

METODOLOGIA DEVOPS: ESTUDO BIBLIOMÉTRICO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NA BASE SCOPUS

DEVOPS METHODOLOGY: BIBLIOMETRIC STUDY OF SCIENTIFIC PRODUCTION IN THE SCOPUS BASE

ÁREA TEMÁTICA: Inovação, Tecnologia e Empreendedorismo

Guilherme Varella de Carvalho, Universidade Federal Fluminense, Brasil, guilhermevarella@id.uff.br

Naia Augusto Barud, Universidade Federal Fluminense, Brasil, guilhermevarella@id.uff.br

Resumo

O DevOps é um conjunto de práticas e valores culturais que visa reduzir as barreiras entre as equipes de desenvolvimento e operações. Devido ao seu crescente interesse e definições imprecisas, o trabalho de pesquisa existente tem como objetivo caracterizar a produção científica desse tema na base Scopus. Fornecemos evidências de que a colaboração é a principal preocupação do DevOps, em contraste com o conhecimento existente de que a automação e as ferramentas podem ser suficientes para atingir o DevOps.

No total, nossos resultados contribuem para: gerar um entendimento adequado do DevOps da perspectiva de produção e engajamento desse tema com o meio científico e auxiliando outras instituições no caminho para adoção do DevOps.

Palavras-chave: Desenvolvimento de Software, Operação de Software, Produção de Software

Abstract

DevOps is a set of cultural practices and values that aims to reduce barriers between development and operations teams. Due to its growing interest and imprecise definitions, the existing research work aims to characterize the scientific production of this topic on the Scopus. We provide evidence that collaboration is DevOps's primary concern, in contrast to the existing knowledge that automation and tools can be sufficient to achieve DevOps.

In total, our results contribute to generating an adequate understanding of DevOps from the perspective of production and engagement of this theme with the scientific environment and assisting other institutions on the path to adopting DevOps.

Keywords: *Software development, Software operations, Software production*

1. INTRODUÇÃO

Segundo Lwakatare et al (2015), o DevOps é um conjunto de práticas e valores culturais que surgiram na indústria de desenvolvimento de software.

Desde então, o termo que, apesar de aparecer sem delimitação clara, ganhou reconhecimento e interesse de empresas de todo mundo, que perceberam os benefícios de aplicar práticas ágeis às tarefas operacionais.

Os benefícios declarados do DevOps incluem aumento no desempenho e produtividade da TI organizacional, redução de custos no ciclo de vida de software, maior eficácia e eficiência operacional, melhor qualidade do produto de software e maior alinhamento dos negócios entre desenvolvimento e operações.

No entanto, adotar o DevOps ainda é uma tarefa desafiadora. Embora existam uma infinidade de informações, práticas e ferramentas relacionadas, os trabalhos de pesquisa existentes propuseram várias caracterizações do DevOps. Embora alguns desses estudos usem abordagens qualitativas para reunir as percepções dos profissionais (por exemplo, conduzindo entrevistas), eles se concentram em caracterizar o DevOps em vez de fornecer recomendações para ajudar na adoção propriamente dita.

Consequentemente, nosso problema de pesquisa é que a caracterização obtida no DevOps fornece uma compreensão abrangente dos elementos que compõem o DevOps, mas não fornece orientações detalhadas para apoiar os estudantes e profissionais com pouco contato no tema.

Por esse motivo, foi visto como necessário a elaboração de um estudo bibliométrico sobre o tema, a fim de ajudar pesquisadores, alunos e profissionais no entendimento profundo do DevOps e sua aplicação práticas no dia a dia das empresas. A partir deste artigo, será possível entender quais são os principais pesquisadores e os principais artigos relacionados ao tema para servir de embasamento teórico e prático para adoção e melhoria da prática DevOps nas organizações.

Segundo Potter (1981) a Bibliometria pode ser definida como uma forma de medir padrões de comunicação escrita, assim como, dos autores dessas comunicações. Outra definição é que se trata de um conjunto de técnicas cujo objetivo é quantificar o processo de comunicação escrita.

Posteriormente, o termo Bibliometria foi introduzido, tendo sido criado por Otlet, em 1934 (PRITCHARD, 1969; VANTI, 2002; ARAÚJO, 2006). Todavia, segundo Alvarado (2007) a prática bibliométrica já acontecia muito antes da definição do termo tendo sido usada em diversos estudos, das mais variadas áreas da ciência, em várias partes do mundo.

O surgimento dos estudos bibliométricos no Brasil se deu na década de 1970 tendo como principal contribuinte para seu desenvolvimento o Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação, IBBD, hoje Instituto Brasileiro de Informação Científica e Tecnológica, IBICT (ARAÚJO, 2006).

Na década posterior os estudos sobre Bibliometria tiveram queda significativa e ressurgindo nos anos 1990 facilitado pelo uso do computador (ARAÚJO, 2006).

Esse tipo de estudo tem se popularizado entre os acadêmicos em função da grande quantidade de material bibliográfico que é produzido e disponibilizado atualmente. Ter uma visão resumida e sistematizada disso pode facilitar o entendimento e até mesmo apontar futuros caminhos de pesquisa. Os resultados de um estudo bibliométricos, ainda nesse sentido, podem auxiliar jovens pesquisadores ou mesmo aqueles mais experientes que deparam com uma nova temática.

2. METODOLOGIA E OBJETIVOS

2.1 METODOLOGIA

Este estudo classifica-se como descritivo, com o objetivo de retratar e descrever a realidade da literatura, fazendo comparações e análises acerca dos trabalhos publicados dentro da temática proposta (SAUNDERS; LEWIS; THORNHILL, 2007). Os dados foram analisados por meio de uma revisão sistemática da literatura, com o objetivo de possibilitar que outros autores possam realizar novamente a pesquisa e confrontar dados.

Segundo Gil (2010), os estudos de natureza exploratória têm como objetivo proporcionar uma maior familiaridade com o problema a ser estudado, tornando-o mais explícito ou ainda construindo hipóteses para melhoria de ideias. O processo de utilização de múltiplas percepções de múltiplas fontes permite tornar o estudo mais robusto e íntegro, auxiliando uma melhor compreensão do tema, das unidades de análise e da validade dos conceitos utilizados na literatura.

Determinou-se estudar a produção científica mundial relativa a metodologia DevOps por ser este tema de bastante relevância e por não haver estudo com este enfoque. O horizonte de tempo da pesquisa é longitudinal, sem corte inicial e com data final de novembro de 2019.

Inicialmente foram definidas a base de dados analisadas e as palavras-chave que seriam pesquisadas. Escolheu-se a base Scopus devido a sua relevância científica e por suportar trabalhos atualizados, multidisciplinares e revisados por pares. Optou-se por utilizar apenas uma palavra-chave, a palavra utilizada foi “DevOps”, pois a mesma define de forma satisfatória o tema.

Os termos foram pesquisados no campo de busca “Title, Abstract e keywords”, sem delimitação temporal, nem de idioma. O filtro foi aplicado apenas para selecionar artigos (article) de periódicos (journals).

Abaixo é possível analisar o processo de construção do artigo.

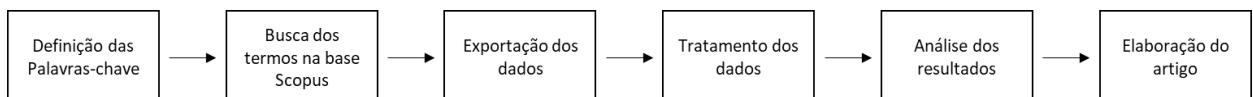


Figura 1- Macroprocesso de produção do artigo. Fonte: O autor

A primeira etapa do processo foi definir as palavras-chave. O termo DevOps deriva de outras duas palavras: *Development* e *Operations*, suas traduções para a Língua Portuguesa, são respectivamente, Desenvolvimento e Operações. Já que o termo é derivado de duas palavras extremamente abrangentes e presentes em diversas áreas, optou-se em escolher como palavra-chave apenas a palavra DevOps.

TITLE-ABS-KEY (devops) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2012) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2011)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re"))

Figura 2- Fórmula de busca do tema na base de conhecimentos Scopus

Após essa etapa foi realizada a busca na Base Scopus. Essa base foi escolhida por causa da sua relevância na área da Ciência e por ser a mais utilizada na área de Tecnologia. O termo utilizado para a busca foi:

A pesquisa por meio do termo foi realizada em 12/11/2019 e a única restrição imposta foi a seleção apenas de artigos e jornais. As demais variáveis não foram limitadas, como por exemplo, idioma, país e data de publicação. O termo utilizado resultou em 171 trabalhos.

Os dados obtidos da etapa “Exportação dos dados” foram tratados e organizados na etapa “Tratamento de dados” do processo de construção do artigo. Os dados foram tratados e analisados, conforme a próxima etapa do processo, nos softwares *MS Excel* e *Vosviewer*. Os resultados das *analyses* serão expostos na sessão “Resultados” do presente documento.

2.2 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é analisar a literatura existente sobre DevOps com o objetivo de caracterizar tópicos, acadêmicos e instituições em relação à produção e impacto da pesquisa, na perspectiva de pesquisadores, alunos e profissionais. Com base nesse objetivo, foi possível definir as seguintes perguntas de pesquisa:

Q 1: Quais são as instituições mais ativas na pesquisa de DevOps, em termos de número de publicações?

Q 2: Qual é a classificação dos indivíduos em relação às suas pesquisas no domínio de DevOps?

Q 3: Quais são os trabalhos mais citados sobre o tema?

Q 4: Desde quando esse tema é abordado na comunidade científica?

3. DEVOPS: METODOLOGIA E CONCEITOS

DevOps integra os dois mundos de desenvolvimento e operações, usando desenvolvimento automatizado, implantação e monitoramento de infraestrutura.

É uma mudança organizacional já que, em vez de distribuído em silos, os grupos/equipes multifuncionais trabalham com entregas contínuas. Essa abordagem ajuda a fornecer valor mais rápido e recorrente, reduzindo problemas ocasionados pela falta ou falha de comunicação entre membros da equipe e acelerando a resolução de problemas.

DevOps significa uma mudança de cultura em direção à colaboração entre desenvolvimento, garantia de qualidade e operações, tanto que empresas como Amazon e Google lideraram essa abordagem, alcançando um ciclo de vida de produção de software e aplicações cada vez mais curtos. Obviamente, o tempo de ciclo atingível depende das restrições ambientais e implantação

do modelo, mas mesmo com tais restrições, o DevOps consegue acelerar bastante a produção de sistemas em uma organização.

DevOps pode ser aplicado a muito diferentes modelos de entrega, mas deve ser adaptado ao meio ambiente e arquitetura do produto. No entanto, mesmo em tais ambientes as atualizações podem ser planejadas e entregues rapidamente e de forma confiável.

Para organizações que desejam aumentar participação de mercado e agregar valor mais rapidamente (ou mesmo apenas fornecer software com mais segurança), o DevOps promove velocidade e estabilidade. Ele se desenvolveu como um fenômeno proeminente da transformação digital nas organizações modernas, que usam software para agregar valor a seus clientes em, como por exemplo, bancos, varejo, e até manufatura.

DevOps combina atividades de desenvolvimento de software e entrega para melhorar a velocidade de obter novos recursos de software para clientes. Isso leva a uma maior satisfação do cliente final e rentabilidade para a organização que o adota.

Organizações e produtos de software variam em maturidade e implementação, mas para o DevOps, o que realmente importa é a entrega de valor, ele deve incluir mais do que apenas ferramentas e automação - tão simplesmente comprar e instalar uma solução não é suficiente.

O DevOps aprimora a automação de aplicativos para provisionamento de infraestrutura. Já entrega contínua suporta automação e permite um tempo de comercialização mais rápida, além do desenvolvimento de software ágil com ciclos rápidos de feedback.

Em geral, a equipe do projeto se dissolve após uma nova versão e a responsabilidade para executar o sistema é então "jogado por cima do muro" para as operações. A equipe de operações assume responsabilidade por novas mudanças e gerenciamento de incidentes. Isso leva a vários problemas: os desenvolvedores não são responsáveis para executar o sistema que eles construíram e portanto, não entendem os *tradeoffs* que aparecem na criação e execução do sistema, principalmente na escalabilidade e confiabilidade do software. Isso pode levar à perpetuação dos mesmos problemas em versões futuras do software, mesmo que sejam bem compreendidos pelo equipe de operações.

A equipe de operações é responsável para manter o sistema altamente confiável e estável. Cada nova linha implantada no software introduz mudanças e, portanto, leva à instabilidade. Isso acarreta uma incompatibilidade dos desenvolvedores e introduz riscos (instabilidade) e incertezas. Mesmo que novos componentes sejam de alta qualidade, todo novo código adiciona complexidade ao sistema e risco do software perder escalabilidade e confiabilidade em fatores-chaves de operação.

Em empresas que não utilizam o DevOps, desenvolvedores e áreas de negócios, são incapazes de receber qualquer feedback sobre desempenho até o primeiro lançamento completo do software. E geralmente ocorrem vários meses após a aprovação do projeto. Além disso, nem todos os recursos do software oferecem valor e aceleraram o feedback para a equipe de desenvolvimento. Isso leva a perda de tempo, retrabalho e recursos que não acabam agregando valor.

Por outro lado, o DevOps exige uma mudança no gerenciamento baseado em produtos. Praticamente, isso significa que não há mais "Data final" para projetos. Uma importante parte de conseguir isso é integrar equipes em todo o fluxo de valor, do desenvolvimento às operações e algumas organizações estão incluindo partes interessadas do negócio. Nesse modelo, o software é mantido como produto, com entrega e métricas de valor rastreadas pela empresa continuamente.

A implementação do DevOps apresenta vários desafios. Primeiro, a tecnologia - e a transformação organizacional resultante - é difícil, mas uma liderança forte pode ajudar. Como

muitos praticantes observam, gerenciar e possibilitar as mudanças dentro de uma organização pode ser um mais difícil e desafiador do que implementar as mudanças técnicas.

As operações devem incluir o desenvolvimento não apenas técnico, mas também cultural, processo e práticas de medição. O trabalho de criar um ambiente único e transformação tecnológica é difícil e pode ser assustador. Contudo, não é provável que estes forneçam soluções e são geralmente oferecidos por aqueles que tentam vender você alguma coisa.

Terceiro, cada solução DevOps deve abranger uma visão holística, consistindo em automação (incluindo ferramentas e arquitetura), processo, e cultura. Em muitas abordagens tradicionais, conhecimento especializado em uma área (por exemplo, desenvolvimento) é alavancado para realizar uma tarefa antes passando para outro grupo. No DevOps, um movimento desta alta especialização para incluir um amplo entendimento das áreas necessárias. Isso permite que as pessoas entendam como o trabalho deles afetará e interagirá com mais áreas da técnica; isso geralmente requer um significativo aprendizado e responsabilidades adicionais na transição para o DevOps.

Organizações devem fornecer treinamento e educação, e não apenas esperar que os profissionais possam aumentar a sua aprendizagem independentemente. Enquanto alguns profissionais consideram essa expansão de responsabilidades e conhecimentos emocionantes, outros podem recuar, especialmente aqueles que estão apenas alguns anos da aposentadoria e confortável em suas funções de trabalho ou que vêm compartilhar informações sobre seus papéis como um risco na segurança e estabilidade no trabalho. As organizações devem considerar estes treinamentos e desafios em particular e responder adequadamente as demandas do mercado.

DevOps visa fornecer diretrizes para um tempo mais rápido no mercado de novos softwares, recursos mais assertivos e alcançar um maior nível de estabilidade.

DevOps é frequentemente desafiador, mas histórias de toda a indústria mostra que muitas organizações já superamos os obstáculos iniciais e planejaram continuar seu progresso, criando o valor para suas organizações e os benefícios para a seus profissionais.

4. DEVOPS: METODOLOGIA E CONCEITOS

A pesquisa retratada na sessão anterior, resultou em 171 artigos, os resultados da análise desses documentos serão encontrados abaixo:

As palavras-chave mais comuns nos artigos encontrados foram listadas e inseridas no software livre Word Cloud (<https://www.wordclouds.com/>).



Figura 3 - Nuvem de palavras-chave mais frequentes nos artigos selecionados. Fonte: O autor.

A lista dos trabalhos encontrados podem ser consultados abaixo. Será possível identificar o título do trabalho, o(s) autor(es) e a fonte.

TÍTULO	AUTOR(S)	FONTE
Improving microservice-based applications with runtime placement adaptation	Sampaio A.R., Jr., Rubin J., Beschastnikh I., Rosa N.S.	Journal of Internet Services and Applications
Adopting DevOps in the real world: A theory, a model, and a case study	Luz W.P., Pinto G., Bonifácio R.	Journal of Systems and Software
A survey of DevOps concepts and challenges	Leite L., Rocha C., Kon F., Milojevic D., Meirelles P.	ACM Computing Surveys
SmartX box: Virtualized hyper-converged resources for building an affordable playground	Risdianto A.C., Usman M., Kim J.W.	Electronics (Switzerland)
Research on Application of DevOps in Documentation towards Full Value Delivery	Jin Z.-F., Zhang Y.-W., Ye W.-H., Zhang H., Shao D.	Ruan Jian Xue Bao/Journal of Software
Practical Impacts of Automation Tools in Support of DevOps in China	Huang H., Zhang H., Shao D.	Ruan Jian Xue Bao/Journal of Software
Survey on State of DevOps in China	Liu B.-H., Zhang H., Dong L.-M.	Ruan Jian Xue Bao/Journal of Software
DevOps in practice: A multiple case study of five companies	Lwakatare L.E., Kilamo T., Karvonen T., Sauvola T., Heikkilä V., Itkonen J., Kuvaja P., Mikkonen T., Oivo M., Lassenius C.	Information and Software Technology
Performance measure of project management automation tool based on DevOps selection criteria for a general-purpose software system	Poonam D., Mittal P.	International Journal of Engineering and Advanced Technology
CloudsStorm: A framework for seamlessly programming and controlling virtual infrastructure functions during the DevOps lifecycle of cloud applications	Zhou H., Hu Y., Ouyang X., Su J., Koulouzis S., de Laat C., Zhao Z.	Software - Practice and Experience
Multi-objective optimisation of online distributed software update for DevOps in clouds	Sun D., Chen S., Li G., Zhang Y., Atif M.	ACM Transactions on Internet Technology
Evaluating Granularity of Microservices-oriented System Based on Bounded Context	Zhong C.-X., Li S.-S., Zhang H., Zhang C.	Ruan Jian Xue Bao/Journal of Software
A research on DevOps maturity models	Zarour M., Alhammad N., Alenezi M., Alsarayrah K.	International Journal of Recent Technology and Engineering
Business process improvement with the AB-BPM methodology	Satyam S., Weber I., Paik H.-Y., Di Ciccio C., Mendling J.	Information Systems
Data science tools and applications on the way to Pharma 4.0	Steinwandter V., Borchert D., Herwig C.	Drug Discovery Today
Research for practice: The Devops phenomenon	Wiedemann A., Forsgren N., Wiese M., Gewald H., Krcmar H.	Communications of the ACM
Escalated methods for software defects audit in repercussion and effects construe to nature inspired and behavior driven mechanisms	Aggarwal A., Dhindsa K.S., Suri P.K.	International Journal of Engineering and Advanced Technology
Source code properties of defective infrastructure as code scripts	Rahman A., Williams L.	Information and Software Technology
DevOps intelligent networking with automated deployment in Linux	Chavan P.M., Abhang S.P., Shinde U.B.	International Journal of Recent Technology and Engineering

Are DevOps and Automation Our Next Silver Bullet?	Ozkaya I.	IEEE Software
A framework for software component reusability analysis using flexible software components extraction	Korra S., Vasumathi D., Vinayababu A.	International Journal of Recent Technology and Engineering
An empirical study of architecting for continuous delivery and deployment	Shahin M., Zahedi M., Babar M.A., Zhu L.	Empirical Software Engineering
Service level agreement-based GDPR compliance and security assurance in (multi)Cloud-based systems	Rios E., Iturbe E., Larrucea X., Rak M., Mallouli W., Dominiak J., Muntés V., Matthews P., Gonzalez L.	IET Software
Test Automation Framework as a Service (TAFaaS) - scale test automation & devops practices with cloud, containers, and microservice.	Sivanandan S.	International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering
Empowering Network Service Developers: Enhanced NFV DevOps and Programmable MANO	Soenen T., Tavernier W., Peuster M., Vicens F., Xilouris G., Kolometsos S., Kourtis M.-A., Colle D.	IEEE Communications Magazine
Dynamic autoselection and autotuning of machine learning models for cloud network analytics	Karn R.R., Kudva P., Elfadel I.A.M.	IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems
Introducing Automated Verification and Validation for Virtualized Network Functions and Services	Peuster M., Schneider S., Zhao M., Xilouris G., Trakadas P., Vicens F., Tavernier W., Soenen T., Vilalta R., Andreou G., Kyriazis D., Karl H.	IEEE Communications Magazine
A study on the most prominent areas of research in microservices	Hamzehlou M.S., Sahibuddin S., Ashabi A.	International Journal of Machine Learning and Computing
A systematic mapping study of infrastructure as code research	Rahman A., Mahdavi-Hezaveh R., Williams L.	Information and Software Technology
Performance issues? Hey DevOps, mind the uncertainty	Trubiani C., Jamshidi P., Cito J., Shang W., Jiang Z.M., Borg M.	IEEE Software
The DevOps phenomenon	Wiedemann A., Forsgren N., Wiese M., Gewald H., Krcmar H.	Queue
Micro-segmentation: securing complex cloud environments	Klein D.	Network Security
Adopting integrated application lifecycle management within a large-scale software company: An action research approach	Tüzün E., Tekinerdogan B., Macit Y., İnce K.	Journal of Systems and Software
An agile-devops reference architecture for teaching enterprise agile	Ghantous G.B., Gill A.Q.	International Journal of Learning, Teaching and Educational Research
From Agile to DevOps: Smart Skills and Collaborations	Hemon A., Lyonnet B., Rowe F., Fitzgerald B.	Information Systems Frontiers
Traceability establishment and visualization of Software Artefacts in DevOps Practice: A survey	Meedeniya D.A., Rubasinghe I.D., Perera I.	International Journal of Advanced Computer Science and Applications
Simplification of application operations using cloud and DevOps	Premchand A., Sandhya M., Sankar S.	Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science
Enabling continuous integration in a formal methods setting	Couto L.D., Tran-Jørgensen P.W.V., Nilsson R.S., Larsen P.G.	International Journal on Software Tools for Technology Transfer
Software artefacts consistency management towards continuous integration: A roadmap	Meedeniya D.A., Rubasinghe I.D., Perera I.	International Journal of Advanced Computer Science and Applications
Security assurance in Devops methodologies and related environments	Siewruk G., Mazurczyk W., Karpiński A.	International Journal of Electronics and Telecommunications

Change management and Devops: Back to the future	[No author name available]	ITNOW
SQL is no excuse to avoid DevOps	Limoncelli T.A.	Communications of the ACM
From incident to insight: Incident responders and software innovation	Biddle R., Brown J.M., Greenspan S.	IEEE Software
Forensic analysis of Docker Swarm cluster using GRR Rapid Response framework	Sunardi, Riadi I., Sugandi A.	International Journal of Advanced Computer Science and Applications
Model-based deployment of secure multi-cloud applications	Casola V., De Benedictis A., Rak M., Villano U., Rios E., Rego A., Capone G.	International Journal of Grid and Utility Computing
Model-based approach for semantic-driven deployment of containerized applications to support future internet services and architectures	Petrović N.	Serbian Journal of Electrical Engineering
Research Situation and Prospects of Operating System Virtualization	Wu S., Wang K., Jin H.	Jisuanji Yanjiu yu Fazhan/Computer Research and Development
Microservice-based cloud robotics system for intelligent space	Xia C., Zhang Y., Wang L., Coleman S., Liu Y.	Robotics and Autonomous Systems
On a roadmap for future industrial nuclear reactor core simulation in the U.K. To support the nuclear renaissance	Merk B., Bankhead M., Litskevich D., Gregg R., Peakman A., Shearer C.	Energies
Towards a benefits dependency network for DevOps based on a systematic literature review	Jabbari R., bin Ali N., Petersen K., Tanveer B.	Journal of Software: Evolution and Process
To Transform to Have Agility, Dont Do a Capital A, Capital T Agile Transformation	Smart J.	IEEE Software
Towards benchmarking user stories estimation with cosmic function points- a case example of participant observation	Angara J., Prasad S., Sridevi G.	International Journal of Electrical and Computer Engineering
Middleware-oriented deployment automation for cloud applications	Wettinger J., Andrikopoulos V., Leymann F., Strauch S.	IEEE Transactions on Cloud Computing
Threat analysis of software systems: A systematic literature review	Tuma K., Calikli G., Scandariato R.	Journal of Systems and Software
A practical agile framework for IT service and asset management ITSM/ITAM through a case study	Sahid A., Maleh Y., Belaisaoui M.	Journal of Cases on Information Technology
The Path to DevOps	Dornenburg E.	IEEE Software
SQL is no excuse to avoid DevOps	Limoncelli T.A.	Queue
Review of architectural patterns and tactics for microservices in academic and industrial literature	Marquez G., Osses F., Astudillo H.	IEEE Latin America Transactions
Five Predictions for the Coming Decades of Software	Kersten M.	IEEE Software
Introducing Development Features for Virtualized Network Services	Van Rossem S., Tavernier W., Colle D., Pickavet M., Demeester P.	IEEE Communications Magazine
Quantifying cloud performance and dependability: Taxonomy, metric design, and emerging challenges	Herbst N., Bauer A., Kounev S., Oikonomou G., Van Eyk E., Kousiouris G., Evangelinou A., Krebs R., Brecht T., Abad C.L., Iosup A.	ACM Transactions on Modeling and Performance Evaluation of Computing Systems
Key Affordances of Platform-as-a-Service: Self-Organization and Continuous Feedback	Krancher O., Luther P., Jost M.	Journal of Management Information Systems
DevOps: finding room for security	Mansfield-Devine S.	Network Security

Accelerating application delivery in a hybrid world	Weir J., Richard A., Ueda Y.	Fujitsu Scientific and Technical Journal
What Flows through a Software Value Stream?	Kersten M.	IEEE Software
Effect of cooperation on manufacturing IT project development and test bed for successful industry 4.0 Project: Safety management for security	Park S., Huh J.-H.	Processes
Blockchain-based decentralized content trust for docker images	Xu Q., Jin C., Rasid M.F.B.M., Veeravalli B., Aung K.M.M.	Multimedia Tools and Applications
Docker ecosystem – Vulnerability Analysis	Martin A., Raponi S., Combe T., Di Pietro R.	Computer Communications
A case analysis of enabling continuous software deployment through knowledge management	Colomo-Palacios R., Fernandes E., Soto-Acosta P., Larrucea X.	International Journal of Information Management
Regulated software meets DevOps	Laukkarinen T., Kuusinen K., Mikkonen T.	Information and Software Technology
DevOps as a Service: Pushing the Boundaries of Microservice Adoption	Pallis G., Trihinas D., Tryfonos A., Dikaiakos M.	IEEE Internet Computing
Mining the Ground Truth of Enterprise Toolchains	Kersten M.	IEEE Software
Cloud Reliability	Izrailevsky Y., Bell C.	IEEE Cloud Computing
DevOps metrics	Forsgren N., Kersten M.	Communications of the ACM
Building open source security into agile application builds	Mackey T.	Network Security
A cambrian explosion of DevOps tools	Kersten M.	IEEE Software
An Empirical Study of Cloud API Issues	Li Z., Lu Q., Zhu L., Xu X., Liu Y., Zhang W.	IEEE Cloud Computing
Monitoring in a DevOps world	Schlossnagle T.	Communications of the ACM
TOSCA Solves Big Problems in the Cloud and Beyond!	Lipton P., Palma D., Rutkowski M., Tamburri D.A.	IEEE Cloud Computing
Recent progress in software security	Amoroso E.	IEEE Software
Metric selection and anomaly detection for cloud operations using log and metric correlation analysis	Farshchi M., Schneider J.-G., Weber I., Grundy J.	Journal of Systems and Software
Fuzzy clustering of crowdsourced test reports for apps	Jiang H., Chen X., He T., Chen Z., Li X.	ACM Transactions on Internet Technology
Architectural principles for cloud software	Pahl C., Jamshidi P., Zimmermann O.	ACM Transactions on Internet Technology
DevOps for information management systems	Qumer Gill A., Loumish A., Riyat I., Han S.	VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems
A smart provisioning approach to cloud infrastructure	Sandobalin J., Insfran E., Abrahao S.	Journal of Computers (Taiwan)
Implementation of a DevSecOps + Risk Management in a Data Center of a Mexican Organization [Implementación de un enfoque DevSecOps + Risk Management en un Centro de Datos de una organización Mexicana]	Díaz O., Muñoz M.	RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao
Knowledge-based acceptance test driven agile approach for quality software development	Asha N., Mani P.	International Journal of Recent Technology and Engineering
CloudMF: Model-driven management of multi-cloud applications	Ferry N., Chauvel F., Song H., Rossini A., Lushpenko M., Solberg A.	ACM Transactions on Internet Technology

Worked out results of IPCCR framework for AMS projects	Kosiganti S.R., Prasanth Y.	International Journal of Engineering and Technology(UAE)
Organizational Evolution - How Digital Disruption Enforces Organizational Agility	Jesse N.	IFAC-PapersOnLine
Quality and testing - new teaching approaches for software engineers	Almog D., Chasidim H., Mark S.	World Transactions on Engineering and Technology Education
Game operation query language for facilitating game server's FCAPS operation	Yoo H.S., Kim S.-W.	International Journal of Information Technology and Management
Modeling and measuring attributes influencing DevOps implementation in an enterprise using structural equation modeling	Gupta V., Kapur P.K., Kumar D.	Information and Software Technology
IPCCR framework devised for application maintenance and support projects	Rao Kosiganti S., Prasanth Y.	International Journal of Civil Engineering and Technology
Monitoring in a DevOps world	Schlossnagle T.	Queue
From devops to bizops: Economic sustainability for scalable cloud applications	Fokaefs M., Barna C., Litoiu M.	ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems
DevOps metrics	Forsgren N., Kersten M.	Queue
The End of the Manufacturing-Line Analogy	Kersten M.	IEEE Software
Of software and change	Ghezzi C.	Journal of Software: Evolution and Process
Obscured by the cloud: A resource allocation framework to model cloud outage events	Dunne J., Malone D.	Journal of Systems and Software
Cloud Native Standards and Call for Community Participation	Sill A.	IEEE Cloud Computing
Eddy4R 0.2.0: A DevOps model for community-extensible processing and analysis of eddy-covariance data based on R, Git, Docker, and HDF5	Metzger S., Durden D., Sturtevant C., Luo H., Pingintha-Durden N., Sachs T., Serafimovich A., Hartmann J., Li J., Xu K., Desai A.R.	Geoscientific Model Development
Collaborative gathering and continuous delivery of DevOps solutions through repositories	Wettinger J., Breitenbücher U., Falkenthal M., Leymann F.	Computer Science - Research and Development
Lifelong learning and dialogue in a VUCAWorld	Bierwolf R., Frijns P., Kemenade P.V.	IEEE Engineering Management Review
Microservices tenets: Agile approach to service development and deployment	Zimmermann O.	Computer Science - Research and Development
Use of Docker for deployment and testing of astronomy software	Morris D., Voutsinas S., Hambly N.C., Mann R.G.	Astronomy and Computing
Hierarchical Categorization for Artifacts of Configuration Management Tool	Xu P.-X., Chen W., Wu G.-Q., Gao C.-S., Wei J.	Ruan Jian Xue Bao/Journal of Software
Continuous Delivery: Overcoming adoption challenges	Chen L.	Journal of Systems and Software
Enable cloud DevOps approach for industry and higher education	Airaj M.	Concurrency Computation
Secure DevOps Foundations for Large-Scale Software Systems	O'Neill D.	CrossTalk
Towards a full-stack devops environment (platform-as-a-service) for cloud-hosted applications	Li Z., Zhang Y., Liu Y.	Tsinghua Science and Technology
The Software Architect and DevOps	Bass L.	IEEE Software

Using Analytics to Guide Improvement during an Agile-DevOps Transformation	Snyder B., Curtis B.	IEEE Software
Service provider DevOps	John W., Marchetto G., Németh F., Sköldström P., Steinert R., Meirosu C., Papafili I., Pentikousis K.	IEEE Communications Magazine
IT troubleshooting with drift analysis in the DevOps era	Meng F.J., Wegman M.N., Xu J.M., Zhang X., Chen P., Chafle G.	IBM Journal of Research and Development
Francois Raynaud on DevSecOps	Carter K.	IEEE Software
Continuous software engineering: A roadmap and agenda	Fitzgerald B., Stol K.-J.	Journal of Systems and Software
Fueling the evolution	Meirosu C., John W., Opsenica M., Mecklin T., Degirmenci F., Dinsing T.	Ericsson Review (English Edition)
Modular Architectures Make You Agile in the Long Run	Sturtevant D.	IEEE Software
API evolution and compatibility: A data corpus and tool evaluation	Jezek K., Dietrich J.	Journal of Object Technology
Actionable Analytics for Software Engineering	Yang Y., Falessi D., Menzies T., Hihn J.	IEEE Software
Value Stream Architecture	Kersten M.	IEEE Software
State-of-the-Art Software Testing	Spinellis D.	IEEE Software
Critical analysis of vendor lock-in and its impact on cloud computing migration: a business perspective	Opara-Martins J., Sahandi R., Tian F.	Journal of Cloud Computing
The Architect's Role in Community Shepherding	Tamburri D.A., Kazman R., Fahimi H.	IEEE Software
DevOps for network function virtualisation: an architectural approach	Karl H., Dräxler S., Peuster M., Galis A., Bredel M., Ramos A., Martrat J., Siddiqui M.S., van Rossem S., Tavernier W., Xilouris G.	Transactions on Emerging Telecommunications Technologies
The Value of a Single Solution for End-to-End ALM Tool Support	Gatrell M.	IEEE Software
DevOps and Its Practices	Zhu L., Bass L., Champlin-Scharff G.	IEEE Software
Being a DevOps Developer	Spinellis D.	IEEE Software
Microservices Architecture Enables DevOps: Migration to a Cloud-Native Architecture	Balalaie A., Heydarnoori A., Jamshidi P.	IEEE Software
DevOps	Ebert C., Gallardo G., Hernantes J., Serrano N.	IEEE Software
DevOps: Making It Easy to Do the Right Thing	Callanan M., Spillane A.	IEEE Software
DevOps advantages for testing: Increasing quality through continuous delivery	Gotimer G., Stiehm T.	CrossTalk
Operational: The Forgotten Architectural View	Woods E.	IEEE Software
Chaos Engineering	Basiri A., Behnam N., De Rooij R., Hochstein L., Kosewski L., Reynolds J., Rosenthal C.	IEEE Software
Developing Dependable and Secure Cloud Applications	Weber I., Nepal S., Zhu L.	IEEE Internet Computing
Automation in the Era of Economic Crises	Mather Y.	Critique (United Kingdom)
Network Devops solution for creating new network services	Takimoto M., Komine H., Tamura K.	Fujitsu Scientific and Technical Journal
Non-Intrusive Anomaly Detection with Streaming Performance Metrics and Logs for DevOps in Public Clouds: A Case Study in AWS	Sun D., Fu M., Zhu L., Li G., Lu Q.	IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing

Streamlining DevOps automation for Cloud applications using TOSCA as standardized metamodel	Wettinger J., Breitenbücher U., Kopp O., Leymann F.	Future Generation Computer Systems
FUTURE SKILLS	Evans N.D.	ITNOW
Dimensions for Evaluating Cloud Resource Orchestration Frameworks	Khoshkbarfroushha A., Wang M., Ranjan R., Wang L., Alem L., Khan S.U., Benattallah B.	Computer
Delivering software with agility and quality in a cloud environment	Oliveira F., Eilam T., Nagpurkar P., Isci C., Kalantar M., Segmuller W., Snible E.	IBM Journal of Research and Development
On the fading of organizational interfaces in the era of Internet-of-Things	Lustenberger F.	IEEE Engineering Management Review
Building scalable, secure, multi-Tenant cloud services on IBM Bluemix	Kim M., Mohindra A., Muthusamy V., Ranchal R., Salapura V., Slominski A., Khalaf R.	IBM Journal of Research and Development
Smart Brix-a continuous evolution framework for container application deployments	Schleicher J.M., Vögler M., Inzinger C., Dustdar S.	PeerJ Computer Science
Developing and Operating Industrial Security Services to Mitigate Risks of Digitalization	Jansen C.	IFAC-PapersOnLine
Microservices	Yousif M.	IEEE Cloud Computing
Design and implementation of a social networking platform for cloud deployment specialists	Magoutis K., Papoulas C., Papaioannou A., Karniavoura F., Akestoridis D.-G., Parotsidis N., Korozi M., Leonidis A., Ntoa S., Stephanidis C.	Journal of Internet Services and Applications
The modern cloud-based platform	Tilkov S.	IEEE Software
Achieving reliable high-frequency releases in cloud environments	Zhu L., Xu D., Tran A.B., Xu X., Bass L., Weber I., Dwarakanathan S.	IEEE Software
Continuous delivery: Huge benefits, but challenges too	Chen L.	IEEE Software
Is Amazon becoming the new cool software company for developers?	Bernstein D.	IEEE Cloud Computing
Compensation and Convergence - Comparing and Combining Deployment Automation Approaches	Wettinger J., Breitenbücher U., Leymann F.	International Journal of Cooperative Information Systems
SDI and DevOps: You need to get ready now, but tread carefully	Steinberg R.	Cutter IT Journal
Cloud standards and the spectrum of development	Sill A.	IEEE Cloud Computing
A mapping study on cooperation between information system development and operations	Erich F., Amrit C., Daneva M.	Lecture Notes in Computer Science
Adopting devops practices in quality assurance	Roche J.	Communications of the ACM
Adopting DevOps Practices in Quality Assurance	Roche J.	Queue
Development and deployment at facebook	Feitelson D.G., Frachtenberg E., Beck K.L.	IEEE Internet Computing
A DevOps framework to shorten delivery time for cloud applications	Hosono S.	International Journal of Computational Science and Engineering
Don't install software by hand	Spinellis D.	IEEE Software
Package management systems	Spinellis D.	IEEE Software
Disciplined agile delivery and collaborative DevOps	Ambler S.W.	Cutter IT Journal
Devops and the people who practice it: Winning their hearts and minds	Mueller E.	Cutter IT Journal
Where is IT operations within devops?	Keyworth B.	Cutter IT Journal

Why enterprises must adopt devops to enable continuous delivery	Humble J., Molesky J.	Cutter IT Journal
Devops: So you say you want a revolution?	DeGrandis D.	Cutter IT Journal
Devops at advance internet: How we got in the door	Shamow E.	Cutter IT Journal
The business case for devops: A five-year retrospective	Fitzpatrick L., Dillon M.	Cutter IT Journal
Next-generation process integration: CMMI and ITIL do devops	Phifer B.	Cutter IT Journal

Tabela 1 – Lista de trabalhos relacionados ao tema DevOps

Analisando as fontes dos trabalhos encontrados, foi possível identificar que a Instituição IEEE Software foi a entidade com mais documento encontrados, cerca de 20% dos trabalhos encontrados foram da organização.

Ademais, as organizações Cutter IT Journal, IEEE Cloud Computing, Journal of Systems and Software, Communications of the ACM, Information and Software Technology, Queue e Ruan Jian Xue Bao/Journal of Software se destacaram no cenário que aborda o tema DevOps. Certamente, essas entidades deverão servir de bechmarking para leitura e conhecimento do tema DevOps.

Os temas “Software engineering”, “Software design” e “Software development” tiveram destaque, sendo considerados os principais clusters. O tema DevOps está intimamente ligado ao desenvolvimento de software. No entanto, existem diversos trabalhos aplicados a diversos outros temas, como por exemplo, consultoria, gestão de projetos e na área médica.

Vale ressaltar que foi possível identificar que o tema DevOps também está ligados a diversos temas, como por exemplo, “cloud computing” e “web services”. Essa evidência corrobora para a alta aplicabilidade do tema em diversas áreas de TI.

PALAVRA-CHAVE	OCORRÊNCIAS
Devops	94
Software engineering	48
Software design	44
Software development	28
Continuous delivery	13
Cloud computing	24
Continuous deployment	12
Development and operations	14
Application porograms	12
Computer Software	10
Web services	10
Devops	94
Software engineering	48

Tabela 2 – Principais palavras-chave dos trabalhos selecionados.

O tema DevOps ainda é um tema pouco abordado entre os pesquisadores, pois foi um tema oriundo do mercado de desenvolvimento de software e que incorporou técnicas de diversas metodologias ágeis, como por exemplo, o Scrum.

Diante deste cenário foi possível identificar uma aglomeração de autores com diversas publicações sobre o tema. Na tabela abaixo é possível identificar que 10 autores se destacaram no tema e poderão servir de referência sobre o tema.

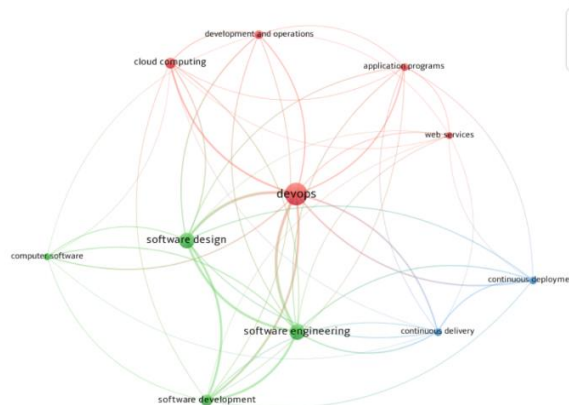


Figura 5 - Clusters de palavras dos trabalhos selecionados.

As publicações do tema DevOps deram início no de 2011, com 8 publicações. De 2012 a 2014 houve uma queda no número de publicações em todo mundo. Já a partir do ano de 2015 tivemos uma curva ascendente, atingindo 47 publicações até novembro de 2019.

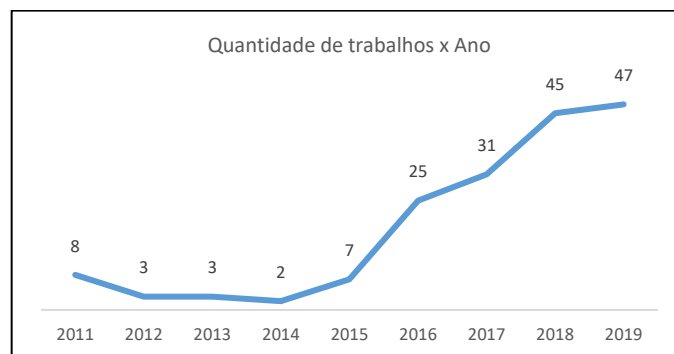


Figura 6 - Número de publicações por ano. Fonte: O autor

5. CONCLUSÃO

DevOps visa fornecer diretrizes para o mercado de novos softwares e alcançar um maior nível de estabilidade. A Implementação multifuncional, equipes orientadas ao produto ajuda a preencher as lacunas entre software desenvolvimento e operações.

Ao garantir suas transformações, o DevOps tem todos os princípios descritos e podem ser seguidos por profissionais que buscarem se preparar na ferramenta, equipes podem alcançar desempenho superior e agregar valor nas organizações.

DevOps é frequentemente desafiador, mas histórias de todo as indústrias mostram que muitas organizações já superamos o início obstáculos e planeja continuar seu progresso, citando o valor para suas organizações e os benefícios para a equipe.

Através da pesquisa sobre o tema e da análise dos trabalhos listados nas sessões anteriores, foi possível identificar quais instituições são mais ativas e podem ser tratadas como referência quando o assunto a ser pesquisado for relacionado à metodologias ágeis e o framework DevOps.

Além disso, foi possível identificar quais são os maiores estudiosos na área de DevOps e por consequência podem ser convidados e entrevistados em futuros trabalhos para aprofundamento sobre o tema. Por fim, foi possível identificar quais são os trabalhos mais citados sobre o tema e por consequência poderão serem utilizados para basear novos estudos e pesquisas sobre o tema.

REFERÊNCIAS

- Alvarado, R. U. (1984). A bibliometria no Brasil. *Ciência da informação*, 13(2).
- Alvarado, R. U. (2007). A bibliometria: história, legitimação e estrutura. Para entender a ciência da informação. Salvador: EDUFBA, 185-217.
- Araújo, C. A. (2006). Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em questão*, 12(1), 11-32.
- PERES VANTI, N. A. (2002). Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. *Ciência da informação*, 31(2), 152-162.
- Maia, M., Tsunoda, D. F., & dos Santos Neto, J. A. (2019, August). ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DOS ANAIS DO SEMINÁRIO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO (2001–2017). In VIII Seminário em Ciência da Informação-SECIN.
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of documentation*, 25(4), 348-349.
- Lwakatare, L. E., Kuvaja, P., & Oivo, M. (2015, May). Dimensions of devops. In International conference on agile software development (pp. 212-217). Springer, Cham.
- Lwakatare, L. E., Kuvaja, P., & Oivo, M. (2016). An exploratory study of devops extending the dimensions of devops with practices. *ICSEA 2016*, 104.
- SAUNDERS, M; LEWIS, P.; THORNHILL, A. Research methods for business students. 5.ed. Harlow, England: Pearson Education, 2009.