, os desafios que uma disciplina impõe à outra, como eles se relacionam e em que medida se beneficiam dessa interação mútua. O estudo contribuiu para a teoria por meio da análise do desenvolvimento da literatura em relação ao tema, e a indicação de pesquisas futuras em direção ao estabelecimento teórico do assunto. O estudo permitiu a exploração dos diferentes modelos de arquitetura e as suas diferenças; a definição dos benefícios e usos da arquitetura corporativa para as empresas; a sumarização dos desafios impostos a arquitetura corporativa pela transformação digital e a complementaridade dos temas no cotidiano das empresas e governos.

Palavras-chave: Arquitetura Corporativa, Transformação Digital, Gestão de TI, Negócios Digitais, Arquitetura Digital, SMACIT

Contributions between Enterprise Architecture and Digital Transformation: A systematic literature review.

Abstract:

The growing importance of digital transformation is due to the pursuit of greater competitiveness and operational efficiency of organizations. Enterprise Architecture is an effective tool to promote the necessary changes regarding flexibility and adaptability. It is considered essential to companies interested in the digital transformation of their businesses. Both disciplines are relevant to each other and relate to organizational change. Therefore, the study via a systematic literature review seeks to identify how research on the topic had developed. The bibliometric and content analysis highlights the main authors, publications, and topics related to enterprise architecture and digital transformation. The results show the embryonic stage of the theme research and the need for further development, mainly concerning high-quality academic publications. Also, the challenges that one discipline imposes on the other, how they are related, and to what extent they benefit from it. Then, the work presents the research avenues for theme development. The research contributes to helping organizations to utilize corporate architecture effectively in responding to or anticipating market disruptions. Changes promoted by digital transformation. Finally, another contribution is the centralization of the literature, exposing the main architecture frameworks and how they are used to address the digital transformation challenges.

Keywords: Enterprise Architecture, Digital Transformation, IT Management, Digital Business, Digital Architecture, SMACIT.

1 Introdução

As mudanças causadas pelas tecnologias digitais, globalização, mudanças nas necessidades de consumo e novos modelos de negócio, fizeram ascender a chamada economia digital. A economia digital prioriza as experiências simples, intuitivas e centradas no cliente. Essas características alteram a dinâmica e demandas para as empresas, mas também para os governos (Gong *et al.*, 2020). O que pode ser visto como oportunidade de negócio pode, por outro lado, representar uma grande ameaça para as empresas que não estão preparadas (Massuda *et al.*, 2017).

O desenvolvimento de produtos baseados nas necessidades dos usuários e tecnicamente mais sofisticados, por meio de curtos ciclos de inovação forçam as empresas a demonstrar alto grau de dinamismo, transformação e orientação ao cliente (Yeow *et al.*, 2018). A alta volatilidade dos mercados e as mudanças a longo prazo, vão requerer das empresas e dos colaboradores grande flexibilidade. Entretanto, somente essa não é suficiente, o ambiente de negócios altamente dinâmico da atualidade exige a capacidade de transformação, de fazer mudanças efetivas e rápidas, já que as inovações tecnológicas continuarão a transformar os serviços e produtos (Bauer *et al.*, 2015).

As tecnologias digitais podem melhorar o desempenho competitivo das organizações, ao aumentar a flexibilidade dos produtos e serviços. Outro efeito das tecnologias, é a redução de barreiras de entrada das diferentes indústrias, favorecendo a conexão e parcerias entre empresas (Correani *et al.*, 2020). Neste contexto, os sistemas

empresariais precisam se transformar constantemente para responder de forma tempestiva às demandas do mercado e evolução tecnológica.

A arquitetura corporativa habilita o entendimento abrangente das adaptações que as organizações podem e precisam fazer para reconfigurar os seus ativos digitais e competências para a adoção de tecnologias digitais (Ross *et al.*, 2006), refletindo como as organizações abordam a transformação digital (Gong *et al.*, 2020).

Por trás da adaptação da estratégia corporativa, da melhoria contínua dos processos, das novas leis e regulamentações e das inovações técnicas, o ambiente competitivo de negócios é um dos grandes desafios para as empresas, tanto no setor industrial quanto no de serviços. A arquitetura corporativa é uma ferramenta essencial para as empresas nesse ambiente de negócios mais competitivo (Plataniotis *et al.*, 2015; Lapalme *et al.*, 2016).

Atualmente, tanto a literatura acadêmica quanto a prática em relação a arquitetura corporativa apresentam lacunas no desenvolvimento de modelos que conectem efetivamente a disciplina com a transformação digital (Zimmermann *et al.*, 2021). Portanto, este artigo tem como objetivo geral identificar os principais autores, publicações e como a intersecção dos tópicos tem se desenvolvido. Para alcançar estes objetivos será realizada uma revisão sistemática da literatura. As questões de pesquisa são:

Q1: Como a pesquisa sobre arquitetura corporativa e transformação digital tem se desenvolvido?

Q2: Quem são os principais expoentes da pesquisa no tema?

Q3: Quais são os principais assuntos de discussão no tema?

Q4: Quais são os desafios da arquitetura corporativa em relação a transformação digital?

As contribuições práticas são: a exploração dos diferentes modelos de arquitetura e as suas diferenças; a definição dos benefícios e usos da arquitetura corporativa para as empresas; a sumarização dos desafios impostos a arquitetura corporativa pela transformação digital e a complementaridade dos temas no cotidiano das empresas e governos. As contribuições teóricas são a análise da evolução de pesquisas em relação ao tema, e a indicação de pesquisas futuras em direção ao estabelecimento teórico do assunto.

A pesquisa é organizada da seguinte forma: inicialmente há a Introdução; na Revisão de literatura, na qual se expõem os principais conceitos; Metodologia, na qual se detalha como a pesquisa foi realizada; Resultados, em que se apresentam as análises bibliométrica e de conteúdo que foram realizadas; Conclusões, com as discussões sobre os resultados obtidos; e finalmente, Recomendações, na qual se sintetizam as principais contribuições do estudo, as limitações e indicações para pesquisa futura. Ao final, tem-se a relação das Referências bibliográficas.

2 Revisão da Literatura

2.1 O que é Arquitetura Corporativa

Embora existam diferentes definições de arquitetura corporativa, a essência da disciplina é clara, ela corresponde à visão vigente dos ambientes de tecnologia da informação (TI) e do panorama de negócios, para promover o futuro almejado pela organização (Buckl *et al.*, 2010). Em uma definição sucinta, precisa e recente, a arquitetura corporativa é descrita como a maneira que as empresas se estabelecem para executar suas estratégias (Ross *et al.*, 2019). A Gartner (2018) estabelece a arquitetura corporativa como “uma disciplina para proativa e holisticamente direcionar as respostas das organizações às forças de ruptura. Por meio da identificação e análise da execução de mudanças, em relação a visão e resultados desejados de negócios”.

A arquitetura é descrita também como a estrutura organizacional de um sistema ou componente. De acordo com a norma ISO 15704 (2000), a arquitetura reflete a estrutura

básica e organização dos elementos de conexão de um sistema, seja um sistema físico ou objeto conceitual. O significado e uso do termo arquitetura corporativa, varia em função do contexto que é utilizado. Desta forma, ela pode ser a descrição de um sistema no nível de componentes a fim de direcionar a sua implementação. Pode ser a estrutura de componentes, as inter-relações destes componentes e os princípios e diretrizes para a sua evolução e governança (Chen *et al.*, 2008).

Ela é um elemento essencial para as organizações em relação ao planejamento de tecnologia. A visão vigente dos sistemas (*AS-IS*), assim como o alvo de mudança desejada (*TO-BE*) e o caminho de transformação e mudança, são atribuições da arquitetura corporativa (Chen *et al.*, 2008). Alguns benefícios da prática de arquitetura são: maior coordenação entre negócios e tecnologia, melhoria na comunicação organizacional e redução da complexidade de tecnologia (Tamm *et al.*, 2011).

2.2 Quais são os tipos de arquitetura

A Arquitetura corporativa é muitas vezes confundida com outras arquiteturas mais antigas, como a arquitetura de *software* ou de infraestrutura. A principal diferença se dá pelo fato das definições clássicas serem focadas estritamente em tecnologia, enquanto a arquitetura corporativa não se restringe a ela, mas tem forte foco em negócios. Portanto, tem como característica o alinhamento entre tecnologia e negócios (Perez-Castillo *et al.*, 2019).

A arquitetura corporativa é vista como complementar à arquitetura de *software*, objetivando documentar de forma ampla os sistemas da organização, os contextos de negócios, e os *softwares* que vão suportá-los (Chen *et al.*, 2014). Alguns *frameworks* e autores fazem divisões maiores dos domínios e tipos de arquitetura.

O TOGAF (2009) é uma das mais conhecidas referências a respeito de arquitetura, sendo que a sigla corresponde a “*The Open Group Architecture Framework*”. O *Open Group* é um consórcio global composto por membros de mais de 800 organizações, entre empresas, consumidores, fornecedores, acadêmicos e consultores. O objetivo do consórcio é estabelecer padrões de tecnologia que habilitem a realização de objetivos de negócios (TOGAF, 2009). A metodologia do *Open Group* descreve a arquitetura em quatro domínios diferentes, a Arquitetura de Negócios, a Arquitetura de Aplicação, a Arquitetura de Dados e a Arquitetura de Tecnologia. Zimmermann *et al.* (2016) apresenta os domínios de arquitetura propostos pelo modelo ESARC (*Enterprise Services Architecture Reference Cube*), sendo divididos em: Governança de Arquitetura, Gestão de Arquitetura, Arquitetura de Tecnologia, Arquitetura de Operação e Arquitetura de Serviços de *Cloud*. O ESARC é um modelo de referência para arquiteturas corporativas digitais.

2.3 A origem e evolução da arquitetura corporativa

O termo Arquitetura Corporativa (*Enterprise Architecture*), foi utilizado pela primeira vez em uma publicação do Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST) do Estados Unidos (Fong *et al.*, 1989). A publicação é uma “*special issue*”, que trata os desafios da integração entre sistemas tecnológicos. Entretanto, dois anos antes desta publicação, o consultor de negócios e tecnologia, John Zachman, havia publicado no *IBM Systems Journal* um artigo (Zachman 1987), explicando e descrevendo o conceito de Arquitetura Corporativa, porém sem mencionar o termo especificamente (Perez-Castillo *et al.*, 2019).

A disciplina de arquitetura corporativa tem amadurecido nas últimas décadas. Técnicas de modelagem e métodos mais sistêmicos de pesquisa tem emergido, contemplando a perspectiva de redes de negócios e indo além do design de tecnologia. (Veneberg *et al.* 2016).

Diferentes metodologias de arquitetura corporativa têm surgido e contribuído com as pesquisas referentes ao alinhamento de negócios e TI (Pulkkinen *et al.* 2015). Apesar do termo ter sido cunhado há décadas, a pesquisa de forma mais intensiva em relação a disciplina é recente. O que foi estimulado pela convergência de outras áreas na arquitetura corporativa, como gestão dos processos de negócios, arquitetura orientada a serviços, transformação digital, entre outras áreas que se relacionam com os objetivos e designações de arquitetura (Pérez-Castillo *et al.*, 2021).

Entre os modelos e recentes evoluções da disciplina, Ross *et al.* (2006) propõem uma abordagem mais pragmática para a arquitetura corporativa. Muitas empresas buscam modelos populares de arquitetura corporativa para melhorar o alinhamento entre TI e negócios. O modelo conhecido como abordagem MIT de arquitetura corporativa, é flexível e reduz os desafios comuns de modelos de arquitetura.

2.4 Os modelos de arquitetura

Os modelos de arquitetura são ferramentas importantes para arquitetura corporativa, pois descrevem a arquitetura de vários pontos de vista, em detalhes para permitir a especificação e implementação dos sistemas (Chen *et al.*, 2008). A implementação e estabelecimento de arquitetura é suportada por diferentes *frameworks* (Masuda *et al.*, 2018). A facilitação do entendimento das complexidades decorrentes das organizações e sistemas, é realizada por meio desses modelos de arquitetura (Op't Land *et al.* 2009).

De acordo com a ISO/IEC/IEEE42010:2011, os *frameworks* de arquitetura são “convenções, princípios, e práticas para a descrição de arquiteturas estabelecidas dentro de um domínio específico de aplicações e /ou comunidade de *stakeholders*. Na descrição do TOGAF (2011) os *frameworks* são “estruturas conceituais utilizadas para desenvolver, implementar e sustentar uma arquitetura”.

O TOGAF é um dos modelos mais conhecidos e utilizados e foi desenvolvido, e é mantido pelo *Open Group*. Além das certificações que asseguram aos profissionais o conhecimento e domínio do método proposto pelo TOGAF, existem diversas publicações detalhadas em relação as ferramentas, técnicas e práticas (Masuda *et al.*, 2018). A peça central deste modelo é o método de desenvolvimento de arquitetura, em inglês “*Architecture Development Method*” (ADM). O ADM descreve o processo de implementação e funcionamento de uma arquitetura corporativa. Este modelo é visto como flexível, permitindo ser utilizado em conjunto com outros *frameworks*. O modelo permite o ajuste sob medida para as necessidades específicas de cada organização segundo (Bondar *et al.*, 2017)

O *framework* mais popular de arquitetura é o DoDAF (*Department of Defense Architecture Framework*). Sendo amplamente utilizado nos domínios de segurança e redes (Masuda *et al.*, 2018). Outro modelo conhecido é o MODAF (*Ministry of Defense Architecture Framework*), utilizado pelo governo do Reino Unido. Este é uma extensão do DoDAF, com a adição de duas visões. Uma delas é a visão estratégica, que apoia a capacidade dos processos de gestão (Bondar *et al.*, 2017).

O FEAF (*Federal Enterprise Architecture Framework*) atualmente inclui as três primeiras colunas do modelo de Zachman (1987) e a metodologia de planejamento Spewak EA. Os princípios de arquitetura presentes no FEAF estabelecem uma fundação para o conjunto de regras e comportamentos das organizações. O processo e governança da arquitetura corporativa são orientadas por diferentes princípios também. O FEAF é separado entre arquitetura de Negócios, Dados, Aplicações e Tecnologia. O modelo é flexível e adaptável as necessidades específicas das empresas (Bondar *et al.*, 2017).

O modelo de arquitetura de Zachman (1987) apoiou a derivação de diferentes modelos. A forma estruturada e formal de visualizar toda a organização proposta por Zachman (1987) é extensivamente utilizado como fundação de arquitetura corporativa (Zachman, 1999). Entretanto este modelo não fornece os caminhos para implementação e operação de arquitetura (Masuda *et al.*, 2016). A Figura 1 apresenta os principais *frameworks* em relação ao uso mais atrelado as atividades civis ou militares, assim como a evolução destes modelos no tempo (Garnier *et al.*, 2014).

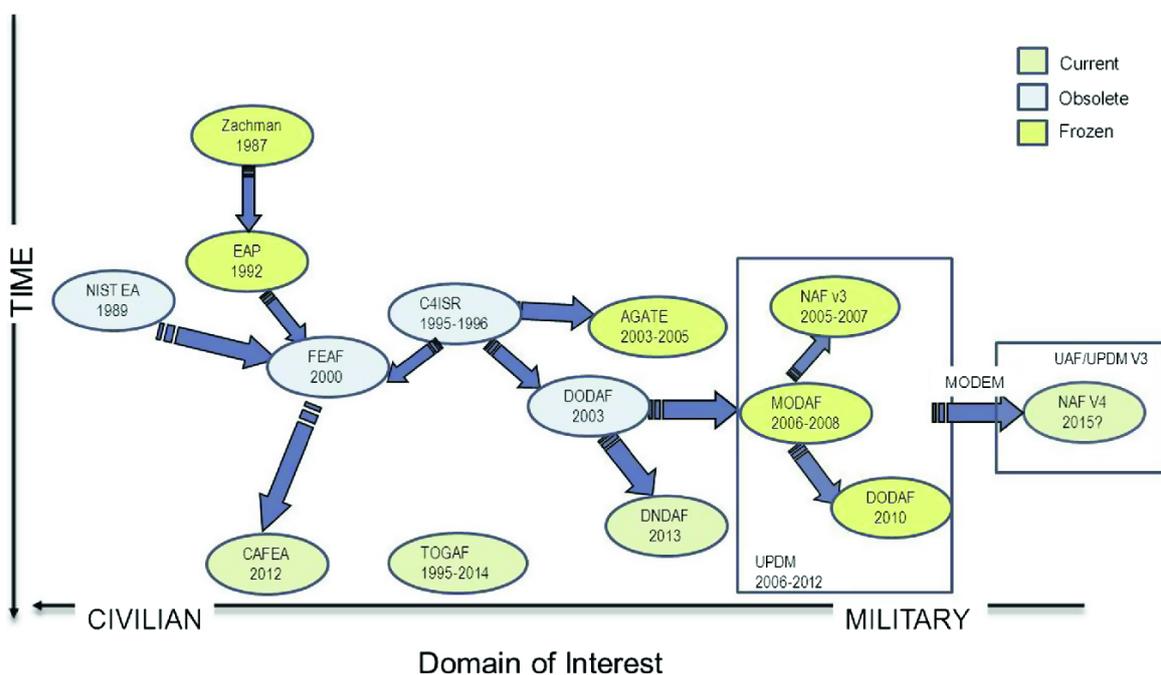


Figura 1: A evolução dos frameworks de Arquitetura

Fonte: Garnier *et al.* (2014)

Apesar da variedade, flexibilidade e possibilidade de combinação destes modelos. Estes são considerados por alguns como insuficientes para lidar com a Transformação Digital (Masuda *et al.*, 2016).

Novos modelos têm surgido para suprir esta demanda, como por exemplo o AIDAF (*Adaptive Enterprise Architecture Framework*) (Gill *et al.* 2014). Este modelo tem o intuito de suportar o desenvolvimento e gestão de arquiteturas corporativas ágeis. Os requisitos que norteiam este modelo são: velocidade, responsividade, flexibilidade, simplicidade, aprendizagem. Este *framework* especificamente tem os benefícios de: reduzir os riscos da transformação digital, melhoria na qualidade da Arquitetura; controle mais efetivo dos custos.

Além dos modelos de arquitetura, existem notações que são utilizadas na representação e mapeamento das estruturas empresariais. Como por exemplo UML (*Unified Modeling Language*), CMMN (*Case Management Modeling Notation*), Archimate, entre outras.

2.5 Benefícios e usos da arquitetura corporativa

A gestão da arquitetura corporativa é crucial para organizações e suas estruturas de tecnologia (Ross *et al.*, 2006). A arquitetura compreende todos os aspectos organizacionais, como negócios, estrutura, aplicações, dados, infraestrutura. O objetivo é estabelecer uma visão corrente da arquitetura e propor um caminho de evolução futura (Masuda *et al.*, 2018). A arquitetura corporativa propicia uma visão alto nível das

estruturas de negócios e sistemas de TI das organizações e suas inter-relações. (Gong *et al.*, 2020).

Os líderes de TI adotaram a arquitetura corporativa como uma forma de mapear os investimentos de TI e as mudanças dos processos de negócios (Ross *et al.*, 2019). Outro benefício do uso de arquitetura é percebido através das recomendações de mudanças em políticas e projetos, para se alcançar os resultados esperados de negócios que implicam em rupturas de negócios relevantes. O papel de Arquitetura corporativa é essencial para a comunicação do plano e estratégia de negócio de forma fluida por toda a organização. (Bondar *et al.*, 2017).

As empresas falham em extrair valor da transformação digital por não terem a formulação da estratégia bem conectada com a implementação (Correani *et al.*, 2020). A arquitetura corporativa é um habilitador para implementação da transformação digital.

Portanto, a tão almejada agilidade de negócios é desenvolvida por essa disciplina. As capacidades digitais das empresas, como a democratização de dados, alta integração, automação e flexibilidade, resultam no desenvolvimento dos negócios e execução da estratégia. Estas capacidades são alavancadas pela arquitetura corporativa também (Masuda *et al.*, 2018). O desenvolvimento da arquitetura corporativa através da percepção, monitoramento e gestão estratégica em diferentes níveis é crucial para inovação e digitalização (Jayakrishnan *et al.*, 2019).

A redução da complexidade da gestão e governança das organizações em diferentes níveis, a melhoria na comunicação organizacional, o alinhamento entre negócios e tecnologia (Queiroz *et al.*, 2020), e o direcionamento para as mudanças necessárias das empresas são os principais motivos de utilização e benefícios colhidos pela adoção da disciplina de arquitetura corporativa. (Alwadain *et al.* 2016).

2.6 Os desafios da arquitetura corporativa

O conceito de arquitetura corporativa, mesmo sendo requisitado e importante para as empresas, permanece confuso. A dificuldade no entendimento do que essencialmente é a disciplina, gera barreiras em relação a sua implementação e uso (Chen *et al.*, 2008).

De um lado é considerado que boa parte dos modelos de arquitetura é aderente as mudanças necessárias para atender a transformação digital (Bondar *et al.*, 2017). Entretanto, o tamanho, a morosidade e complexidade dos modelos de arquitetura mais utilizados, como por exemplo o TOGAF, são alvo de críticas por parte dos profissionais e pesquisadores (Masuda *et al.*, 2018; Gill *et al.*, 2014).

A computação em nuvem, entre outras tecnologias digitais apresentam novos desafios para a disciplina de arquitetura, pois os modelos vigentes também não suportam as características de implementação da tecnologia. O trabalho de arquitetura corporativa decorre de meses de análises e desenvolvimento de estratégias. Porém a demanda atual é por ciclos mais interativos e ágeis da contribuição de arquitetura (Götze & Romanov, 2021; Masuda, 2021a, 2021b; Zimmermann *et al.*, 2021)

A integração da disciplina de arquitetura e as práticas do "Ágil" são muito importantes nos mercados altamente voláteis e em constante mudança. Outros questionamentos recorrentes são: as definições mais integrais nos momentos iniciais de projeto; as regras e *guidelines* que são impostas pela Arquitetura; a falta de praticidade, simplicidade e rápida adaptação à mudança (Nandico, 2016).

Ross *et al.* (2019) destacam que a maioria das companhias delega à área de TI a atribuição em relação a arquitetura, restringindo o escopo de arquitetura ao aspecto de tecnologia. A arquitetura de TI bem desenhada reduz os riscos empresariais, apoia o desenvolvimento de novos produtos e a melhoria dos existentes. A definição dos negócios

digitais vai além de sistemas e tecnologias. As empresas precisam de visão abrangente das integrações das pessoas, processos e tecnologias que compõem a organização.

As interações entre as dimensões de pessoas, processos e tecnologia são essenciais para a transformação digital. A habilidade de aprender, experimentar, colaborar, descartar, melhorar, reconfigurar e escalar novas ofertas depende dessas interações.

Portanto, a agilidade de arquitetura, os novos modelos que contemplem a incorporação não somente de tecnologias digitais, mas de transformação digital, e a percepção da importância e relevância de arquitetura estão entre os maiores desafios de implementação na disciplina (Bossert & Feldmann, 2021).

2.7 A Transformação Digital

A forma em que vivemos, trabalhamos, aprendemos, colaboramos e nos comunicamos como sociedade é alterada pela transformação digital (Zimmermann *et al.*, 2016). A Tecnologia da informação se tornou no decorrer dos anos um ativo estratégico e distinto na geração de novos modelos de negócios, e na ruptura dos existentes (Laurindo, 2008). O advento de novas tecnologias digitais revelou importantes benefícios. Os quais, as empresas das mais distintas indústrias buscam crescentemente explorar. As operações essenciais de negócios, os produtos, as estruturas organizacionais, os processos e o gerenciamento da empresa são evoluídos para corresponder à transformação necessária (Hafsi & Assar, 2016). A visão integrada entre tecnologia e negócios alavancada pela transformação digital é compreendida pelo conceito de estratégia de negócios digitais. Segundo a definição de Bharadwaj et al. (2013) esse conceito é definido como a formulação e execução da estratégia organizacional que gera valor por meio de recursos digitais. As estratégias de negócios digitais variam em função do escopo, escala, velocidade e, fontes de captura e geração de valor da transformação. O desenvolvimento de negócios em negócios digitais corresponde à transformação digital, a incorporação de tecnologias muda todos os aspectos dos modelos de negócios. As três áreas de maior impacto da transformação digital são: experiência dos clientes; processos operacionais; modelos de negócios (Balakrishnan e Das, 2020).

Segundo Vial (2019), a transformação digital tem como cerne as tecnologias digitais, as quais ocasionam rupturas. As entidades podem responder estrategicamente ou se anteciparem as rupturas, por meio da adoção de tecnologias. Determinadas adoções fazem sentindo quando alteram o caminho de geração de valor da empresa. As mudanças estruturais podem suportar esta alteração, estando expostas as barreiras e gerando diferentes tipos de impactos.

A transformação que as empresas precisam fazer para sobreviver às novas realidades de mercado e obter sucesso, acontece pela integração de tecnologias digitais nas organizações (Tekic e Koroteev, 2019). As estratégias de negócio, capacidades das empresas, produtos e serviços, processos de negócios sofreram grandes mudanças com a introdução e desenvolvimento de tecnologias digitais. Empresas de diferentes setores e indústrias foram impactadas por essa transformação (Bharadawaj et al., 2013).

As tecnologias digitais mudam a forma de fazer negócios, pois habilitam três capacidades: dados onipresentes (ubíquos), conectividade ilimitada e massivo poder de processamento (Ross *et al.*, 2019). A forma como vivemos e fazemos negócios está mudando drasticamente em função dessas três capacidades. Os dados onipresentes permitem que as empresas e clientes deixem de adivinhar respostas ou tenham dúvidas não resolvidas. A coleta de dados permite a conversão de informação em conhecimento.

A conectividade ilimitada representa a conexão com os mais diversos dispositivos e sistemas, habilitando acesso imediato a serviços e produtos, representando respostas instantâneas às necessidades dos clientes e empresas. O poder massivo de processamento

possibilita a integralidade das outras capacidades e é acompanhada por democratização. Diferentes indivíduos e empresas podem se beneficiar dessa capacidade de forma mais simples e barata (Ross *et al.*, 2019). Os benefícios da transformação digital estendem-se à criação e ao aperfeiçoamento de produtos e serviços, de forma mais eficiente e relevante as necessidades dos clientes (Correani *et al.*, 2020). As tecnologias digitais não necessariamente substituem processos, tecnologias mais antigas e outros elementos. Esses componentes atuais podem ser complementados e alterados pelas tecnologias digitais, permitindo novas combinações e melhorias de suas funções (Tekic e Koroteev, 2019).

A transformação digital não se restringe a empresas privadas, mas também contribui para que os governos melhorem os serviços públicos, reduzam os custos e aumentem a satisfação dos cidadãos com os serviços (Gong *et al.*, 2020). Tekic e Koroteev (2019) comentam como o tema é novo, e permeado ainda por pouca solidez conceitual, dificultando o entendimento e clareza a respeito do que é a transformação digital.

2.8 A definição de transformação digital

Diferentes autores buscaram definir a transformação digital, não existindo uma definição amplamente aceita na literatura. O uso intercalado dos termos como digitalização e “digitização” também contribuem para a presente falta de consenso em relação a definição (Balakrishnan e Das, 2020).

Para o desenvolvimento deste estudo, entende-se a transformação digital como “um processo que visa melhorar uma entidade por meio do acionamento de mudanças significativas das suas propriedades, por meio da combinação de informação, comunicação, computação, e tecnologias de conexão.”(Vial, 2019 :121).

O trabalho de Vial (2019) identifica 28 fontes que definiram a transformação digital de 23 formas diferentes. As diferenças de definições ocorrem em função da natureza distinta de cada organização observada nas publicações, da natureza da transformação digital e do tipo de tecnologia. Apesar das diferenças de definições, é possível identificar a essência que as constituem. Analisando e combinando as características dessas definições, Vial (2019) elabora uma definição universal e evolutiva.

As tecnologias digitais normalmente são descritas pelo acrônimo SMACIT, que representa: *Social, Mobile, Analytics, Cloud* e *IOT*. Nas fontes acadêmicas, as plataformas são uma categoria de tecnologias digitais que recebem destaque. A internet, *software* e *blockchain* são crescentemente mencionados como tecnologia digitais, mas sem tanto destaque. A combinação de tecnologias é altamente relevante para a Transformação Digital (Vial, 2019; Balakrishnan e Das, 2020).

Do ponto de vista das empresas, a transformação digital é a mudança pretendida por uma organização, que tem o intento de fornecer novas ou mais elaboradas ofertas de produtos aos seus clientes, nas quais a oferta tem como habilitador chave a tecnologia. As iniciativas de transformação digital correspondem a novos modelos de negócio, experiência de clientes e modelos operacionais (Nandico, 2016).

2.9 A “digitização”, digitalização e a transformação digital

Existe uma confusão em relação à digitalização; os termos “digitização”, digitalização e transformação digital normalmente são utilizados sem o entendimento de suas diferenças (Zimmermann *et al.*, 2021).

No conceito de digitalização, cujo termo foi cunhado por Tapscott (1996), as tecnologias correspondentes ao digital são: Computação em *Cloud*; *Big Data*; *Social*; *IoT* (*Internet of things*). Crescentemente, outras tecnologias integram o universo de tecnologias digitais, como por exemplo o *Deep Learning*. De acordo com Hamilton *et al* (2016) existem quatro estágios de digitalização. Sendo a substituição de mídia analógica para digital a primeira e conhecida como “digitização”.

O segundo estágio é a ampliação, ainda no contexto de “digitização”. Os processos e informações são digitalizadas. O terceiro estágio é a modificação, onde as tecnologias digitais são utilizadas, habilitando propostas de valor digitais aos clientes e otimizando as funções de negócios. O quarto estágio é a redefinição. Formas completamente diferentes e novas de interagir e estruturar o negócio são habilitadas. Os ecossistemas e plataformas passam a existir e transformar a sociedade e os negócios, correspondendo a transformação digital.

Uma abordagem mais simplificada em relação a essas diferenças é proposta por Vial (2019), que destaca a diferença entre a transformação digital e a transformação habilitada por TI. Essas são esclarecidas em função de suas propriedades (ímpeto, entidade alvo, escopo, meios, resultados esperados e fonte das incertezas) e conclui-se que a transformação digital é uma evolução da transformação habilitada por TI. Sendo mais adequada de acordo com a complexidade dos ambientes de mercado que as empresas operam e os impactos das tecnologias digitais nos indivíduos, organizações e sociedade.

2.10 Evolução e desenvolvimento da transformação digital

Segundo Nandico (2016), a tecnologia não é mais somente suporte ao negócio, mas atualmente a tecnologia muitas vezes é o negócio. A crescente importância da tecnologia promoveu uma mudança nas organizações, sendo que a tecnologia passou a fazer parte do “core” dos negócios, nos quais a TI não mais suporta, mas habilita a melhoria ou novas ofertas digitais. Este fenômeno é a revolução da transformação digital ou a transformação dos negócios digitais.

Os benefícios da transformação digital estendem-se à criação e aperfeiçoamento de produtos e serviços mais eficientes e relevantes às necessidades dos clientes (Correani *et al.*, 2020).

As tecnologias digitais proporcionam as empresas, a oportunidade de desenvolver novos produtos, serviços e funcionalidades, resultando em melhores experiências aos clientes e novas ofertas digitais, o que naturalmente pode representar maiores receitas e satisfação dos consumidores. A adoção de tecnologias digitais por si só não geram ruptura, pois na realidade elas muitas vezes melhoram os produtos e serviços. Outro aspecto dessa adoção é o aumento da expectativa dos consumidores (Ross *et al.*, 2019)

A adoção de transformação digital pelas empresas é permeada de desafios. Estima-se que 66% a 84% dos projetos de transformação digital falham. Um dos grandes desafios é o alinhamento entre a formulação da estratégia e a sua efetiva implementação (Bygstad & Øvrelid, 2020). A efetiva execução da estratégia sobrevive a uma formulação equivocada, pois há condições de adaptação e ajuste. Entretanto, uma boa formulação da estratégia com uma execução pobre é insuficiente para se alcançar os benefícios da transformação digital (Correani *et al.*, 2020). A transformação é morosa, pois existem hábitos e atitudes que são enraizadas nas empresas. (Ross *et al.*, 2019).

A Transformação Digital representa um novo desafio para os arquitetos corporativos. Além do alinhamento entre negócios e TI, é necessário que as iniciativas da organização habilitem novos negócios. Portanto, a capacidade de arquitetura corporativa passa a ter participação ativa na modelagem dos negócios. Esses são responsáveis por lapidar a organização no aproveitamento das oportunidades apresentadas pela Transformação Digital (Nandico, 2016).

As tecnologias digitais por si só não trazem valor a empresa, porém, é mediante seu uso em contextos específicos que as empresas podem descobrir novas formas de gerar valor. Segundo Vial (2019), é necessário que as empresas pensem de forma mais digital. O estabelecimento de papéis que reforcem a importância da transformação digital é essencial,

pois contribuem para que as tecnologias sejam implementadas de forma efetiva e de acordo com a estratégia da empresa.

As empresas precisam operar de forma cada vez mais rápida e ágil. Porém muitas delas não conseguem isso devido suas arquiteturas corporativas ou a forma como as estruturas de tecnologia foram concebidas para apoiar a estratégia de negócios (Weil *et al.*, 2004). Para competir com as melhores empresas nativas digitais e colher os benefícios da transformação digital, as empresas precisam adotar diferentes abordagens para a arquitetura corporativa (Bossert & Feldmann, 2021).

3 Metodologia

O método de pesquisa utilizado é a revisão sistemática da literatura. A análise bibliométrica foi empregada para auxiliar na identificação das publicações mais relevantes em relação ao tema. Esse método apoia o mapeamento do campo de pesquisa de forma sistemática, mitigando o problema de viés do pesquisador (Zupic e Čater, 2015). A análise bibliométrica e de conteúdo foram realizadas utilizando *softwares* de apoio (VosViewer, Microsoft Excel, Nvivo). O objetivo de utilizar as duas análises é indicar os artigos e autores mais relevantes, as diferentes escolas de pensamento, tendências e lacunas da literatura (Facin *et al.*, 2016).

3.1 Processo de Seleção

As bases de dados consultadas para a realização da revisão sistemática da literatura atendem aos critérios de volume, variedade e a qualidade dos artigos que as compõem. A Scopus como uma das maiores fontes de literatura revisada por pares (Aghaei *et al.*, 2013) e o *ISI Web of Science* (Morioka & Carvalho, 2016), que contém as publicações dos principais periódicos com fator de impacto registrado (Carvalho *et al.*, 2013), incluindo outras bases de dados. Vale ressaltar que ambas dispõem de todos os dados necessários para a realização das análises (Facin *et al.*, 2016). Apesar do Google scholar ser uma das fontes mais abrangente de literatura, o baixo controle de qualidade e os problemas de duplicação (Harzing e Alakangas, 2016) desmotivaram o uso da fonte. A busca foi realizada no dia 16 de maio de 2021, utilizando os parâmetros de busca (“*Digital Transformation**”) AND (“*Organizational Architecture*” OR “*Enterprise Architecture*” OR “*Business Architecture*”).

A extração inicial apresentou 243 publicações. Após a delimitação de publicações para contemplar somente os artigos e capítulos de livros, a amostra foi reduzida a 49 documentos.

Identificados por meio do Microsoft Excel, 13 documentos duplicados na base de pesquisa, que foram removidos. Resultando em 36 artigos que foram submetidos à análise do pesquisador em relação a aderência ao tema. O título, resumo e palavras-chave de cada artigo foram analisados. Somente um dos documentos não era aderente. A amostra final corresponde a 35 artigos. O processo de amostragem é expresso na Figura 2.

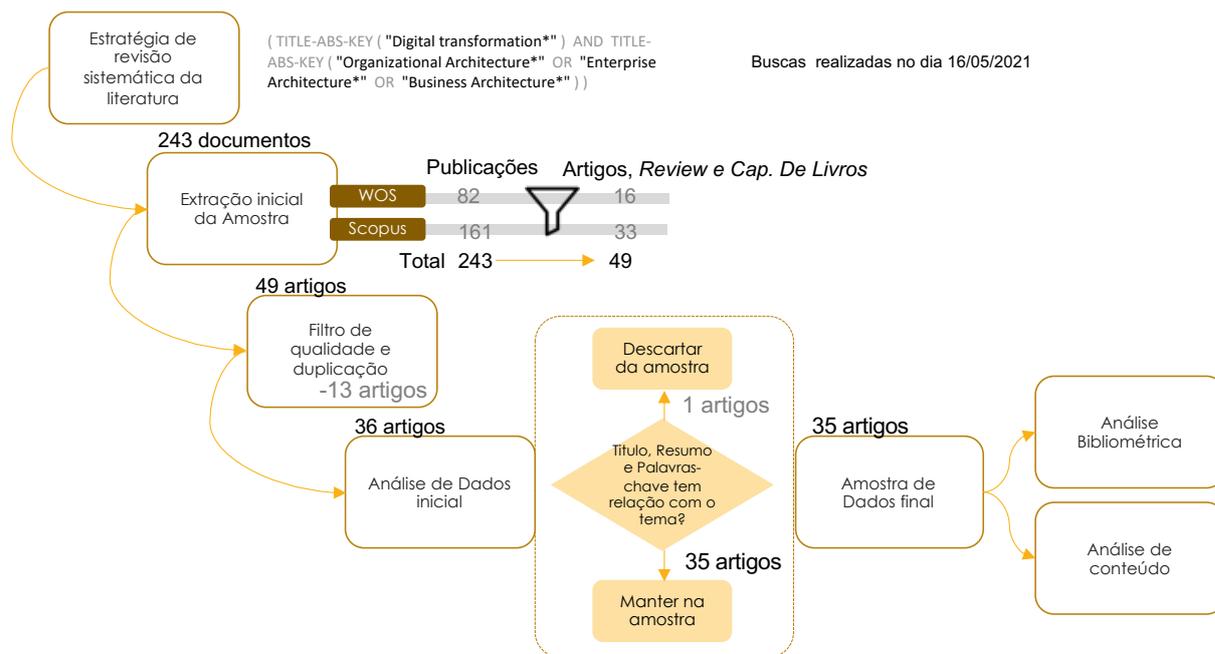


Figura 2: Processo de amostragem

Fonte: Adaptação da estrutura proposta por Homrich et al (2018).

3.2 Análise de dados

O desenvolvimento do tema foi mapeado por meio da análise bibliométrica e diferentes técnicas de bibliometria foram aplicadas. Como análise de citações, análise de cocitações, levantamento dos autores e artigos mais citados, os *journals* mais relevantes, volume de publicações no decorrer do tempo (Zupic e Čater, 2015).

A análise e técnicas utilizadas detectam os principais conceitos, as questões inexploradas e os distintos focos de investigação durante o período. Por exemplo, os *clusters* de cocitação dos autores podem indicar a convergência da abordagem conceitual, quem são os colegas da mesma escola de pensamento (Geissdoerfer *et al.*, 2017). A análise bibliométrica foi realizada utilizando o software *Vosviewer* e o Microsoft Excel. Os dados dos documentos foram consolidados por um processo manual realizado pelos autores no Excel. A análise e emprego das técnicas seguiu a estrutura proposta por Zupic e Čater (2015): estrutura de pesquisa; compilação dos dados bibliométricos; realização das análises; apresentação; interpretação dos resultados.

A análise de conteúdo apoia o reconhecimento das principais definições, propostas de investigação e hipóteses, variáveis utilizadas e modelos conceituais da literatura vigente (Lopes & de Carvalho, 2018). A realização dessa análise é viabilizada pela codificação das observações propostas pela literatura em relação ao fenômeno ou de forma mais indutiva. Por exemplo, o apontamento de contextos comuns de pesquisa, seja a unidade de análise, o ramo das empresas estudadas, o País de atuação, entre outros. Estas características podem ser identificadas de forma indutiva durante a leitura dos documentos e compor a codificação. Para elaborar a codificação da análise de conteúdo, a amostra foi dissecada utilizando o software Nvivo (versão 1.3.2).

Através da ferramenta de *treemap* de palavras do Nvivo, os termos mais frequentes associados ao tema foram tabulados e ajudaram a definir os códigos (Galvão *et al.*, 2020). A codificação da análise de conteúdo é apresentada na Tabela 1. Esta é composta de codificação básica e específica. A básica procura identificar as características das pesquisas da amostra, como tipo de estudo, abordagem de pesquisa, forma de evidência. Os códigos específicos foram dispostos de acordo com a bibliografia indicada.

Codificação Básica	Descrição
Tipo de estudo	A modelagem
	B teórico-conceitual
	C revisão de literatura
	D simulação
	E survey
	F estudo de caso
	G pesquisa-ação
	H experimental
	H (DSR) design Science
Período de análise	LO longitudinal
	RET retrospectiva
	CONT contemporânea
Abordagem	QT quantitativa
	QL qualitativa
	DE descriptive
	PRE predictive
Abrangência geográfica	RET regional
	NA nacional
	IN internacional
Unidade de Análise	PE pessoas
	GR/PR grupos
	OU unidade organizacional
	COM empresas
	Gov governos
Fonte de evidências	1 questionário
	2 entrevista
	3 análise documental
	4 dados públicos
	5 informações de mídia
	6 bibliografia

Codificação específica	Descrição
Framework de Arquitetura	AG TOGAF
	CT Zachman
	EG Gartner
	FD FEAF
	HC DoDAF
	MI AIDAF
	OGI Novo Framework
Tecnologias digitais	SC Social
	MO Mobile
	NA Analytics
	CL Cloud
	IOT IOT
	SMA SMACIT
OUT Outras	

Masuda & Viswanathan (2019)

Vial (2019)

Tabela 1 – Codificação da análise de conteúdo.

Fonte: Autor (2021).

4 Resultados

4.1 Indicadores bibliométricos

O estudo é composto por 35 publicações. A distribuição em relação ao volume de publicações por ano é apresentada no gráfico de Pareto representado na Figura 3. O ano de 2015 possui as duas primeiras publicações que relacionam diretamente a arquitetura corporativa e transformação digital.

O trabalho de Bauer *et al.* (2015) trata as mudanças decorrentes dos mercados mais voláteis e das redes interempresariais e globais. Diante ambientes de mercado mais dinâmicos, as tecnologias digitais por meio da transformação digital alteram os negócios e a sociedade. O potencial econômico e de negócios é visto como muito promissor. O artigo destaca que o sucesso das empresas em relação à transformação digital transborda o foco da arquitetura corporativa em relação aos aspectos técnicos. O foco deve ser nos colaboradores, na liderança, na qualificação, entre outros elementos da dimensão de pessoas das empresas.

A segunda publicação inicial do tema é de Sobczak (2015), cujo texto apresenta a arquitetura corporativa como meio de coordenar efetivamente a transformação digital em redes organizacionais.

A relação da disciplina de arquitetura corporativa com a transformação digital é embrionária e tem apresentado tendência a maior evolução. O número mais significativo de publicações ocorreu no ano corrente da pesquisa, 2021, e representa 37% do total de documentos. O estudo aponta que todas as publicações do tema foram realizadas no período de 6 anos anteriores a presente pesquisa. Outro ponto de destaque é a quantidade baixa de documentos do tipo artigo acadêmico, somente 20% do total. A maioria das publicações encontradas nas bases de pesquisa é referente a artigos de congresso e não compõem a amostra.

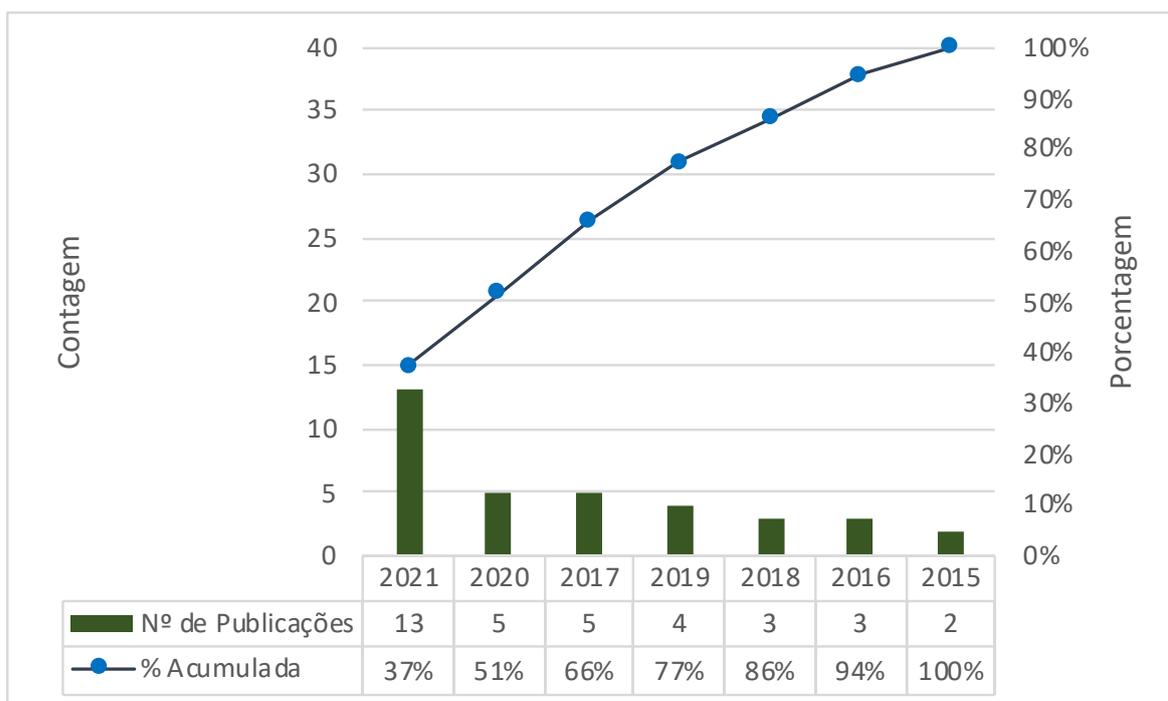


Figura 3: Distribuição da amostra por ano (Gráfico de Pareto).

Fonte: Autor (2021).

A análise de publicações por *journal* e ano, revela grande diversidade de fontes. São 35 artigos distribuídos em 23 periódicos. A fonte com mais publicações é a revista *Intelligent Systems Reference Library*. De acordo com a plataforma Sucupira da Capes, a classificação Qualis da fonte é C. Na *Scimago Journal & Country Rank* o indicador SJR foi de 0.125, ocupando o quarto quartil (Q4).

A Tabela 2 apresenta a relação das publicações por *journal* e ano, e respectivos indicadores de impacto e/ou qualidade das fontes. As 12 fontes destacadas, demonstram que há variedade em relação aos fatores de impacto também. Periódicos de alto impacto como *IEEE Software*, *Government Information Quarterly* e *Journal of Industrial Information Integration* são exemplos de fontes com alto fator de impacto presentes na amostra.

Journals	JCR (2019)	Qualis	Ano de publicação							Total	
			2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
Intelligent Systems Reference Library		C		2						7	9
International Journal of Enterprise Information Systems		B1			1	1				1	3
Procedia Manufacturing		C	1		1						2
Enterprise Information Systems	2,145	A2					1			1	2
Manufacturing Engineering	0,022				1						1
Journal of Industrial Information Integration	10,615				1						1
IT Professional	3,700	A2						1			1
IEEE Software	2,589	A1					1				1
Lecture Notes in Business Information Processing		C			1						1
Information (Switzerland)		B2								1	1
Government Information Quarterly	5,098	A1						1			1
California Management Review	3,909								1		1
Outros 11 journals			1	1	0	2	2	2	2	3	11
Total por ano			2	3	5	3	4	5	13		35

Tabela 2: Número de publicações por *journal* e Ano.

Fonte: Autor (2021).

O número de citações dos artigos indica o nível de influência que detém em relação ao campo de pesquisa que pertencem. Os artigos com mais citações são considerados os mais influentes. Portanto, os conceitos e discussões apresentados por esses são tidos como

altamente relevantes (Facin *et al.*, 2016). A Tabela 3 apresenta os cinco artigos mais citados da amostra. O artigo de Bauer (2015), além de ser um dos primeiros a abordar o tema, é o artigo com mais citações. Seguido por Bondar *et al.* (2017), Masuda *et al.* (2018), Masuda *et al.* (2017) e Correani *et al.* (2020).

Publicações	Autores	Journal	Ano	Nº de Citações
Transforming to a Hyper-connected Society and Economy – Towards an “Industry 4.0”	Bauer W., Hämmerle M., Schlund S., Vocke C.	Procedia Manufacturing	2015	88
Agile digital transformation of System-of-Systems architecture models using Zachman framework	Bondar S., Hsu J.C., Pfouga A., Stjepandić J.	Journal of Industrial Information Integration	2017	32
Architecture Board Practices in Adaptive Enterprise Architecture with Digital Platform: A Case of Global Healthcare Enterprise	Masuda Y., Shirasak S., Yamamoto S., Hardjono T.	International Journal of Enterprise Information Systems	2018	21
An adaptive enterprise architecture framework and implementation: Towards global enterprises in the era of cloud/mobile IT/digital IT	Masuda Y., Shirasaka S., Yamamoto S., Hardjono T.	International Journal of Enterprise Information Systems	2017	13
Implementing a Digital Strategy: Learning from the Experience of Three Digital Transformation Projects	Correani A., De Massis A., Frattini F., Petruzzelli A.M., Natalicchio A.	California Management Review	2020	12

Tabela 3: Os cinco artigos mais citados.

Fonte: Autor (2021).

A estrutura de autores que representam a literatura sobre o tema, pode ser mapeada por meio da análise de cocitação de autores. A Figura 4 apresenta a análise realizada no Vosviewer, atribuindo o valor 10 como o número mínimo de documentos. A análise apresenta 3 *clusters* consolidados.

A distribuição de autores no centro da figura é protagonizada por Alfred Zimmermann, Rainer Schmidt, Dierk Jugel, Kurt Sandkuhl. Os autores possuem artigos publicados em coautoria e são filiados a universidades alemãs, os assuntos de interesse compreendem a arquitetura da transformação digital, arquitetura corporativa, tecnologias digitais e suporte a tomada decisão (Zimmermann *et al.*, 2021; Zimmermann *et al.*, 2016;). O estudo sistemático de Perez-Castillo *et al.* (2019) sobre Arquitetura Corporativa revelou que 34% das publicações relacionadas ao tema são da Alemanha.

O segundo *cluster* é centralizado por Shuichiro Yamamoto, Yoshimasa Masuda e Seiko Shirasaka. Os três são filiados a universidades japonesas e similarmente possuem artigos em conjunto. Os autores tem como foco de pesquisa a arquitetura corporativa e são os criadores do *Adaptive Enterprise Architecture Framework* (AIDAF), modelo de arquitetura que pretende suprir as carências dos outros modelos em relação a transformação digital e os desafios impostos as organizações (Masuda *et al.*, 2017; Masuda, 2021a; Masuda *et al.*, 2018). A medida que os focos e assuntos de interesses são similares entre os grupos, é observada a interação dos *cluster* entre si. Os autores possuem algumas publicações conjuntas a respeito de arquitetura corporativa digital, diversificando em relação aos contextos, mas normalmente desenvolvendo a aplicação do AIDAF.

O terceiro *cluster* é formado por John Zachman e Josip Stjepandi, e certamente é o menos consolidado. Zachman (1987) é considerado um dos criadores da disciplina de arquitetura corporativa (Greefhorst e Proper, 2011).

Entre os autores amplamente citados, Jeanne Ross e Peter Weil figuram na intersecção dos dois grandes clusters. O trabalho dos autores em relação à arquitetura corporativa e posteriormente transformação digital é significativo e certamente representa fundações teóricas para os dois *clusters*.

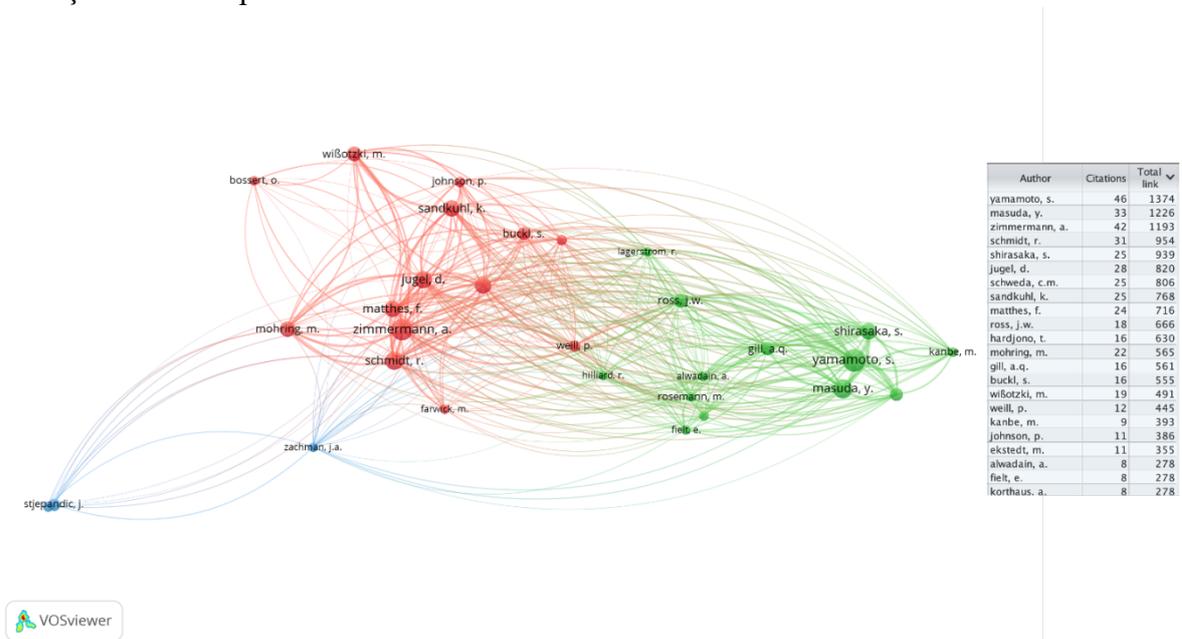


Figura 4: Co-citação de autores.
Fonte: Autor (2021).

A identificação de referências comuns na produção dos trabalhos permite mapear publicações relevantes na elaboração dos estudos e do tema. A Figura 5 apresenta a análise de cocitação de referências feita através do *VOSviewer*.

O artigo de Familiar, B. (2015), sobre tecnologias digitais é a referência que mais se repete nos artigos presentes na amostra. Em seguida, o estudo de Alwadain et al. (2014) sobre arquitetura orientada a serviços (SOA) e *frameworks* de arquitetura corporativa, empata com outras duas publicações. O estudo de Chen et al. (2008) a respeito das definições e esclarecimentos conceituais básicos da arquitetura corporativa, e o trabalho de Qumer e Henderson-Sellers (2008) sobre metodologias ágeis. Outro trabalho importante identificado pela análise é a revisão sistemática de literatura realizada por Vial (2019), cujo artigo reúne de forma extensiva o conhecimento produzido a respeito de transformação digital.

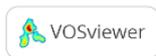
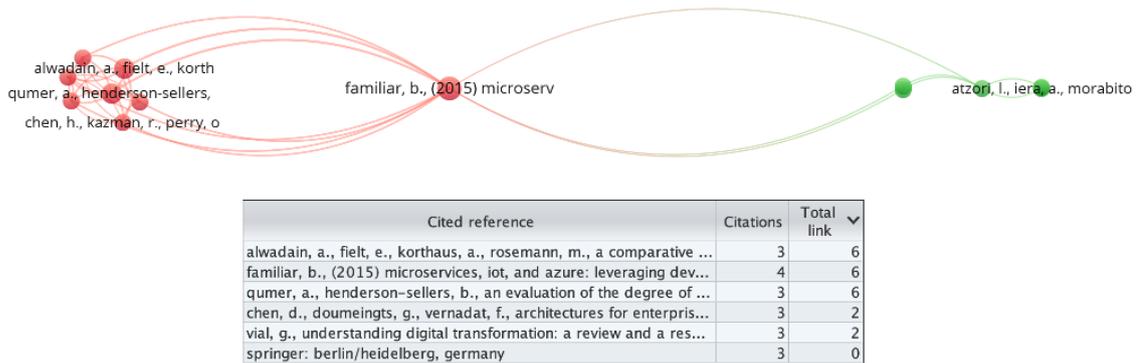


Figura 5: Cocitação de referências.

Fonte: Autor (2021).

A análise de coocorrência de palavras-chave foi realizada utilizando a indexação dos autores e das bases de dados. A Figura 6 apresenta os resultados da análise feita no *VOSviewer*. O parâmetro para análise foi a ocorrência de no mínimo 3 vezes da palavra-chave. Foram identificados 3 *clusters*. O primeiro *cluster* no canto inferior da figura representa o tema central de pesquisa, a integração entre Arquitetura Corporativa e Transformação Digital.

O segundo *cluster* ao lado direito superior da figura, representa assuntos adjacentes ao tema, porém mais pautados no aspecto da Transformação Digital e tecnologias digitais. Já o terceiro *cluster* à esquerda da figura, é composto por um dos principais *frameworks* de arquitetura (TOGAF), a principal linguagem de modelagem de arquitetura (*ArchiMate*), indicando características mais relacionadas a Arquitetura Corporativa. A análise indica palavras-chave relacionadas ao método de estudo de caso, a diferentes tecnologias digitais e propostas de *frameworks* de arquitetura. Portanto, o mapa permite ratificar a codificação que foi utilizada para análise de conteúdo.

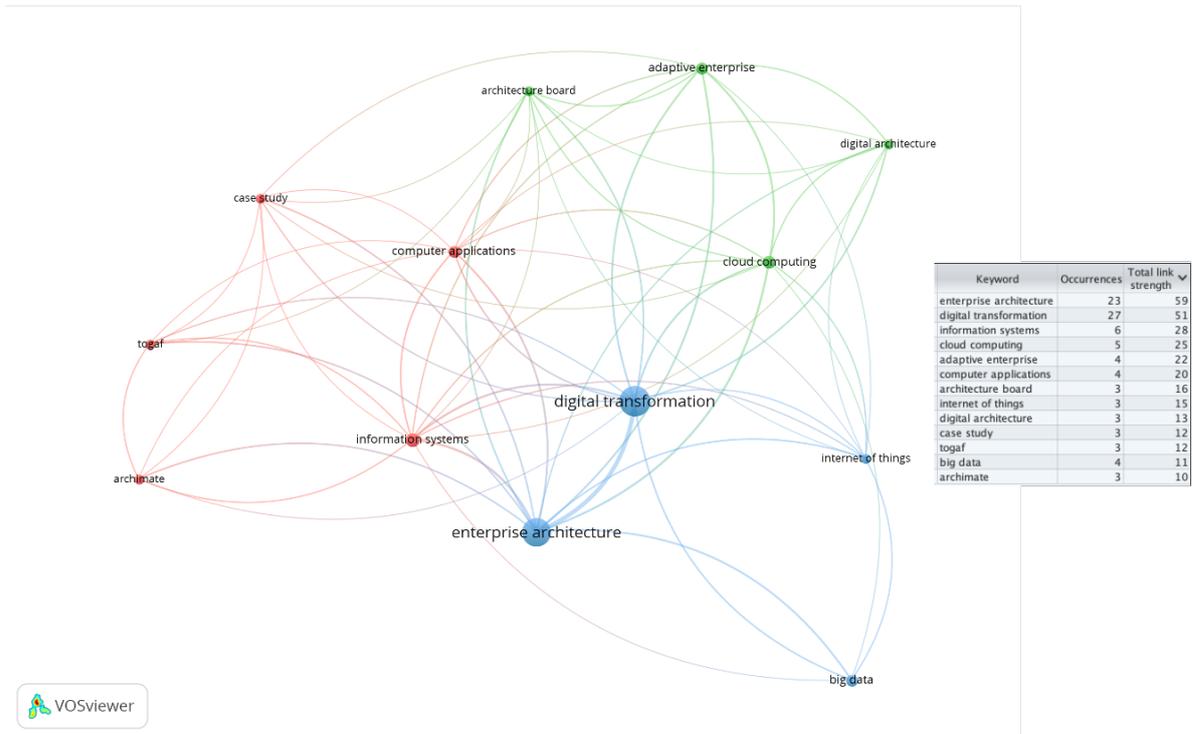


Figura 6: Cooocorrência de palavras-chave.

Fonte: Autor (2021).

A codificação geral da amostra expôs que a abordagem metodológica mais aplicada na amostra foi a do tipo teórico conceitual (61%), seguida de estudo de caso (35%) que em sua maioria realizavam um estudo de caso unitário, com exceção do documento de (Correani et al., 2020). Pesquisas de revisão sistemática da literatura também compreendem 13% da amostra. Outro fato importante é que as fontes de evidência em grande maioria são análise documental (46%) e bibliografia (41%). A baixa variedade de tipos de estudo, período de análise, abordagem e fonte de evidências são constatadas.

A análise de conteúdo seguiu a metodologia previamente descrita, a partir da codificação dos diferentes *frameworks* (Masuda & Viswanathan, 2019) utilizados como base para produção das publicações e quais tecnologias digitais (Vial, 2019) são abordadas. Dessa forma, a Tabela 4 expõe a codificação proposta e a porcentagem da quantidade de artigos que compuseram cada código. As demais informações podem ser consultadas na Tabela 4.

Codificação Básica	Descrição	n	%	
Tipo de estudo	A	modelagem	0	0%
	B	teórico-conceitual	19	61%
	C	revisão de literatura	4	13%
	D	simulação	0	0%
	E	survey	0	0%
	F	estudo de caso	11	35%
	G	pesquisa-ação	0	0%
	H	experimental (DSR)design Science	0	0%
Período de análise	LO	longitudinal	1	3%
	RET	retrospectiva	7	21%
	CONT	contemporânea	26	76%
Abordagem	QT	quantitative	0	0%
	QL	qualitative	6	18%
	DE	descriptive	28	82%
	PRE	predictive	0	0%
Abrangência geográfica	RET	regional	0	0%
	NA	nacional	11	32%
	IN	internacional	23	68%
Unidade de Análise	PE	peessoas	4	12%
	GR/PR	grupos	4	12%
	OU	unidade organizacional	3	9%
	COM	empresas	20	59%
	GOV	governos	3	9%
Fonte de evidências	1	questionário	0	0%
	2	entrevista	2	6%
	3	análise documental	16	47%
	4	dados públicos	1	3%
	5	informações de mídia	1	3%
	6	bibliografia	14	41%

Codificação específica	Descrição	n	%	
Framework de Arquitetura	AG	TOGAF	5	33%
	CT	Zachman	2	13%
	EG	Gartner	0	0%
	FD	FEAF	0	0%
	HC	DoDAF	0	0%
	MI	AIDAF	5	33%
Tecnologias digitais	OGI	Novo Framework	3	20%
	SC	Social	0	0%
	MO	Mobile	0	0%
	NA	Analytics	1	4%
	CL	Cloud	1	4%
	IOT	IOT	1	4%
	SMA	SMACIT	7	28%
	OUT	Outras	15	60%

Tabela 4: Codificação geral da amostra.

Fonte: Autor (2021).

5 Conclusões

A análise bibliométrica indicou um volume baixo de publicações acadêmicas: somente 35 publicações no período analisando se enquadram no tema. Esse volume representa 15% da amostra inicial de 243 publicações. Artigos de conferências e *workshops*, representam 80% do total, todos publicados nos últimos 6 anos, o que também é indicativo da novidade do tema.

Na revisão sistemática de literatura realizada por (Perez-Castillo *et al.*, 2019) sobre arquitetura corporativa, a distribuição foi exatamente a mesma. A primeira publicação que aborda explicitamente o tema é de 2015. Somente em 2017, o volume de publicações passou a se estabilizar e crescer.

O ano com mais publicações é o ano corrente de produção desse trabalho. Em 2021, 13 publicações foram feitas até o mês de junho. Portanto, a pesquisa sobre a arquitetura corporativa e transformação digital ainda é recente e embrionária. Observando o volume de artigos, os tipos de publicação, a baixa variedade de estudos, os *journals* de publicação com fatores de impacto baixos ou medianos. Em resposta a Q1, conclui-se que a maturidade do campo de pesquisa é baixa, mesmo apresentando tendência a crescimento.

A análise de cocitação de autores apresentou três *clusters* bem definidos. O primeiro é formado por pesquisadores alemães: Alfred Zimmermann, Rainer Schmidt, Dierk Jugel, Kurt Sandkuhl. O segundo *cluster* é centralizado por autores japoneses: Shuichiro Yamamoto, Yoshimasa Masuda e Seiko Shirasaka. Os autores possuem diversas publicações conjuntas, sendo observado grande revezamento dos autores nas publicações, inclusive de forma cruzada. A intersecção dos *clusters* indica os autores Peter Weil e Jeane

W. Ross como relevantes para análise. Os dois são expoentes da gestão de TI e Arquitetura Corporativa. Em resposta a Q2, apesar de ser um tema embrionário, existem alguns autores que se destacam em relação à relevância e ao volume de publicações.

Os principais assuntos de discussão (Q3) aparecem de forma indireta ou discreta na análise de coocorrência de palavras-chave, e são ratificadas pela análise de conteúdo em relação aos frameworks de arquitetura e tecnologias digitais abordadas. As palavras “*Architecture Board*”, “*Adaptative Enterprise*” e “*Digital Architecture*” estão bem relacionadas ao AIDAF. Este *framework*, apesar de novo, representa 33% dos *frameworks* utilizados na amostra. O outro *cluster* da análise de coocorrência e o resultado da análise de conteúdo destacam a relevância e uso do TOGAF. Nota-se que algumas tecnologias são abordadas de forma mais específica. Entretanto, boa parte da amostra considera tecnologias digitais no contexto de transformação digital de forma mais abrangente.

A literatura destaca que os modelos de arquitetura são pouco flexíveis e não contemplam as tecnologias digitais (Q4). Porém não existe fundamento empírico na amostra que explicita as afirmações ou que aborde de forma mais prática as dificuldades da arquitetura corporativa em face da transformação digital. Os poucos artigos que buscam validar as abordagens o fazem de forma pontual em estudos de caso ainda pouco elaborados. Observa-se que boa parte dos artigos busca solucionar esses problemas implícitos através de novos *frameworks* de arquitetura. Na revisão de literatura, os desafios no âmbito conceitual são amplamente discutidos.

Os estudos de forma geral fornecem validação científica limitada pela novidade do assunto e escrutínio inicial em relação aos trabalhos recentes. Da amostra, somente 46% dos artigos tem mais do que 3 citações e os artigos nunca citados correspondem a 37% reforçando o caráter inicial da pesquisa no tema e as possibilidades de evolução do assunto.

6 Recomendações

As contribuições práticas da pesquisa incidem sobre a sumarização dos principais conceitos e *frameworks* de arquitetura no apoio a transformação digital. O estudo facilita a compreensão em relação aos benefícios e usos da arquitetura corporativa para as empresas. Destacam-se os desafios impostos à arquitetura corporativa pela transformação digital e a complementariedade dos temas no cotidiano das empresas e governos.

As contribuições teóricas correspondem à identificação do estágio inicial/embrionário da pesquisa no tema e as deficiências relacionadas a baixa variedade dos tipos de estudo e abordagens, além da ausência completa de estudos quantitativos para evidenciar as questões levantadas em relação a cada *framework* de arquitetura. As pesquisas futuras devem abordar as deficiências destacadas nos resultados e conclusões, seguindo para estudos mais confirmatórios e com maior rigor de metodologias.

Esta pesquisa apresenta limitações relacionadas provenientes da própria metodologia aplicada, já que se utilizaram apenas duas bases de dados. A análise de conteúdo, por ter sido realizada somente pelos autores, mesmo que por um processo claro de codificação, pode gerar um viés na interpretação dos construtos. No entanto, a abordagem sistemática multimétodo aplicada (semântica, bibliométrica, análise de rede e análise de conteúdo) contribuem para mitigar as limitações.

O número de publicações relacionadas exclusivamente ao tema de arquitetura corporativa e transformação digital ainda é limitado. As duas disciplinas são relativamente novas, tanto para o ambiente de negócios e mercado quanto para a academia.

O presente trabalho, de natureza ainda exploratória, destaca que a realização de estudos comparando todos os temas traz uma nova inspiração e desafios para pesquisas futuras. O estudo aponta a falta de abordagens de pesquisa mais confirmatórias e os

fundamentos teóricos correlacionando todos os temas de pesquisa ainda precisam ser mais alinhados.

Referências Bibliográficas

- Aghaei Chadegani, A., Salehi, H., Yunus, M., Farhadi, H., Fooladi, M., Farhadi, M., & Ale Ebrahim, N. (2013). A comparison between two main academic literature collections: Web of Science and Scopus databases. *Asian social science*, 9(5), 18-26.
- Alwadain, A., Fielt, E., Korthaus, A., & Rosemann, M. (2014). A comparative analysis of the integration of SOA elements in widely-used enterprise architecture frameworks. *International Journal of Intelligent Information Technologies*, 9(2), 54–70.
- Alwadain, A., Fielt, E., Korthaus, A., & Rosemann, M. (2016). Empirical insights into the development of a service-oriented enterprise architecture. *Data & Knowledge Engineering*, 105, 39-52.
- Bauer, W., Hämmerle, M., Schlund, S., & Vocke, C. (2015). Transforming to a hyper-connected society and economy—towards an “Industry 4.0”. *Procedia Manufacturing*, 3, 417-424.
- Bharadwaj, A., El Sawy, O. A., Pavlou, P. A., & Venkatraman, N. V. (2013). Digital business strategy: toward a next generation of insights. *MIS quarterly*, 471-482.
- Balakrishnan, R., & Das, S. (2020). How do firms reorganize to implement digital transformation?. *Strategic Change*, 29(5), 531-541.
- Bondar, S., Hsu, J. C., Pfouga, A., & Stjepandić, J. (2017). Agile digital transformation of System-of-Systems architecture models using Zachman framework. *Journal of Industrial Information Integration*, 7, 33–43.
- Bossert, O., & Feldmann, S. (2021). Perpetual evolution—Rethinking the way digital transformations are managed. *Intelligent Systems Reference Library*, 188, 37–53.
- Buckl, S., Matthes, F., Schulz, C., & Schweda, C. M. Exemplifying a Framework for Interrelating Enterprise Architecture Concerns. In (Sicilia, M.-A.; Kop, C.; Sartori, F., Ed.): *Ontology, Conceptualization and Epistemology for Information Systems, Software Engineering and Service Science: 4th International Workshop, ONTOSE 2010*, held at CAiSE 2010 Hammamet, Tunisia, June 2010, Revised Selected Papers. *Lecture Notes in Business Information Systems*, 33-46.
- Bygstad, B., & Øvrelid, E. (2020). Architectural alignment of process innovation and digital infrastructure in a high-tech hospital. *European Journal of Information Systems*, 29(3), 220-237.
- Carvalho, M. M., Fleury, A., Lopes, A. P. (2013). An overview of the literature on technology roadmapping (TRM): Contributions and trends. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(7), 1418–1437. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.11.008>.
- Chen, D., Doumeingts, G., & Vernadat, F. (2008). Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future. *Computers in Industry*, 59(7), 647–659. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2007.12.016>.
- Correani, A., de Massis, A., Frattini, F., Petruzzelli, A. M., & Natalicchio, A. (2020). Implementing a Digital Strategy: Learning from the Experience of Three Digital Transformation Projects. *California Management Review*, 62(4), 37–56.
- Facin, A. L. F., de Vasconcelos Gomes, L. A., de Mesquita Spinola, M., & Salerno, M. S. (2016). The evolution of the platform concept: A systematic review. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 63(4), 475-488.
- Familiar, B. (2015). Microservices, IoT, and azure: Leveraging DevOps and microservice architecture to deliver SaaS solutions. *Apress Media*, LLC

- Galvão, G. D. A., Homrich, A. S., Geissdoerfer, M., Evans, S., Ferrer, P. S. scoleze, & Carvalho, M. M. (2020). Towards a value stream perspective of circular business models. *Resources, Conservation and Recycling*, 162(June), 105060.
- Garnier, J. L., Bérubé, J., & Hilliard, R. (2014). Architecture guidance study report 140430. *ISO/IEC JTC*, 1.
- Gartner. (2018). Definition of Enterprise Architecture (EA) - *Gartner Information Technology Glossary*.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768.
- Gill, A. Q., Smith, S., Beydoun, G., & Sugumaran, V. (2014). Agile Enterprise Architecture: A Case of a Cloud Technology-enabled Government Enterprise Transformation. *In Proceedings of the 19th Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS 2014)*.
- Gong, Y., Yang, J., & Shi, X. (2020). Towards a comprehensive understanding of digital transformation in government: Analysis of flexibility and enterprise architecture. *Government Information Quarterly*, 37(3), 101487.
- Gong, Y., & Janssen, M. (2012). From policy implementation to business process management: Principles for creating flexibility and agility. *Government Information Quarterly*, 29(Supplement 1), 61–71.
- Götze, J., & Romanov, A. (2021). Enabling rapid digital transformation. *Intelligent Systems Reference Library*, 188, 55–79.
- Greefhorst, D., & Proper, E. (2011). Architecture principles: the cornerstones of enterprise architecture. *Springer Science & Business Media*.
- Hafsi, M., & Assar, S. (2016). What enterprise architecture can bring for digital transformation: An exploratory study. *Proceedings - CBI 2016: 18th IEEE Conference on Business Informatics*, 2, 83–89.
- Hamilton, E. R., Rosenberg, J.M., Akcaoglu, M.: Examining the substitution augmentation modification redefinition (SAMR) model for technology integration. *Tech Trends*, vol. 60, pp. 433–441. Springer (2016).
- Homrich, A. S., Galvao, G., Abadia, L. G., & Carvalho, M. M. (2018). The circular economy umbrella: Trends and gaps on integrating pathways. *Journal of Cleaner Production*, 175, 525-543.
- Harzing, A. W., Alakangas, S. (2016). Google Scholar, Scopus and the Web of Science: a longitudinal and cross-disciplinary comparison. *Scientometrics*, 106(2), 787-804.
- ISO15704, A. M. D. (2000). Industrial automation systems–Requirements for enterprise-reference architectures and methodologies. Geneva: ISO.
- Jayakrishnan, M., Mohamad, A. K., & Abdullah, A. (2019). Journey of an enterprise architecture development approach in malaysian transportation industry. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(4), 765–774.
- Lapalme, J., Gerber, A., Van der Merwe, A., Zachman, J., De Vries, M., & Hinkelmann, K. (2016). Exploring the future of enterprise architecture: A Zachman perspective. *Computers in Industry*, 79, 103-113.
- Laurindo, F. B. (2008). *Tecnologia da Informação: Planejamento e Gestão de Estratégias*. Editora Atlas. São Paulo. Edição 1.
- Lopes, A. P. V. B. V., & de Carvalho, M. M. (2018). Evolution of the open innovation paradigm: Towards a contingent conceptual model. *Technological Forecasting and Social Change*, 132(March), 284–298.

- Masuda, Y. (2021a). Adaptive integrated digital architecture framework: Risk management case. In *Intelligent Systems Reference Library* (Vol. 188).
- Masuda, Y. (2021b). Digital enterprise architecture for global organizations. *Intelligent Systems Reference Library*, 188, 265–286. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49640-1_14
- Masuda, Y., Shirasak, S., Yamamoto, S., & Hardjono, T. (2018). Architecture Board Practices in Adaptive Enterprise Architecture with Digital Platform: A Case of Global Healthcare Enterprise. *International Journal of Enterprise Information Systems*, 14(1), 1–20. <https://doi.org/10.4018/ijeis.2018010101>
- Masuda, Y., Shirasaka, S., & Yamamoto, S. (2016). Integrating mobile IT/Cloud into enterprise architecture: A comparative analysis. *Pacific Asia Conference on Information Systems, PACIS 2016 - Proceedings, April 2018*.
- Masuda, Y., & Viswanathan, M. (2019). Enterprise Architecture for Global Companies in a Digital IT Era. In *Enterprise Architecture for Global Companies in a Digital IT Era*.
- Morioka, S. N., & de Carvalho, M. M. (2016). A systematic literature review towards a conceptual framework for integrating sustainability performance into business. *Journal of Cleaner Production*, 136, 134-146.
- Nandico, O. F. (2016). A framework to support digital transformation. *Intelligent Systems Reference Library*, 111, 113–138.
- Op't Land, M., Proper, E., Waage, M., Cloo, J., & Steghuis, C. (2008). Enterprise architecture: creating value by informed governance. *Springer Science & Business Media*.
- Plataniotis, G., De Kinderen, S., & Proper, H. A. (2014). EA anamnesis: An approach for decision making analysis in enterprise architecture. *International Journal of Information System Modeling and Design (IJISMD)*, 5(3), 75-95.
- Pérez-Castillo, R., Caivano, D., Ruiz, F., & Piattini, M. (2021). ArchiRev—Reverse engineering of information systems toward ArchiMate models. An industrial case study. *Journal of Software: Evolution and Process*, 33(2), 1–27.
- Perez-Castillo, R., Ruiz-Gonzalez, F., Genero, M., & Piattini, M. (2019). A systematic mapping study on enterprise architecture mining. *Enterprise Information Systems*, 13(5), 675–718.
- Pulkkinen, M., & Kapraali, L. (2015, July). Collaborative EA information elicitation method: the IEM for business architecture. In *2015 IEEE 17th Conference on Business Informatics* (Vol. 2, pp. 64-71). IEEE.
- Queiroz, M., Tallon, P. P., Coltman, T., Sharma, R., & Reynolds, P. (2020). Aligning the IT portfolio with business strategy: Evidence for complementarity of corporate and business unit alignment. *The Journal of Strategic Information Systems*, 29(3), 101623.
- Qumer, A., & Henderson-Sellers, B. (2008). An evaluation of the degree of agility in six agile methods and its applicability for method engineering. *Information and software technology*, 50(4), 280-295.
- Ross, J. W., Beath, C. M., & Mocker, M. (2019). *Designed for digital: How to architect your business for sustained success*. Mit Press.
- Ross, J. W., Weill, P., & Robertson, D. (2006). Enterprise architecture as strategy: Creating a foundation for business execution. *Harvard business press*.
- Sobczak, A. (2015). The Use of Enterprise Architecture to Coordinate the Digital Transformation of Organization Networks. *Problemy Zarzadzania*, 13(52), 113-124.

- Sun, H., & Linton, J. D. (2014). Structuring papers for success: Making your paper more like a high impact publication than a desk reject. *Technovation*, 34(10), 571-573.
- Tamm, T., Seddon, P. B., Shanks, G., & Reynolds, P. (2011). How Does Enterprise Architecture Add Value to Organizations? *Communications of the Association for Information Systems*, 28, 10.
- Tapscott, D.: *The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*, vol. 1. McGraw-Hill, New York (1996)
- Tekic, Z., & Koroteev, D. (2019). From disruptively digital to proudly analog: A holistic typology of digital transformation strategies. *Business Horizons*, 62(6), 683-693.
- TOGAF. 2011. "TOGAF Version 9.1," G116, *The Open Group*.
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144.
- Veneberg, R. K. M., Iacob, M. E., van Sinderen, M. J., & Bodenstaff, L. (2016). Relating business intelligence and enterprise architecture—a method for combining operational data with architectural metadata. *International journal of cooperative information systems*, 25(02), 1650007.
- Weill, P., & Ross, J. W. (2004). *IT governance: How top performers manage IT decision rights for superior results*. Harvard Business Press.
- Yeow, A., Soh, C., & Hansen, R. (2018). Aligning with new digital strategy: A dynamic capabilities approach. *The Journal of Strategic Information Systems*, 27(1), 43-58.
- Zachman, J. A. (1999). A framework for information systems architecture. *IBM systems journal*, 38(2.3), 454-470.
- Zachman, J. A. (1987). A framework for information systems architecture. *IBM systems journal*, 26(3), 276-292.
- Zimmermann, A., Schmidt, R., Sandkuhl, K., El-Sheikh, E., Jugel, D., Schweda, C., ... & Lantow, B. (2016). Leveraging analytics for digital transformation of enterprise services and architectures. In *Emerging Trends in the Evolution of Service-Oriented and Enterprise Architectures* (pp. 91-112). Springer, Cham.
- Zimmermann, A., Schmidt, R., & Jain, L. C. (2021). Architecting the Digital Transformation: An Introduction. In *Architecting the Digital Transformation* (pp. 3-8). Springer, Cham.
- Zimmermann, A., Schmidt, R., Sandkuhl, K., Jugel, D., Bogner, J., & Möhring, M. (2016, July). Multi-perspective digitization architecture for the Internet of Things. In *International Conference on Business Information Systems* (pp. 289-298). Springer, Cham.
- Zimmermann, A., Schmidt, R., Sandkuhl, K., Jugel, D., Schweda, C., & Bogner, J. (2021). Architecting digital products and services. In *Architecting the Digital Transformation* (pp. 181-197). Springer, Cham.
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472.