

Tendências do estudo de transformação digital em uma análise bibliométrica

14th Brazilian Congress on Design Research: Trends in the study of digital transformation in a bibliometric analysis

MARRA, Felipe; Especialista; Universidade do Estado do Rio de Janeiro

felipe.marra@gmail.com

SANTIAGO JR, Dércio; Doutor; Universidade do Estado do Rio de Janeiro

derciojr@uerj.br

RIBEIRO DE OLIVEIRA, André; Doutor; Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Andre.ribeiro@eng.uerj.br

A discussão de transformação digital, muito presente nos últimos anos, possui cada vez mais relevância em várias áreas de pesquisa, como economia, gestão e tecnologia. Ao mesmo tempo, o uso de técnicas bibliométricas tem sido frequente no auxílio ao entendimento de novas temáticas, auxiliando inclusive na identificação de tendências de pesquisas futuras. Assim, o objetivo deste artigo é identificar, por meio de uma análise bibliométrica de artigos indexados na base de *dados Web of Science*, os aspectos relevantes na produção científica na área de transformação digital e definir as tendências para as principais áreas de pesquisa relacionadas ao tema. Além da confirmação de que os métodos estatísticos utilizados na bibliometria podem gerar evidências relevantes, também foi possível medir a produtividade de autores e editoras, facilitando possíveis revisões da literatura futuras, bem como, definir tendências para as principais áreas de pesquisa apontadas, sendo elas: economia e negócios, ciência da computação, engenharia, ciência & tecnologia e educação.

Palavras-chave: Transformação digital; Bibliometria; Design de negócios.

The discussion of digital transformation, very present in recent years, is increasingly relevant in several areas of research, such as economics, management and technology. At the same time, the use of bibliometric techniques has been frequent in helping to understand new themes, even helping to identify trends in future research. Thus, the objective of this article is to identify, through a bibliometric analysis of articles indexed in the Web of Science database, the relevant aspects in scientific production in digital transformation area and to define trends for the main areas of research related to the topic. In addition to confirming that the statistical methods used in bibliometrics can generate relevant evidence, it was also possible to measure the productivity of authors and publishers, facilitating possible future literature reviews, as well as defining trends for the main research areas pointed:

economics and business, science computing, engineering, science & technology and education.

Keywords: *Digital transformation; Bibliometrics; Business design.*

1 Introdução

O avanço das tecnologias digitais nas últimas décadas promoveu, por meio da criação de novos produtos e serviços, uma mudança profunda na dinâmica da sociedade atual, que vem testemunhando rupturas na forma como as pessoas se relacionam, se locomovem, trabalham, se divertem entre várias outras atividades humanas. Apesar da aparente consciência das transformações pelas quais a sociedade passa, definir transformação digital não é trivial. Vial (2019) encontrou em sua revisão sistemática 28 diferentes definições, em 23 diferentes fontes.

Para Peixoto et al. (2021), essa transformação digital é entendida como o processo de incorporação das tecnologias digitais à vida das pessoas, o que essencialmente, altera a forma como as empresas operam e entregam valor a seus clientes.

Segundo Cardoso (2016), “a explosão do meio digital nos últimos 25 anos tem transformado de modo profundo a paisagem econômica, política, social e cultural. A era da informação chegou para todos” [...] “sendo a tecnologia, o único parâmetro que se mantém atual, de ponta, que é percebida como um avanço constante e inexorável”.

Assim, parece que “graças às tecnologias da informação e telecomunicações, segue-se em direção a uma nova forma de arranjo social, onde essas tecnologias configuram novas realidades” (Weiss, 2019). Essas mudanças são tão relevantes e impactantes, que segundo define Schwab (2018), fundador do Fórum Econômico Mundial, “estamos diante de mudanças tão significativas, que se pode dizer que nunca houve na história um momento tão potencialmente promissor”.

Se nas dimensões social e tecnológica as transformações são profundas, no contexto de negócios elas parecem ser inevitáveis. Ao mesmo tempo que as empresas passaram a atuar em um ambiente de negócios cada vez mais complexo (Vial, 2019), parece que a “única prevenção segura para as organizações é escolher o caminho da evolução constante, considerando todas as tecnologias como maneira de estender e melhorar proposta de valor” (Rogers, 2019), tanto que “em anos recentes, empresas de quase todas as indústrias conduziram várias iniciativas para explorar benefícios por meio da aplicação de tecnologias digitais” (Matt et al., 2015).

Ainda na visão de negócios, Morakanyane (2017) descreve a transformação digital como “Um processo de evolução que utiliza as capacidades digitais e tecnologias para habilitar modelos de negócio, processos operacionais e experiência de usuário para criar valor.”

Ou seja, apesar do senso comum associar rotineiramente a transformação digital a questões puramente tecnológicas, percebe-se claramente na literatura, que o tema, na realidade, tem uma abrangência significativamente maior, ou seja, não se limitando aos avanços tecnológicos, apesar de partirem deles. Matt et al. (2015) quando aborda a necessidade de alinhamento entre a estratégia de transformação digital e de negócio, alerta para o fato de que esse alinhamento não se dá apenas no âmbito da tecnologia da informação, mas sim na perspectiva de toda organização.

Já no campo de estudo do design, seja no desenvolvimento de produtos, serviços ou negócios, a relevância do tema se dá por conta da crescente complexidade que a transformação digital traz. A competição mudou, novas formas de negócios foram viabilizadas, plataformas digitais surgiram em todas as áreas. Para lidar com isso, parece que o profissional do design se torna peça-chave nesse ambiente em constante evolução. Os designers possuem características que os diferenciam e colocam como importantes agentes de mudança neste novo mundo complexo, como pensamento sistêmico, inventividade e excelência da realização (Cardoso,

2016). Sendo o estudo e aplicação da transformação digital tão amplo como parece ser, e busca-se confirmar, colocar o profissional de design no centro, pode ser uma alavanca de valor importante para o desenvolvimento de novas propostas de serviços e negócios.

Da mesma forma que o surgimento do profissional do design, ou desenhista industrial, se deu para melhorar a aparência e usabilidade dos produtos oriundos da revolução industrial (Cardoso, 2016), parece que agora, ele surge novamente para auxiliar no processo de revolução digital, fazendo com que as tecnologias digitais trabalhem a favor das pessoas e não contra elas. Mas, quais os aspectos relevantes na produção científica na área de transformação digital e quais as tendências para as áreas de interesse do tema?

Assim, diante deste contexto, estudar a dinâmica da transformação digital, por meio da produção científica em relação ao tema e buscar tendências de estudos futuros, passa a ser imperativo. Logo, selecionar e coletar dados de artigos científicos no tema de transformação digital e confrontá-los com os parâmetros de produtividade acadêmica, parece ser uma boa forma de entender esse movimento, colocando luz sobre as principais questões referentes ao tema. Assim, o presente estudo se baseou na pesquisa bibliométrica, como forma de responder a questão de pesquisa colocada.

1.1 Pesquisa bibliométrica

A pesquisa bibliométrica ou bibliometria, é a uma técnica quantitativa e estatística de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico, “consistindo na aplicação de técnicas estatísticas e matemáticas para descrever aspectos da literatura e de outros meios de comunicação (análise quantitativa da informação)” (Araújo, 2006). A sua aplicação vai além da medição do que foi produzido, podendo auxiliar no entendimento de novas temáticas e área e na identificação de tendências (Silva et al., 2016).

O estudo da bibliometria, tem como essencial, o conhecimento de três leis principais: Lei de Lotka, Lei de Bradford e Lei de Zipf (Silva et al., 2016).

A Lei de Lotka tem como objetivo definir, nas palavras do próprio autor: “a parte que os homens de diferentes calibres contribuem para o progresso da ciência” (Lotka, 1926). Em seu artigo *The frequency distribution of scientific productivity*, o autor examinou a distribuição de frequências da produtividade de artigos científicos de químicos e físicos no *Chemical Abstracts* entre 1907 e 1916 e encontrou uma relação quantitativa entre a frequência de autores produzindo um número x de trabalhos (Silva et al., 2016). Seu trabalho demonstrou, dentro do seu escopo, a concentração da produção de artigos, onde poucos autores apresentavam uma grande produtividade, enquanto uma grande quantidade de autores produzia uma pequena quantidade de artigos. Em seu estudo, Lotka definiu que a relação era de $1/n^2$ (Lotka, 1926), o que significa dizer que o número de autores fazendo duas contribuições correspondia a $1/4$ (ou $1/2^2$) daqueles que faziam uma contribuição, ou ainda, que o número de autores realizando 3 contribuições era de $1/9$ (ou $1/3^2$) do número de autores que realizaram uma única contribuição e assim sucessivamente (Araújo, 2006). Mais tarde, essa equação foi revista por Chung e Cox (1990) como $a_n = a_1 \times 1/n^c$, onde a_n é o número de autores publicaram n artigos, a_1 é o número de autores que publicaram 1 artigo, n é o número de artigos e c é uma constante, que no caso do estudo de Lotka era igual a 2. Os trabalhos seguintes passaram a calcular a constante e comparar com a constante de Lotka, que ficou definida como um padrão (Chung e Cox, 1990 apud Silva et al., 2006). Para calcular a constante c , dado que $a_n = a_1 \times 1/n^c$, temos a seguinte equação: $c = \log_n a_1/a_n$. Assim, a constante c determina o nível de concentração de publicações por autores, de forma que quanto maior o seu valor, maior a concentração.

Já a Lei de Bradford tem como objetivo descobrir a distribuição de artigos nos meios de produção de conhecimento científico, sendo possível determinar os meios mais relevantes sobre um determinado tema (Araújo, 2006). Bradford estudou a dispersão de artigos por periódicos, considerando que poucos periódicos contêm uma concentração de artigos relevantes de determinada área (Silva et al., 2006).

Por fim, a Lei de Zipf, da mesma forma que as duas anteriores, avalia a distribuição de frequências, mas desta vez de palavras e o significado delas para a área de pesquisa. Seguindo o mesmo raciocínio lógico, uma pequena quantidade de palavras tende a ser utilizada em grande frequência e uma grande quantidade de palavras é utilizada com pouca frequência (Araújo, 2006).

As três leis apresentadas têm como objetivo avaliar a produtividade já realizada em determinada área de pesquisa. Avançando um pouco mais, é possível utilizar técnicas estatísticas em uma base de dados histórica para buscar tendências. Para tanto, várias técnicas podem ser utilizadas e, dadas as condições desta pesquisa, como quantidade de variáveis e objetivo da pesquisa, optou-se por utilizar uma técnica estatística denominada regressão linear simples, que define, considerando duas variáveis e os dados existentes, uma função chamada reta de regressão ($y = ax + b$). Ao definir a reta é possível estimar, por extrapolação, os pontos futuros. A regressão linear possui limitações para realizar previsões mais precisas em sistemas complexos, pois não leva em consideração eventos aleatórios, mas como o que se deseja nesta pesquisa é, tão somente, uma verificação de tendência, a técnica atende ao objetivo do estudo.

1.2 Objetivo da pesquisa

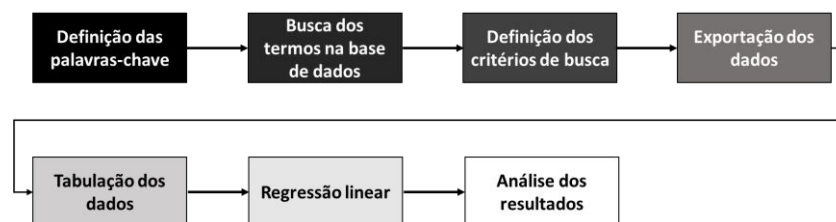
Dado que o entendimento do fenômeno de transformação digital é imperativo, como foi contextualizado e que a observação daquilo que vem sendo produzido parece trazer achados significativos, a presente pesquisa apresenta uma metodologia neste caminho. Assim, duas perguntas se colocam: 1. Quais os aspectos relevantes na produção científica na área de transformação digital? E, 2. Quais as tendências para as áreas de interesse do tema? Esta é a pergunta de pesquisa que se procura responder com este estudo. A partir dela, foi estabelecido o objetivo principal da pesquisa, que busca traçar as tendências para cada uma das principais áreas de interesse evidenciadas na produção científica.

Em síntese pode-se definir que este estudo procura entender os aspectos mais relevantes na produção científica sobre transformação digital por meio de uma análise bibliométrica dos artigos publicados, bem como, buscar as tendências das principais áreas de interesse, procurando lançar luz sobre possibilidades de estudos futuros.

2 Procedimentos metodológicos

Este artigo foi desenvolvido seguindo método de estudo bibliométrico proposto por Silva et al. (2016), a partir da literatura disponível na base de dados científica *Web of Science*. A figura 1 representa o fluxo do estudo bibliométrico, com os passos utilizados na pesquisa.

Figura 1 – Passos da bibliometria.



Fonte: Adaptado de Silva et al. (2016).

De acordo com a definição da questão de pesquisa que se busca responder e dos passos a serem seguidos, foi possível estabelecer um roteiro completo do estudo (Tabela 1).

Tabela 1 – Método de estudo bibliométrico utilizado.

Questão de pesquisa	Quais as tendências para as áreas de interesse do tema?
Definição da base de pesquisa	<i>Web of Science</i> .
Definição dos termos de busca	<i>"Digital transformation"</i> .
Definição dos critérios	Somente artigos publicados nos últimos 5 anos.
Exportação dos dados	Retorno total da pesquisa: 1529 artigos.
Tabulação dos dados	Tabulações realizadas: ano, autores, editoras e áreas de pesquisa.
Regressão linear	Utilização de regressão linear para definição de tendências.
Análise dos resultados	Realização de análise estatística e de tendências.

Elaborado pelos autores.

2.1 Base de pesquisa

A plataforma definida para a pesquisa foi a *Web of Science*. Três características básicas da base de dados levaram à essa escolha: possuir um mecanismo de busca que permite várias formas de aplicação de filtros e análises; apresentar uma base de documentos extensa, retornando um volume significativo de artigos para as buscas realizadas, o que é fundamental para a realização de análises estatísticas e ser uma das plataformas de pesquisa mais utilizadas nas áreas de design, engenharia, tecnologia e inovação.

2.2 Termos de busca

Para a realização da pesquisa, decidiu-se por utilizar a expressão *"digital transformation"* como termo de busca. A escolha de um único termo de busca, bastante amplo, se deu por se tratar de um estudo bibliométrico com abordagem estatística. O fato de ser único remete à necessidade de focar a pesquisa na área de estudo específica de interesse e o fato de ser amplo, garante um retorno de número de documentos estatisticamente relevante para que uma análise seja possível, não trazendo assim, prejuízo para o escopo da pesquisa.

2.3 Critérios de pesquisa

Como critérios para a pesquisa, optou-se por considerar apenas artigos científicos publicados entre os anos de 2017 e 2022. A opção por limitar a busca a artigos, seja em periódicos, seja em congressos, se deu por conta de as revistas indexadas com revisão pelos pares possuírem o status de canais preferenciais para a certificação do conhecimento científico e para a comunicação autorizada da ciência (Mueller, 2006). Artigos representam o conhecimento científico que se quer estudar. Em relação ao período selecionado, a opção se deu por conta da relevância da pesquisa em transformação digital nos últimos cinco anos, verificando-se que as publicações anteriores a 2017 neste tema são raras, com a pesquisa no *Web of Science*

apontando para apenas 27 artigos publicados em 2016 e 5 artigos em 2015, por exemplo.

2.4 Tratamento dos dados

Uma vez que as informações dos artigos científicos sobre transformação digital foram tabuladas, passa-se então para a etapa de criação das visões que permitirão as análises e a verificação das evidências para atender aos objetivos da pesquisa. Com este escopo foram estabelecidas cinco diferentes visões:

- Publicações por ano – Visão da quantidade de publicações realizadas sobre o tema, por ano, dentro do período avaliado. O objetivo desta visão é verificar se houve aumento de interesse no tema ao longo do tempo.
- Publicações por autores – Esta visão tem como objetivo avaliar a concentração de publicações por determinados autores, verificando se a produção científica no tema transformação digital obedece a lei de Lotka.
- Publicações – Da mesma forma, a visão de produtividade das editoras no tema estudado, tem como objetivo avaliar a concentração de publicações em determinadas editoras, bem como verificar se a lei de Bradford se aplica ao estudo de transformação digital. Adicionalmente, é trazida uma visão das dez publicações mais citadas pelas demais obras, tabuladas diretamente na plataforma da *Web of science*.
- Palavras-chave – Por fim, ainda dentro da visão bibliométrica, foi criada uma visão de palavras-chave mais utilizadas no total de artigos com o objetivo de verificar a validade da lei de Zipf para o tema.
- Áreas de publicação – Adicionalmente, com o objetivo de aplicar a pesquisa bibliométrica não só na medição do que já foi publicado, mas também para buscar tendências de publicações futuras, como já foi mencionado, buscou-se fazer uma tabulação das áreas de pesquisa diretamente na plataforma *Web of Science*, bem como, uma visão de artigos publicados por ano de publicação, tabulada no *software* Excel. A visão geral tem como objetivo entender as áreas nas quais mais se estuda o tema transformação digital, bem como, a visão anualizada, nos traz a possibilidade de verificação de tendências de estudos futuros.

2.5 Regressão linear

Finalizando o tratamento dos dados, de posse da quantidade de publicações por ano nas áreas de pesquisa, aplicou-se a técnica estatística de regressão linear simples para busca de tendências na produção científica sobre transformação digital.

De acordo com Ferreira (2015), o método de regressão linear consiste na definição da relação entre duas variáveis, uma chamada de variável independente, ou seja, conhecida, e a outra, a que se quer prever, chamada de variável dependente. “Em outras palavras, regressão linear simples se encaixa uma linha reta através do conjunto de pontos n ” (WIKIPEDIA, 2022). Na presente pesquisa, para cada área de pesquisa, a variável independente é o ano de publicação, enquanto a variável dependente é a quantidade de publicações realizadas naquela área, dado que se trata do valor que se pretende prever com objetivo de verificar tendência.

Para a criação da reta de regressão ($y = ax + b$), y é a quantidade de publicações (variável dependente) e x é o ano de publicação (variável independente), sendo a e b as constantes que se queiram definir.

A previsão calculada pela regressão linear simples, consiste então, na busca das constantes a e b , a partir de um conjunto de valores para x e para y de forma a definir a reta de regressão ($y = ax + b$). A partir da reta, por extrapolação, prevê-se os pontos futuros, ou seja, os valores não conhecidos da variável dependente.

Para o cálculo das constantes a e b , foram utilizadas as funções INTERCEPÇÃO, que calcula o ponto de intercepção da reta de regressão com o eixo y (constante b), e INCLINAÇÃO, que

calcula a inclinação da reta de regressão (constante a), no software EXCEL. Assim foi possível definir a reta de regressão, representada pela função $y = ax + b$.

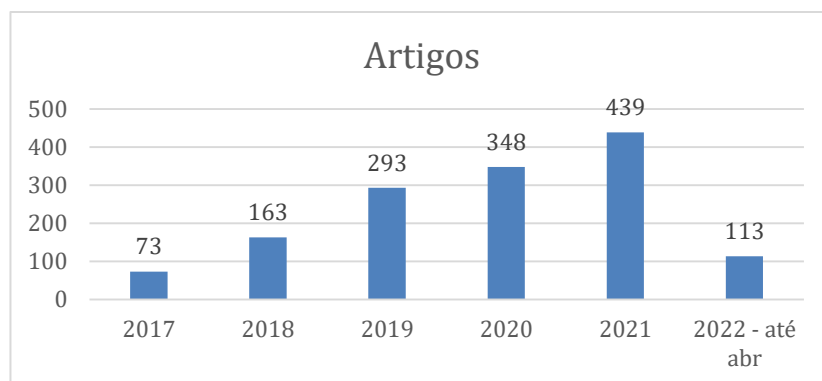
3 Resultados

Para a análise bibliométrica, tendo como base de dados a *Web of Science*, tabulou-se as seguintes visões sobre a área de estudos de transformação digital nos últimos cinco anos: publicações por ano, publicações por autores, publicações por editoras, palavras-chave, áreas de pesquisa e a regressão linear das áreas de pesquisa mais publicadas.

3.1 Publicações por ano

A figura 2 apresenta a quantidade de artigos científicos publicados por ano, com o termo “transformação digital” no título. Notar que o número total de publicações em 2022 é de 113 artigos, estando limitado ao mês de abril.

Figura 2 – Quantidade de artigos publicados por ano.



Elaborada pelos autores.

3.2 Publicações por autores

Uma das importantes informações trazidas pela análise bibliométrica é a identificação dos principais autores em determinada área de pesquisa. A tabela 2, abaixo, mostra os cinco autores com maior número de publicações e a respectiva quantidade de artigos publicados na área. Já a tabela 3 expressa a quantidade de autores publicando um número n de artigos, de forma que se possa calcular a constante c e compará-la com a constante de Lotka para verificar-se o grau de concentração de publicações por autor. A partir desta quantidade, usando a já referida equação proposta por Chung e Cox (1990) é calculada a constante c observada no nosso estudo, que gira em torno de 4.

Tabela 2 – Principais autores na área de pesquisa de transformação digital.

Autor	Quantidade de publicações
Furjan MT	11
Hess T	8
Pihir I	8
Sullivan C	8

Tomici-Pupek K 8

Elaborada pelos autores.

Tabela 3 – Quantidade de autores por quantidade de publicações.

Número de artigos (n)	Número de autores (a _n)	Constante c (log _n a ₁ /a _n)
11	1	3,5
8	3	3,5
7	1	4,3
5	5	4,2
4	15	4,0
3	52	3,9
2	337	3,6
1	4.115 (a ₁)	-

Elaborada pelos autores.

3.3 Publicações

Em relação às publicações são apresentadas as quantidades de publicações realizadas pelas dez editoras que mais publicaram títulos sobre transformação digital (Tabela 4).

Tabela 4 – 10 editoras que mais publicaram sobre transformação digital.

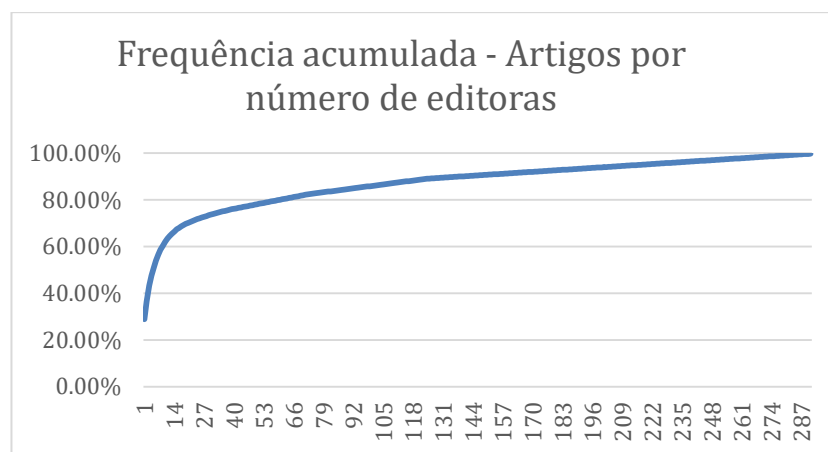
Posição	Editora	Publicações
1	IEEE	159
2	Springer Nature	148
3	Elsevier	133
4	MDPI	116
5	Emerald Group	102
6	Taylor & Francis	65
7	Wiley	50
8	IBIMA	49

9	lop	39
10	Assoc Information	35
Total publicado em outras 283 editoras	-	633

Elaborada pelos autores.

De um total de 293 editoras com publicações dentro dos critérios selecionados, 19,8% (58) correspondem a 80% (1.223) da produção dos artigos.

Figura 3 – Gráfico de frequência acumulada de artigos publicados pelo número de editoras.



Elaborada pelos autores.

Adicionalmente, ainda na visão das publicações, apresenta-se uma tabulação dos artigos que mais foram citados com o respectivo número de citações (Tabela 5).

Tabela 5 – Dez artigos mais citados.

Título	Autores	Citações
Understanding digital transformation: A review and a research agenda.	Vial, G.	431
Digital Transformation Strategies.	Matt C.; Hess, T.; Benlian, A.	426
The Digital Transformation of Healthcare: Current Status and the Road Ahead.	Agarwal, R.; Gao, G.; DesRoches, C.; Jha, A.	365

Innovation diffusion in global contexts: determinants of post-adoption digital transformation of European companies.	Zhu, K.; Dong, S.; Xin Xu, S.; Kraemer, K.	295
Options for Formulating a Digital Transformation Strategy.	Hess, T.; Matt, C.; Benlian, A.; Wiesböck, F.	280
The digital transformation of innovation and entrepreneurship: Progress, challenges and key themes.	Nambisan, S.; Wright, M.; Feldman, M.	221
Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal.	Warner, KSR.; Wäger, M.	203
Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda.	Verhoef, PC.; Broekhuizen, T.; Yakov, B.; Bhattacharya, A.; Qi Dong, J.; Fabian, N.; Haenlein, M.	182
Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective.	Frank, AG.; Mendes GHS.; Ayala, NF.; Ghezzi, A.	181
How Big Old Companies Navigate Digital Transformation.	Sebastian IM.; Ross, JW.; Beath, C.; Mocker, M.; Moloney, KG.; Fonstad, NO.	165

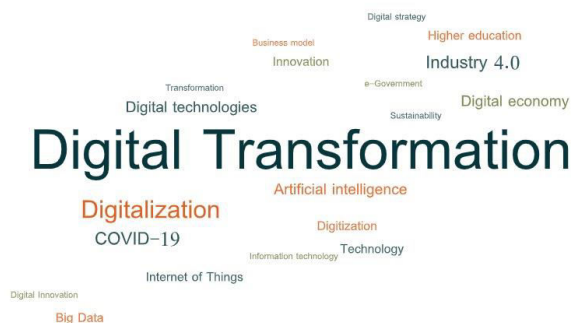
Elaborado pelos autores.

Observa-se, nos artigos mais citados, uma concentração das citações, onde 13% dos artigos (212) receberam 80% das citações (8.145).

3.4 Palavras-chave

A análise de palavras-chave apresenta, nos 1529 artigos analisados, um total de 7.360 palavras-chave, sendo 3.905 termos distintos, donde destacam-se os 20 primeiros mais utilizados, apresentados em uma nuvem de palavras (Figura 4). Importante destacar que as demais 3.843 palavras-chave totalizam 5569 utilizações, sendo que 3.153 são utilizadas apenas uma vez.

Figura 4 – Nuvem de palavras dos 20 termos mais utilizados.



Elaborado pelos autores.

Observa-se que as demais 3.843 palavras-chave totalizam 5.569 utilizações, sendo que 3.153 são utilizadas apenas uma vez.

3.5 Áreas de pesquisa

Para verificação da distribuição dos artigos pelas áreas de pesquisa, foi utilizada a classificação do Web of Science, que traz uma análise dos artigos publicados por área. Foram identificadas 89 áreas de pesquisa, sendo as dez áreas com maior número de publicações apresentadas na tabela 6.

Tabela 6 – Áreas de pesquisa mais pesquisadas no tema transformação digital.

Posição	Área de pesquisa	Publicações
1	Economia e negócios	559
2	Ciência da computação	378
3	Engenharia	220
4	Ciência e tecnologia	121
5	Educação	120
6	Ciências da informação	94
7	Ciências ambientais	92
8	Telecomunicações	58
9	Pesquisa operacional	53
10	Administração pública	47

Elaborada pelos autores.

Adicionalmente, foi possível elencar os principais artigos por área de pesquisa, tomando-se como critério o número de vezes em que o artigo é citado. Esta visão é apresentada na tabela 7.

Tabela 7 –Principais artigos publicados por área de pesquisa.

Artigo	Área de pesquisa	Citações
Understanding digital transformation: A review and research agenda.	Economia e negócios e Ciências da informação	449
Technology impact types of digital transformation.	Ciência da computação	8
The Technology Fallacy People Are the Real Key to Digital Transformation.	Engenharia	21
Sustainable Management of Digital Transformation in Higher Education: Global Research Trends.	Ciência e tecnologia	55
Digital transformation in German higher education: student and teacher perceptions and usage of digital media.	Educação	87
Digital transformation in the education sector has implied the involvement of sustainable management, in order to adapt to the changes imposed by new.	Ciências ambientais	55
The IoT and Digital Transformation: Toward the Data-Driven Enterprise.	Telecomunicações	20
The digital transformation of business models in the creative industries: A holistic framework and emerging trends.	Pesquisa operacional	74
Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective.	Administração pública	186

Elaborada pelos autores.

Vale observar que há artigos publicados em 79 outras áreas de pesquisa registradas no *Web of Science*., cabendo ainda ressaltar, que não houve a informação de artigos publicados na área de pesquisa 'Design' nos resultados apresentados neste item.

3.6 Regressão linear

Usando a técnica estatística de regressão linear simples, foi realizada, para cada uma das cinco áreas de conhecimento mais pesquisadas no tema transformação digital, uma estimativa de publicações para os anos de 2022 e 2023. O objetivo das estimativas é a verificação de tendências de estudos futuros (Tabela 8).

A previsão de tendência, utilizando-se o método estatístico de regressão linear simples foi realizado no software Excel, por meio da seguinte fórmula:

=INTERCEPÇÃO (INTERVALO DE VALORES; INTERVALO DE SEQUÊNCIA) + INCLINAÇÃO (INTERVALOR DE VALORES; INTERVALOR DE SEQUÊNCIA) * PRÓXIMO PONTO DA SEQUÊNCIA

A título de exemplo, para esta pesquisa, estimou-se a quantidade de publicações sobre transformação digital em 2022 na área de Ciência da Computação, utilizando-se:

=INTERCEPÇÃO(K1:K1;P1:P5) + INCLINAÇÃO(K1:K5;P1:P5)*P6

Onde a coluna K guardava a quantidade de publicações em cada ano anterior e a coluna P guardava a sequência de 1 a 5.

Tabela 8 – Estimativa de crescimento para as principais áreas de pesquisa.

Área de pesquisa	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Economia de negócios	16	38	109	162	205	257	307
Ciência da computação	25	60	90	93	83	115	130
Engenharia	22	27	43	47	65	73	83
Ciência e tecnologia	2	6	7	35	50	57	70
Educação	5	16	42	22	31	41	46

Elaborada pelos autores.

4 Discussão

A primeira análise diz respeito ao aumento expressivo observado na produtividade na área de transformação digital. Destaca-se um crescimento médio de 162% ao ano na quantidade de artigos e de cerca de 600% em quatro anos, indicando que tem havido um crescimento significativo no interesse da comunidade científica no tema transformação digital.

Em relação à concentração das publicações pelos autores, observa-se que a constante no campo de estudo de transformação digital é aproximadamente igual a 4, o que significa que $a_n = a_1 \cdot 1/n^4$, diferente da Lei de Lotka, onde a relação é de $(1/n^2)$. Essa diferença no valor de c , representa que no tema transformação digital há uma dispersão maior e, conseqüentemente, uma menor concentração por autor. Enquanto, de acordo com o fator de Lotka, seriam esperados em torno de 34 autores com publicação de 11 artigos $(4.114/11^2)$, verificou-se que apenas 1 $(4.114/11^4)$ autor teve essa produtividade neste estudo. Importante achado diz respeito à importância de um autor específico para o tema: Hess T., que encontra-se na lista dos cinco autores com maior número de produções (8) e possui dois artigos entre os 10 mais

citados, sendo eles *Digital transformation strategies* e *Options for formulation a digital transformation strategies*.

Já em relação à quantidade de publicação do tema por editoras, verifica-se claramente o atendimento à Lei de Bradford e consequentemente a concentração de publicação em poucas editoras, uma quantidade muito pequena de editoras concentra uma quantidade muito grande de publicações, enquanto uma quantidade muito grande possui uma baixa produtividade. Adiciona-se ao quadro mostrado, a informação de que apenas 1% das editoras são responsáveis por 28,8% do total de publicações e ainda, uma única editora, em um total de 293, é responsável por mais de 10% das publicações (10,4%), dados que demonstram o atendimento à Lei de Bradford.

Ainda em relação às obras citadas, percebe-se uma concentração muito intensa, onde apenas 12% das obras recebem 80% de todas as citações realizadas. Essa evidência sugere que há uma quantidade pequena de obras definindo a área de conhecimento de transformação digital.

A análise de palavras-chave percebe-se que dentre os termos mais utilizados surgem de forma relevante '*Indsutry 4.0*' e '*COVID-19*', logo abaixo dos termos diretamente associados à pesquisa '*Digital transformation*' e '*Digitalization*'. Esses termos em destaque demonstram que a transformação digital ainda é muito associada à industrialização, reforçando a visão de que a revolução digital seria a quarte revolução industrial. Da mesma forma, vê-se a influência da pandemia de COVID-19 no tema de transformação digital, muito provavelmente por conta da necessidade de uso de tecnologias digitais para impulsionar o trabalho remoto ou até mesmo a busca por tratamentos e vacinas. Cabe ainda destacar a relevância dos termos mais associados a negócios, como '*Digital economy*' e '*innovation*', que aparecem em destaque, reforçando a visão de que o estudo de transformação digital não se refere apenas à discussão tecnológica.

Em relação às áreas de pesquisa, vale o registrar que as três áreas com maior número de pesquisas (economia de negócios, ciência da computação e engenharia) respondem por 75% das publicações. Percebe-se assim uma concentração muito grande de estudos em determinadas áreas, onde mais de 1/3 deles encontra-se em economia de negócios. Estes resultados evidenciam ainda mais, que o tema transformação digital está mais associado à discussão de modelos de negócios do que às tecnologias em si, confirmando a visão dos autores estudados: Peixoto et al. (2021), Weiss (2019) e Morakanyane (2017). Um aspecto importante a ser observado, é importante destacar que não houve a identificação da área de pesquisa '*Desing*' no resultado, seja por não haver estudos publicados nesta área, seja por não haver esta área de pesquisa registrada no *Web o Science*. Este tema não foi explorado para que se chegasse a uma evidência.

Para realizar a análise de tendências, foi construída uma visão adicional da tabulação da média de publicações nos últimos cinco anos, com a média de publicações nos próximos dois anos, aponta pela regressão linear realizada (Tabela 9).

Tabela 9 – Estimativa de crescimento para as principais áreas de pesquisa.

Área de pesquisa	Média 2017-2021	Média 2022-2023	Taxa	Tendência
Economia de negócios	106	282	165%	Forte crescimento
Ciência da computação	70	122	74%	Crescimento

Engenharia	41	78	91%	Crescimento
Ciência e tecnologia	20	64	218%	Forte crescimento
Educação	23	43	87%	Crescimento

Elaborado pelos autores.

Percebe-se, a partir da análise apresentada na tabela 9, que as principais áreas de pesquisa relacionadas ao tema transformação digital apresentam tendência de crescimento, sugerindo que o estudo de transformação digital, em si, independente da área, tem um aumento de interesse relevante. Destaca-se, porém, que as áreas ciência e tecnologia e economia e negócios apresentam uma tendência ainda mais elevada, acima de 100%, apresentando uma forte tendência de crescimento de interesse. Confirma-se mais uma vez, a ligação do tema transformação digital com a construção de modelos de negócios (Morakanyane, 2017) e (Rogers, 2019). Fica evidenciado, que apesar da tendência maior de crescimento em ciência e tecnologia, indicando um maior interesse do tema de transformação digital no âmbito das tecnologias, a transformação digital não diz respeito majoritariamente a esta área, dado que o interesse por economia e negócios ainda tende a ser maior (Peixoto et al., 2021), (Weiss, 2019) e (Morakanyane, 2017).

5 Considerações finais

Importante enfatizar, de início, que na busca pelas tendências, o método de regressão linear simples traz algumas limitações pelo fato de não considerar um espectro maior de variáveis (se limitando a duas), o que faz que com os aspectos aleatórios não sejam considerados nas projeções. O ideal seria considerar uma técnica multivariada, de forma a considerar um conjunto maior de variáveis. Por esse motivo, o presente estudo ficou limitado a apontar tendências e não fazer previsões.

Em relação ao objetivo principal, conseguiu-se traçar as tendências para cada uma das cinco principais áreas de interesse relacionadas ao tema de transformação digital, com destaque para as áreas de economia e negócios e ciência e tecnologia, que além de apresentarem uma grande concentração de artigos, demonstram uma tendência de crescimento de interesse ainda maior que as demais áreas.

Em relação aos objetivos secundários, pode-se afirmar que:

- foram levantados os aspectos relevantes na produção científica na área de transformação digital. A pesquisa deixa três quadros bem definidos, quais sejam, os autores, editoras que mais publicaram o assunto transformação digital e os autores que foram mais citados nesses estudos. Em relação à concentração de publicações, observou-se que o assunto transformação digital não atende a Lei de Lotka, dado que não apresenta uma grande concentração autores com grande quantidade de publicações, e, por outro lado, atende a Lei de Bradford, pois fica evidenciada uma grande concentração de publicações em poucas editoras. Estes achados colaboram com o objetivo de auxiliar em estudos futuros de revisões bibliográficas sobre o tema;
- igualmente, o objetivo de se entender as principais temáticas abordadas na área de estudos de transformação digital fica atendida, dada a construção do mapa de relação das palavras-chave utilizadas nos artigos e a constatação da obediência à Lei de Zipf;

- por fim, a busca das tendências para cada uma das principais áreas de interesse no tema foi igualmente atendida. Os gráficos de tendência demonstram o potencial de crescimento de cada uma dessas áreas.

Como proposta de estudos futuros, a exploração dos motivos da baixa concentração da produção de artigo pelos autores, e a alta concentração por editoras, pode ser um caminho interessante de investigação. Também vale registrar a ausência de publicações do tema transformação digital na área de pesquisa do design, sendo uma boa inspiração para futuras pesquisas. Outra questão interessante de ser aprofundada é a ligação da transformação digital com os temas relativos à definição de modelos de negócios, buscando-se evidências da importância da atuação do designer, dentro do campo do design de negócios.

6 Referências

ARAÚJO, C. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, Porto Alegre, vol. 12, nº 1, p. 11-32, jan/jun 2006.

CARDOSO, R. (2016). Design para um mundo complexo. Ubu Editora. São Paulo, Brasil.

CHUNG, K. H.; COX, R. A. K. Patterns of Productivity in the Finance Literature: A Study of the Bibliometric Distributions. **The Journal of Finance**, vol. 45, issue 1, p. 301-309, mar/1990.

FERREIRA, V. **Estatística básica**. Rio de Janeiro: SESES, 2015.

LOTKA, A. J. The frequency distribution of scientific productivity. **Journal of the Washington Academy of Sciences**, vol. 16, nº 12, p. 317-323, Jun/1926.

MATT, C.; HESS, T.; BENLIAN, A. **Digital transformation strategy**. Springer Fachmedien Wiesbaden, vol. 57, Ed. 5, p. 339 – 343, 2015.

MORAKANYANE, R.; GRACE, A. A.; O'REILLY, P. Conceptualizing Digital Transformation in Business Organizations: a Systematic Review of Literature. **BLED 2017 Proceedings**, 21, 2017.

MUELLER, S. P. M. A comunicação científica e o movimento de acesso livre ao conhecimento. **Ciência da Informação**, vol. 35, nº 2, p. 27-38, mai/ago 2006.

PEIXOTO, E.; et al. Transformação digital: uma jornada possível. São Paulo: Jandaíra, 2021.

ROGERS, D. L. **Transformação Digital: Repensando o Seu Negócio para a Era Digital**. São Paulo: Autêntica Business, 2019.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: EDIPRO, 2018.

SILVA, F. Q.; BIAGI, A. S. E.; MOLL, B. M.; VILS, L. Estudo bibliométrico: orientações sobre sua aplicação. **Revista Brasileira de Marketing**, vol. 15, nº 2, p. 246-262, jun 2016.

VIAL, G. **How Big Old Companies Navigate Digital Transformation**. Journal of strategic information system. No. 28, p. 118-144, 2019.

WEISS, M. C. (2019). **Sociedade Sensoriada: a sociedade da transformação digital**. Estudos Avançados, Vol 33, 203-214.

WIKIPEDIA (2022). Disponível em https://pt.wikipedia.org/wiki/Regressão_linear_simples. Acessado em 01/08/2022.