

COMPUTAÇÃO EM NÉVOA: Um mapeamento sistemático

Felipe Leal Marcula e Silva

Graduando em Sistemas de Informação na FASETE – Faculdade Sete de Setembro, Paulo Afonso - BA;
felipe.marcula@gmail.com

Igor Peterson Oliveira Santos

Docente na FASETE – Faculdade Sete de Setembro, Paulo Afonso - BA; Mestre em Ciência da
Computação pela Universidade Federal de Sergipe (UFS); igorpetereson@gmail.com

Leonardo de Araújo Sales

Graduando em Sistemas de Informação na FASETE – Faculdade Sete de Setembro, Paulo Afonso - BA;
leofasete@gmail.com

RESUMO

Computação em Nuvem é um conceito que faz referência a uma tecnologia que permite o acesso de programas, arquivos e serviços por meio da internet, sem a necessidade de instalação de programas ou armazenamento de dados, sendo uma das suas características a centralização. Diante da necessidade de obter uma descentralização dos dados, surgiu a Computação em Névoa, aperfeiçoando recursos e aumentando o desempenho das comunicações em redes. Este artigo tem como objetivo realizar um Mapeamento Sistemático que consiste em identificar e apresentar quais temas da Computação em Névoa estão sendo estudados e aplicados no cenário atual. Um total de 197 artigos foram analisados por meio de *Strings* de busca e, após, a adoção de critérios de inclusão e exclusão por meio de bibliotecas digitais (IEEE, BDBComp), foram selecionados 21 artigos considerados relevantes para este trabalho, o que mostrou os principais temas estudados desta tecnologia nos últimos oito anos desde sua criação e que a cada ano sua pesquisa e tendência crescem.

Palavras-chave: Computação em Névoa. Mapeamento Sistemático. Descentralização de dados.

ABSTRACT

Cloud computing is a concept that refers to a technology that allows the access of programs, files and services through the internet, without the need of installing programs or storing data, one of its characteristics being centralization. Faced with the need to achieve decentralization of data, Fog Computing emerged, improving resources and increasing the performance of network communications. This article aims to perform a Systematic map that consists of identifying and presenting which Fog Computing topics are being studied and applied in the current scenario. A total of 197 articles were analyzed using search strings and, afterwards, the inclusion and exclusion criteria through digital libraries (IEEE, BDBComp), 21 articles considered relevant to this work were selected, which shows the main themes studied of this technology in the last eight years since its creation and that each year its research and trend grows.

KeyWords: Fog Computing. Systematic map. Data Decentralization.

1 INTRODUÇÃO

As tecnologias mudaram a maneira como empresas, fornecedores, colaboradores e clientes se relacionam. Com o passar dos anos, novos equipamentos, metodologias e *softwares* foram criados para melhorar a experiência de todos em nossa sociedade. Diante desse contexto, entra o conceito de Computação na Nuvem (*Cloud Computing*), que vem revolucionando as atividades empresariais e conquistando cada vez mais espaço no mercado.

O termo Computação em Nuvem pode ser definido como um conjunto de uma grande rede de servidores interligados, sejam eles virtuais ou físicos, ou ainda pode ser definido como sendo um conjunto de recursos computacionais disponibilizados na internet como um serviço (SOUSA et al, 2009).

Para Zhou, Zhang e Xiong (2017), com o rápido desenvolvimento de dispositivos inteligentes difusos e tecnologias de rede onipresentes, novos aplicativos de rede estão surgindo, como a internet das coisas, cidades inteligentes, redes inteligentes, realidade virtual/aumentada e veículos não tripulados. A Computação em Nuvem, caracterizada por computação e armazenamento centralizados, tem dificuldades em atender às necessidades dessas tecnologias e aplicativos em desenvolvimento.

A Computação em Névoa fornece à nuvem um complemento para lidar com os dois *exabytes* de dados gerados diariamente com o IOT (*Internet of Things*). O processamento de dados mais perto de onde o mesmo é produzido e necessário, resolve os desafios de volume de dados, variedade e velocidade, segundo a Cisco (2019).

Esta tecnologia, acelera a conscientização e a resposta aos eventos, eliminando uma viagem de ida e volta à nuvem para análise. Em última análise, as organizações que adotam a computação de neblina obtêm *insights* mais profundos e mais rápidos, levando a uma maior agilidade nos negócios, níveis de serviço mais altos e maior segurança, de acordo com a própria Cisco (2019).

Nos últimos anos, diversos temas relacionados a Computação em Névoa estão sendo abordados com mais frequência, como suas aplicações, serviços, arquitetura, conceitos, segurança e privacidade e seu uso com IOT. Logo, este artigo tem como objetivo construir um mapeamento sistemático que proporcione uma visão geral do tema pesquisado, identificando as tendências e o crescimento da Computação em Névoa.

Este artigo está dividido em 4 Seções. Na Seção 2 a metodologia para o desenvolvimento do mapeamento sistemático. A Seção 3 demonstra o desenvolvimento, resultados obtidos e a análise dos mesmos. Por fim, na Seção 4 apresenta a conclusão.

2 METODOLOGIA

Um mapeamento sistemático é um estudo rigoroso baseado em métodos de revisão sobre os métodos sistemáticos de revisão da literatura, aos quais esses estudos de mapeamento se diferenciam das revisões (PETERSEN, 2011). Nas próximas seções, serão apresentadas as etapas e realização deste mapeamento sistemático, (A) Definição das questões de pesquisa, (B) Estratégias para definição de fontes de busca e *Strings* de busca e (C) Critérios de inclusão e exclusão.

A. Questões de pesquisa

Para a definição da questão de pesquisa utilizada no mapeamento sistemático deste estudo, definiu-se o escopo como: identificar e apresentar quais temas da computação em névoa estão sendo estudados e aplicados no cenário atual. Para alcançar esse objetivo foi formulada a seguinte questão de pesquisa (QP): “Quais temas da Computação em Névoa estão sendo mais estudados e utilizados nos últimos anos? ”

Para melhor responder esta questão de pesquisa, ela foi dividida em questões de mapeamento (QM), que seguem abaixo.

QM1 - Quais temas possuem maior relevância no estudo da Computação em Névoa?

QM2 – Com qual frequência são realizadas pesquisas relacionadas a Computação em Névoa?

QM3 – Como os estudos realizados contribuem para o desenvolvimento contínuo da Computação em Névoa?

B. Estratégia utilizada para busca

Para a execução desta pesquisa, as seguintes bases de dados eletrônicas da Ciência da Computação foram selecionadas: Biblioteca Digital Brasileira de Computação (BDBComp, 2019) e IEEE (2019).

A escolha da BDBComp baseou-se no fato de ser uma biblioteca digital com grande relevância nacional na área da computação, suprimindo a necessidade de identificar estudos nacionais, e assim, contendo uma quantidade considerável de conteúdos que serão agregados ao objetivo deste estudo. A IEEE se deu ao fato de ser uma das bibliotecas digitais mais renomadas no mundo, disponibilizando assim uma quantidade exacerbada estudos que se relacionam a Computação em Névoa. Também foi utilizada por apresentar uma amplitude imensa de artigos científicos escritos por autores de outros países, utilizando como idioma o inglês.

As *Strings* utilizadas para a busca, com o objetivo de obter os maiores resultados possíveis, em ambas as bibliotecas foram: (“Computação em névoa”) e (“*Fog Computing*”).

C. Critérios de inclusão e exclusão

Com o intuito de selecionar apenas os artigos relevantes, os seguintes critérios de inclusão e exclusão dos artigos foram definidos.

Os critérios de inclusão dos estudos foram:

- O artigo deverá apresentar um estudo sobre a Computação em Névoa, claramente identificado no resumo/*abstract*;
- A data de publicação do artigo deve ser até 2019 e,
- Disponibilidade na *web*.

Os critérios de exclusão foram:

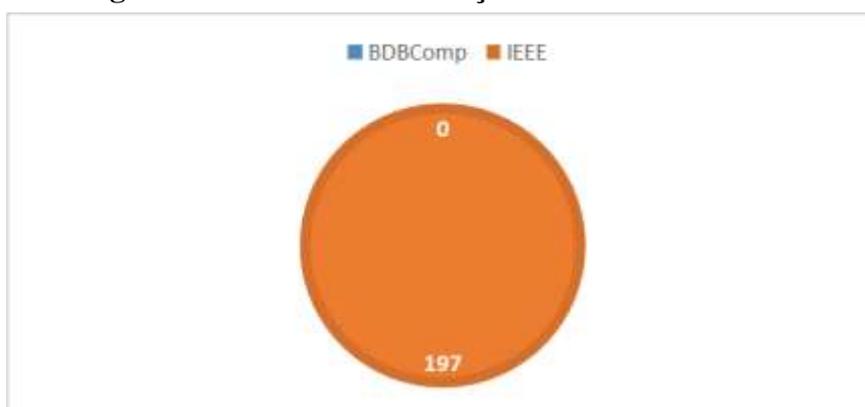
- Artigos escritos antes de 2012³³;

³³ A escolha do ano se deu ao fato de ser uma tecnologia recente e que surgiu no ano de 2012.

- Linguagem do artigo diferente de inglês ou português,
- Estudos duplicados e,
- Estudos que utilizam a Computação em Nuvem como ferramenta, não tema principal.

A execução da *string* de busca ocorreu em abril de 2019, através desta, obteve-se um total 197 artigos encontrados. Sendo, para a base, o BDBComp com 0 e o IEEE com 197, conforme ilustra a **Figura 1** a seguir.

Figura 1: Resultados da Seleção das bases de estudos



Fonte: Autores, 2019

3 RESULTADOS OBTIDOS

Como apresentado anteriormente, dos **197** artigos retornados a partir da execução da *string* de busca, apenas **21** foram selecionados para a caracterização proposta neste trabalho, conforme os critérios de seleção e exclusão. A seguir, os Quadros mostram os autores, títulos, datas das publicações e resumo dos artigos selecionados, separados pelos principais temas encontrados. O **Quadro 1** Segurança/Privacidade de dados, o **Quadro 2** Computação em Nevoa como solução para IOT e o **Quadro 3** conceitos, arquitetura, aplicações e/ou serviços.

Quadro 1 – Artigos encontrados – Segurança/Privacidade de dados

AUTORES	TITULOS	DATA DE PUBLICAÇÃO	RESUMO DO ARTIGO
STOLFO, Salvatore J.; SALEM, Malek Ben; KEROMYTIS, Angelos D.	<i>Fog Computing: Mitigating Insider Data Theft Attacks in the Cloud.</i>	2 de Julho, 2012	Propõe uma abordagem diferente para proteger dados na nuvem usando a tecnologia de iscas ofensivas. Monitorando o acesso a dados na nuvem e detectando padrões de acesso a dados anormais.

Felipe Leal Marcula e Silva | Igor Peterson Oliveira Santos | Leonardo de Araújo Sales

HUANG, Qinlong; YANG, Yixian; WANG, Licheng.	<i>Secure Data Access Control With Ciphertext Update and Computation Outsourcing in Fog Computing for Internet of Things.</i>	14 de Julho, 2017	Neste artigo, propõe-se um esquema de controle de acesso a dados seguro e refinado com atualização de texto cifrado e terceirização de computação em Computação em Névoa para IOT.
WANG, Qixu; CHEN, Dajiang; ZHANG, Ning; DING, Zhe; QIN, Zhiguang.	<i>PCP: A Privacy-Preserving Content-Based Publish-Subscribe Scheme With Differential Privacy in Fog Computing.</i>	4 de Setembro, 2017	Neste artigo, propõe-se um esquema de publicação/ assinatura com base em conteúdo de preservação de privacidade com privança diferencial no contexto de Computação de Névoa, denominado PCP, em que os nodos de névoa atuam como intermediários.
MUKHERJEE, Mithun; MATAM, Rakesh; SHU, Lei; MAGLARAS, Leandros; FERRAG, Mohamed Amine; CHOUDHURY, Nikumani; KUMAR, Vikas.	<i>Security and Privacy in Fog Computing: Challenges.</i>	6 de Setembro, 2017	Fornece uma visão geral das questões de segurança e privacidade existentes, particularmente para a Computação de Névoa. Posteriormente, esta pesquisa destaca o esforço de pesquisa em andamento, os desafios abertos e as tendências de pesquisa em questões de privacidade e segurança para Computação de Névoa.
ZAHRA, Samman; ALAM, Masoom; JAVAID, Qaisar; WAHID, Abdul; JAVAID, Nadeem; MALIK, Saif Ur Rehman; KHAN, Muhammad Khurram.	<i>Fog Computing Over IoT: A Secure Deployment and Formal Verification.</i>	22 de Novembro, 2017	Este artigo está basicamente focado na superação dos problemas de segurança encontrados durante a terceirização de dados, do cliente da névoa ao nó de névoa.
EL-LATIF, Ahmed A. Abd; ABD-EL-ATTY, Bassem; HOSSAIN, M. Shamim; ELMOUGY, Samir; GHONEIM	<i>Secure Quantum Steganography Protocol for Fog Cloud Internet of Things</i>	30 de Janeiro, 2018	Apresenta uma nova estrutura para informações seguras em nuvem da névoa em IOT. Na estrutura, o usuário em um local incorpora seus dados valiosos através do protocolo de esteganografia quântica proposto e carrega os dados cobertos para a nuvem da névoa.
ZHANG, Lei; LI, Jiangtao	<i>Enabling Robust and Privacy-Preserving Resource Allocation in Fog Computing.</i>	6 de Setembro, 2018	Neste artigo, propõe-se um esquema de alocação de recursos que preserva a privacidade para a Computação de Névoa. Essa nova proposta tem uma expansão constante de mensagens e é segura contra um interceptador e um gateway inteligente que é empregado para executar o algoritmo de alocação de recursos.
TU, Shanshan;	<i>Security in</i>	6 de	Investiga o PLS que

Felipe Leal Marcula e Silva | Igor Peterson Oliveira Santos | Leonardo de Araújo Sales

WAQAS, Muhammad; REHMAN, Sadaqat Ur; AAMIR, Muhammad; REHMAN, Obaid Ur; JIANBIAO, Zhang; CHANG, Chin-Chen.	<i>Fog Computing: A Novel Technique to Tackle an Impersonation Attack</i>	Setembro, 2018	explora as propriedades do canal entre o usuário final e o nó de névoa para detectar o ataque de representação na rede de Computação de Névoa.
---	---	----------------	--

Quadro 2 – Artigos encontrados – Computação em Névoa como solução para IOT

AUTORES	TITULOS	DATA DE PUBLICAÇÃO	RESUMO DO ARTIGO
LU, Rongxing; HEUNG, Kevin; LASHKARI, Arash Habibi; GHORBANI, Ali Akbar	<i>A Lightweight Privacy-Preserving Data Aggregation Scheme for Fog Computing-Enhanced IoT</i>	15 de junho, 2018	Neste artigo, apresenta-se um esquema leve de agregação de dados que preserva a privacidade, chamado <i>Lightweight Privacy-preserving Data Aggregation</i> , que preserva a agregação de dados com privacidade, para IOT aprimorada com Computação de Névoa.
GIA, Tuan Nguyen; RAHMANI, Amir-Mohammad.; WESTERLUND, Tomi; LILJEBERG, Pasi; TENHUNEN, Hannu.	<i>Fog Computing Approach for Mobility Support in Internet-of-Things Systems.</i>	15 de junho, 2018	O artigo discutiu e analisou as métricas para o mecanismo de <i>handover</i> baseado em <i>Wi-Fi</i> . Os resultados mostram que o mecanismo de <i>handover</i> proposto é uma abordagem muito promissora para o suporte à mobilidade nos sistemas de Computação de Névoa e IOT.
Wei, Ziling; Jiang, Hai.	<i>Optimal Offloading in Fog Computing Systems With Non-Orthogonal Multiple Access.</i>	5 de setembro, 2018	Neste artigo, para melhorar a eficiência de descarregamento, o acesso múltiplo não ortogonal de <i>downlink</i> é aplicado em sistemas de Computação de Névoa, de tal forma que o dispositivo IOT pode realizar o descarregamento simultâneo para múltiplos nós de névoa.

Quadro 3 – Artigos encontrados – Conceitos, arquiteturas, aplicações e/ou serviços

AUTORES	TITULOS	DATA DE PUBLICAÇÃO	RESUMO DO ARTIGO
OSANAIYE, Opeyemi; CHEN, Shuo; YAN, Zheng; LU, Rongxing; CHOO, Kim- Kwang Raymond; DLODLO, Mqhele.	<i>From Cloud to Fog Computing: A Review and a Conceptual Live VM Migration Framework.</i>	11 de Abril, 2017	Neste artigo, descreve-se a arquitetura da Computação de Névoa e revisa-se seus diferentes serviços e aplicações.

Felipe Leal Marcula e Silva| Igor Peterson Oliveira Santos| Leonardo de Araújo Sales

KRAEMER, Frank Alexander; BRATEN, Anders Eivind; TAMKITTIKHUN, Nattachart; PALMA, David.	<i>Fog Computing in Healthcare—A Review and Discussion</i>	15 de Maio, 2017	Apresenta a primeira revisão sobre Computação de Névoa na área de informática em saúde e explora, classifica e discute os diferentes casos de uso de aplicativos apresentados na literatura. Para isso, categoriza-se os aplicativos em classes de casos de uso.
LI, Ting; LIU, Yuxin; GAO, Longxiang; LIU, Anfeng.	<i>A Cooperative-Based Model for Smart-Sensing Tasks in Fog Computing.</i>	26 de Setembro, 2017	Neste trabalho, um modelo baseado em cooperação para tarefas de smartphones, denominado modelo baseado em cooperação para tarefas de sensor inteligente (CMST), é proposto para promover a qualidade da coleta de dados nas redes de Computação de Névoa.
LIU, Yang; FIELDSSEND, Jonathan E.; MIN, Geyong.	<i>A Framework of Fog Computing: Architecture, Challenges, and Optimization</i>	26 de Outubro, 2017	Investiga um cenário de aplicação e conduz a otimização de recursos formulando o problema de otimização e resolvendo-o através de um algoritmo genético. A análise resultante gera algumas informações importantes sobre a escalabilidade em Névoa.
MOURADIAN, Carla; NABOULSI, Diala; YANGUI, Sami; GLITHO, Roch H.; MORROW, Monique J.; Polakos, Paul A	<i>A Comprehensive Survey on Fog Computing: State-of-the-Art and Research Challenges.</i>	9 de Novembro, 2017	Este artigo apresenta uma pesquisa abrangente sobre Computação de Névoa. E, revê criticamente o estado da arte à luz de um conjunto conciso de critérios de avaliação.
KIM, Won-Suk; CHUNG, Sang-Hwa	<i>User-Participatory Fog Computing Architecture and Its Management Schemes for Improving Feasibility.</i>	19 de Março, 2018	Neste artigo, propõe-se uma arquitetura de Computação de Névoa participativa do usuário e seus esquemas de gerenciamento para abordar os problemas relacionados à sua viabilidade.

Felipe Leal Marcula e Silva| Igor Peterson Oliveira Santos| Leonardo de Araújo Sales

NAHA, Ranesh Kumar; GARG, Saurabh; GEORGAKOPOULOS, Dimitrios; JAYARAMAN, Prem Prakash; GAO, Longxiang; XIANG, Yong; RANJAN, Rajiv.	<i>Fog Computing: Survey of Trends, Architectures, Requirements, and Research Directions.</i>	22 de Agosto, 2018	Este artigo traz uma visão geral da Computação de Névoa, na qual a definição, tendências de pesquisa e as diferenças técnicas entre o Névoa e a Nuvem são revisadas. Em seguida, investiga-se numerosas arquiteturas de Computação de Névoa propostas.
SHEN, Fei; ZHANG, Guowei; ZHANG, Chongchong; YANG, Yang; YANG, Rong.	<i>An Incentive Framework for Resource Sensing in Fog Computing Networks.</i>	21 de Fevereiro, 2019	Propõe uma nova estrutura de incentivos para motivar os nodos de Névoa a fornecer dados de detecção de recursos, frequentemente, ao controlador de nevoeiro baseado no “jogo de <i>Stackelberg</i> ”.
WAQAS, Muhammad; NIU, Yong; AHMED, Manzoor; LI, Yong; JIN, Depeng; HAN, Zhu	<i>Mobility -Aware Fog Computing in Dynamic Environments: Understandings and Implementation</i>	27 de Novembro, 2018	Fornece uma pesquisa de ponta sobre mobilidade em Computação em Névoa. Identificando os problemas de mobilidade, requisitos e características das diferentes propostas, descobrimos os problemas abertos dos estudos subsistentes e resume-se as vantagens da mobilidade para os leitores.
WANG, Dongyu; LIU, Zhaolin; WANG, Xiaoxiang; LAN, Yanwen.	<i>Mobility -Aware Task Offloading and Migration Schemes in Fog Computing Networks.</i>	9 de Março, 2019	Neste trabalho, considera-se uma arquitetura genérica de redes de Computação em Névoa com três camadas, e a mobilidade de equipamentos de usuários é caracterizada pelo tempo de permanência em cada cobertura de nós de Computação de Névoa, que segue a distribuição crescente.

Logo após, a **Figura 2** representa a porcentagem e quantidades dos principais temas encontrados, segurança/privacidade de dados, Computação em Névoa como solução para IOT e conceitos, arquitetura, aplicações e/ou serviços, representados em um gráfico.

Figura 2 - Resultados da Seleção das bases de estudos

Fonte: Autores, 2019

Para responder à questão de pesquisa (QP): “Quais temas da computação em névoa estão sendo mais estudados e utilizados nos últimos anos?”, os dados coletados foram analisados a partir das respostas das questões de mapeamento (QM). A primeira questão (QM1), buscou verificar quais temas possuem maior relevância no estudo da computação em névoa.

Percebe-se que desde o seu surgimento, em 2011, **48%**, que corresponde a 10 artigos, dos estudos relacionados a Computação em Névoa tem como tema principal conceitos, arquitetura, aplicações e/ou serviços. Logo, pode-se afirmar que diversos estudos foram feitos para explicar e aplicar na prática esta tecnologia, melhorando e aprimorando seu uso em diversas áreas.

Com **38%**, com um total de 8 artigos, a segurança/privacidade de dados teve boa parte do foco do estudo sobre esta área ao longo desses anos. Assim, com o crescimento de dados e o surgimento dessa nova vertente da Computação em Nuvem, a confidencialidade de informações pessoais continua sendo uma preocupação para desenvolvedores e entusiastas da Computação em Névoa.

Já a Computação em Névoa como solução para IOT, apenas **14%**, com 3 artigos representantes. Portanto, seu estudo ainda passa por um processo lento de verificação e aprofundamento, porém, um dos principais usos desta nova área continua sendo o IOT.

Na segunda questão (QM2), buscou-se apresentar a frequência da realização de pesquisas relacionadas a Computação em Névoa. A **Figura 3** abaixo demonstra a frequência de estudos dos artigos selecionados ao longo dos últimos oito anos.

Figura 3 - Estatística dos Estudos ao longo dos anos



Fonte: Autores, 2019

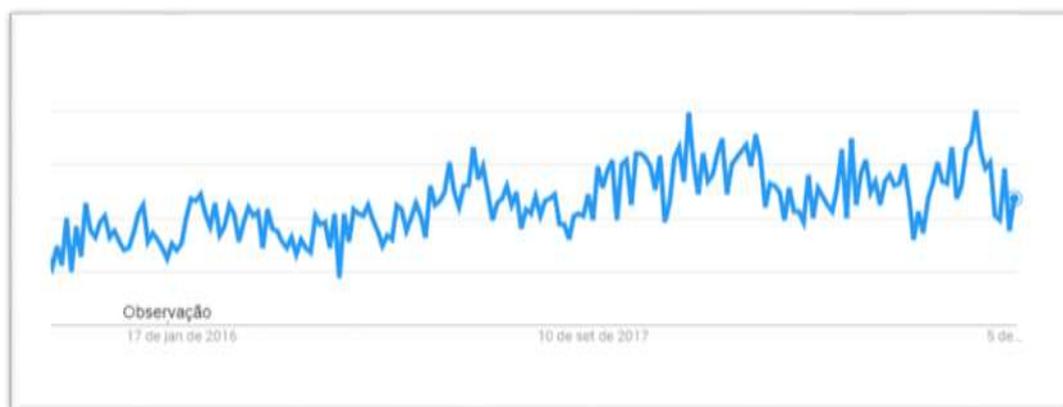
A análise dos dados revela que houve maiores índices de pesquisas nos últimos três anos, com dez publicações no ano de 2017. Porém, nos primeiros anos desta nova área, houve poucos ou nenhum artigo publicado, isso deve-se ao fato da sua recente criação e pouco desenvolvimento relacionado a mesma.

De acordo com o *Google Trends*, nos últimos cinco anos, o termo "*Fog Computing*" vem apresentando um crescente nas buscas pela plataforma de pesquisa do *Google*. O Paquistão é o país com mais buscas relacionadas ao tema, seguido de Índia, Tunísia, Coreia do Sul e Taiwan. O Brasil se encontra apenas em vigésimo quinto colocado no *ranking*, como demonstra a **Figura 4** abaixo.

Figura 4 - Países com mais buscas relacionadas a Computação em Névoa.

Fonte: *Google Trends*, 2019

As buscas pela Computação em Névoa no Brasil, de acordo com o *Google Trends*, vieram atingir seu pico entre dezembro de 2017 e março de 2018, como demonstrado na **Figura 5**. Além disso, ela possui como assuntos relacionados em ascensão, os títulos: "*Fog Computing*", "*Internet*", "Internet das Coisas" e "*Edge Computing*".

Figura 5 - Crescimento das buscas pela Computação em Névoa

Fonte: *Google Trends*, 2019

Com base nos dados obtidos e nos gráficos apresentados, é possível responder a terceira questão (**QM3**), como os estudos realizados contribuem para o desenvolvimento contínuo da Computação em Névoa. Percebe-se que os temas mais pesquisados nesta área da Computação em Nuvem estudam sobre, principalmente, arquitetura, aplicações, serviços, segurança, entre outros. Com isso, o aprofundamento das pesquisas impulsiona a Computação em Nuvem para um constante aperfeiçoamento nos seus respectivos usos.

4 CONCLUSÃO

Neste artigo realizou-se um mapeamento sistemático com o objetivo de proporcionar uma visão geral e identificar as tendências e o crescimento da Computação em Névoa. Para alcançar esse objetivo formulou-se a seguinte questão de pesquisa (QP): “Quais temas da computação em névoa estão sendo mais estudadas e utilizadas nos últimos anos?” E para responder à questão de pesquisa foram criadas três questões de mapeamento.

Na (QM1) foi constatado que conceitos, arquitetura, aplicações e/ou serviços; segurança/privacidade de dados e Computação em Névoa como solução para IOT são os principais temas encontrados nas pesquisas relacionadas a esta nova área.

Já na (QM2) foi identificado as frequências de estudo desde o surgimento até a publicação deste artigo. O ano de 2017 mostrou-se o ano com maior número de estudos realizados com uma pequena queda em 2018. Além disso, no ano de 2013 ao ano de 2016 não houve pesquisas nesta área, dentro dos parâmetros estabelecidos.

Por fim, na (QM3), através de todos os dados apresentados, identificou-se que as pesquisas realizadas nas áreas falam sobre temas que impulsionam a mesma, mostrando conceitos, aspectos, segurança e privacidade e seu uso mais comum.

Com os resultados obtidos, é possível concluir que a Computação em Névoa é uma área da Computação em Nuvem que ascende a cada ano, com diversas pesquisas e estudos realizados que demonstram esse crescimento, focando principalmente em mostrar seus conceitos e aplicações e questões de segurança e privacidade.

Porém, a falta de desenvolvimento nesta área e sua constante oscilação ao longo dos anos, com picos recentes no último ano, o fazem uma área ainda escassa de pesquisa e evolução, o que se mostra ruim para a indústria tecnológica como um todo, gerando pouca divulgação e estudos sobre a Computação em Névoa.

Entretanto, mesmo com isso, a partir do que foi apresentado anteriormente, há uma crescente evolução de pesquisas e estudos, que faz acreditar que é uma área de tendência, sendo

utilizada na solução de problemas enfrentados pela Computação em Nuvem, trazendo mais velocidade, confiabilidade e variedade de dados.

REFERÊNCIAS

PETERSEN, Kai. Measuring and predicting Software productivity: A Systematic map and review. *Information and Software Technology*, Volume. 53, n4, p. 317-343, 2011.

SOUSA, Flavio R. C.; MOREIRA, Leonardo, O.; MACHADO, Javam C. Computação em nuvem: conceitos, tecnologias, aplicações e desafios. *Anais da II Escola Regional de Computação Ceará, Maranhão e Piauí (ERCEMAPI)*. Cap. 7, p. 150-175, 2009.

ZHOU, Yuezhi; ZHANG, Di; XIONG, Naixue. Post-cloud computing paradigms: a survey and comparison. *Tsinghua Science and Technology*, Volume: 22, Issue: 6, 2017.

GOOGLE TRENDS. Fog Computing. Disponível em <<https://trends.google.com.br/trends/explore?date=today%205-y&q=Fog%20computing>>. Acesso em 22 de maio, 2019.

CISCO. Fog Computing and the Internet of Things: Extend the Cloud to Where the Things Are. Disponível em <https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/trends/iot/docs/computing-overview.pdf>. Acesso em 16 de maio, 2019.

STOLFO, Salvatore J.; SALEM, Malek Ben; KEROMYTIS, Angelos D. Fog Computing: Mitigating Insider Data Theft Attacks in the Cloud. *2012 IEEE Symposium on Security and Privacy Workshops*, 2012.

HUANG, Qinlong; YANG, Yixian; WANG, Licheng. Secure Data Access Control With Ciphertext Update and Computation Outsourcing in Fog Computing for Internet of Things. *IEEE Access*, Volume: 5, 2017.

WANG, Qixu; CHEN, Dajiang; ZHANG, Ning; DING, Zhe; QIN, Zhiguang. PCP: A Privacy-Preserving Content-Based Publish-Subscribe Scheme With Differential Privacy in Fog Computing. *IEEE Access*, Volume: 5, 2017.

MUKHERJEE, Mithun; MATAM, Rakesh; SHU, Lei; MAGLARAS, Leandros; FERRAG, Mohamed Amine; CHOUDHURY, Nikumani; KUMAR, Vikas. Security and Privacy in Fog Computing: Challenges. *IEEE Access*, Volume: 5, 2017.

ZAHRA, Samman; ALAM, Masoom; JAVAID, Qaisar; WAHID, Abdul; JAVAID, Nadeem; MALIK, Saif Ur Rehman; KHAN, Muhammad Khurram. Fog Computing Over IoT: A Secure Deployment and Formal Verification. *IEEE Access*, Volume: 5, 2017.

EL-LATIF, Ahmed A. Abd; ABD-EL-ATTY, Bassem; HOSSAIN, M. Shamim; ELMOUGY, Samir; GHONEIM, Ahmed. Secure Quantum Steganography Protocol for Fog Cloud Internet of Things. *IEEE Access*, Volume: 6, 2018.

ZHANG, Lei; LI, Jiangtao. Enabling Robust and Privacy-Preserving Resource Allocation in Fog Computing. *IEEE Access*, Volume: 6, 2018.

TU, Shanshan; WAQAS, Muhammad; REHMAN, Sadaqat Ur; AAMIR, Muhammad; REHMAN, Obaid Ur; JIANBIAO, Zhang; CHANG, Chin-Chen. Security in Fog Computing: A Novel Technique to Tackle an Impersonation Attack. *IEEE Access*, Volume: 6, 2018.

LU, Rongxing; HEUNG, Kevin; LASHKARI, Arash Habibi; GHORBANI, Ali Akbar. A Lightweight Privacy-Preserving Data Aggregation Scheme for Fog Computing-Enhanced IoT. *IEEE Access*, Volume: 5, 2017.

GIA, Tuan Nguyen; RAHMANI, Amir-Mohammad.; WESTERLUND, Tomi; LILJEBERG, Pasi; TENHUNEN, Hannu. Fog Computing Approach for Mobility Support in Internet-of-Things Systems. *IEEE Access*, Volume: 6, 2018.

Wei, Ziling; Jiang, Hai. Optimal Offloading in Fog Computing Systems With Non-Orthogonal Multiple Access. *IEEE Access*, Volume: 6, 2018.

OSANAIYE, Opeyemi; CHEN, Shuo; YAN, Zheng; LU, Rongxing; CHOO, Kim-Kwang Raymond; DLODLO, Mqhele. From Cloud to Fog Computing: A Review and a Conceptual Live VM Migration Framework. *IEEE Access*, Volume: 5, 2017.

KRAEMER, Frank Alexander; BRATEN, Anders Eivind; TAMKITTIKHUN, Nattachart; PALMA, David. Fog Computing in Healthcare—A Review and Discussion. *IEEE Access*, Volume: 5, 2017.

LI, Ting; LIU, Yuxin; GAO, Longxiang; LIU, Anfeng. A Cooperative-Based Model for Smart-Sensing Tasks in Fog Computing. *IEEE Access*, Volume: 5, 2017.

LIU, Yang; FIELDSEND, Jonathan E.; MIN, Geyong. A Framework of Fog Computing: Architecture, Challenges, and Optimization. *IEEE Access*, Volume: 5, 2017.

MOURADIAN, Carla; NABOULSI, Diala; YANGUI, Sami; GLITHO, Roch H.; MORROW, Monique J.; Polakos, Paul A. A Comprehensive Survey on Fog Computing: State-of-the-Art and Research Challenges. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Volume: 20, Issue: 1, Firstquarter 2018, 2017.

KIM, Won-Suk; CHUNG, Sang-Hwa. User-Participatory Fog Computing Architecture and Its Management Schemes for Improving Feasibility. *IEEE Access*, Volume: 6, 2018.

NAHA, Ranesh Kumar; GARG, Saurabh; GEORGAKOPOULOS, Dimitrios; JAYARAMAN, Prem Prakash; GAO, Longxiang; XIANG, Yong; RANJAN, Rajiv. Fog Computing: Survey of Trends, Architectures, Requirements, and Research Directions. *IEEE Access*, Volume: 6, 2018.

SHEN, Fei; ZHANG, Guowei; ZHANG, Chongchong; YANG, Yang; YANG, Rong. An Incentive Framework for Resource Sensing in Fog Computing Networks. 2018 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM), 2019.

Felipe Leal Marcula e Silva| Igor Peterson Oliveira Santos| Leonardo de Araújo Sales

WAQAS, Muhammad; NIU, Yong; AHMED, Manzoor; LI, Yong; JIN, Depeng; HAN, Zhu. Mobility-Aware Fog Computing in Dynamic Environments: Understandings and Implementation. IEEE Access, Volume: 7, 2018.

WANG, Dongyu; LIU, Zhaolin; WANG, Xiaoxiang; LAN, Yanwen. Mobility-Aware Task Offloading and Migration Schemes in Fog Computing Networks. IEEE Access, Volume: 7, 2019.