



# **Internet das Coisas e Web Semântica: Um Estudo Bibliométrico**

**Adriano de Oliveira Gonçalves**  
**contato@adrianogoncalves.com.br**  
**IFFluminense**

**Luiz Gustavo Lourenço Moura**  
**prof.luizgustavo.iff@gmail.com**  
**IFFluminense**

**Henrique Rego Monteiro Da Hora**  
**dahora@gmail.com**  
**IFFluminense**

**Resumo:** Com o avanço e popularização das tecnologias eletrônicas e computacionais, equipamentos inteligentes de todos os tipos, conectados à Internet, incluindo sensores e atuadores, tem tomado lugar tanto na rotina diária da sociedade atual, quanto nas áreas de estudo científicas, dando lugar a um paradigma tecnológico chamado Internet das Coisas (IoT). Visando a padronização da comunicação, publicação e processamento dos dados gerados por estes dispositivos, esforços vem sendo conduzidos na definição de abordagens baseadas nos padrões e tecnologias da Web Semântica. Este trabalho tem o objetivo de verificar como os temas relacionados a Internet das Coisas e Web Semântica tem sido tratados de forma conjunta na literatura acadêmica. É realizado um estudo bibliométrico na base de conhecimento Scopus®, através da definição de conceitos chave, aliados a termos relacionados, visando obter uma visão das características e tendências da produção acadêmica na área pesquisada. Foram identificados na amostra 734 publicações. Destas foram identificados os principais termos utilizados pelos autores como palavras-chave, veículos de comunicação científica e autores com maior número de trabalhos publicados, artigos com maior número de citações e um levantamento cronológico da produção. Conclusões: Aferiu-se que as áreas pesquisadas apresentam oportunidades de estudo em aberto, para pesquisas e contribuições, visto a quantidade crescente de publicações dos últimos anos, atrelado ao fato das pesquisas em IoT em conjunto com Web Semântica representarem ainda uma fatia muito pequena nos estudos de cada uma das áreas em separado.

**Palavras Chave:** Web Semântica - Web de Dados - Linked Data - Internet das Coisas - Bibliometria



## 1. INTRODUÇÃO

Com o avanço e popularização das tecnologias eletrônicas e computacionais, equipamentos inteligentes de todos os tipos, conectados à Internet, que incluem em sua estrutura sensores e dispositivos eletronicamente acionáveis (atuadores), têm tomado lugar tanto na rotina diária da sociedade atual, quanto nas áreas de estudo científicas. Sensores têm sido utilizados, por exemplo, na meteorologia, para previsão do tempo e de incêndios florestais, no planejamento urbano para gerenciamento do trânsito, na obtenção e tratamento de imagens de satélite para observação da Terra e do espaço, em ciências médicas, em monitoramentos voltados para segurança e vigilância (COMPTON et al., 2012; SHETH; SAHOO, 2008), entre outros. A este paradigma tecnológico que tem o objetivo de fazer com que as coisas que cercam as pessoas neste mundo fiquem inteligentes, através da utilização da Internet, com todas as suas habilidades de conectividade e interconectividade, provendo conforto para os seres humanos, dá-se o nome de Internet das Coisas (*Internet of Things - IoT*) (REZVAN et al., 2015).

Existe atualmente uma ampla diversidade de tipos de equipamentos conectados à Internet das Coisas, envolvendo sensores e atuadores, funcionando sobre diversas plataformas e comunicando-se através de diferentes protocolos. Esses dispositivos em funcionamento geram constantemente uma enorme gama de dados que podem ser aproveitados de forma útil, com o objetivo de atender necessidades das pessoas e da ciência. Uma vez que muitos deles operam dentro de sistemas e plataformas isolados, o universo de sensores e o universo da *Web*, acabam largamente desconectados, exigindo do ser humano a tarefa de procurar, integrar e usar as informações e serviços de ambos universos, atribuindo-lhes significado útil (PFISTERER et al., 2011).

A chamada *Web Semântica*, uma extensão da *Web* atual, baseada em um conjunto de tecnologias e padrões propostos por Sir Tim Bernes-Lee, o inventor da *Web* convencional (BERNERS-LEE; HENDLER; LASSILA, 2001), fornece soluções para a padronização na publicação de dados, de forma inteligível por máquinas, viabilizando assim a execução automática de tarefas até então executadas manualmente, em larga escala (YU, 2011). Segundo Barnaghi, Presser, & Moessner (2010), a utilização de metadados e anotações semânticas para descrever dados de sensores e recursos do mundo físico, em plataformas escaláveis e heterogêneas, viabiliza a comunicação entre diferentes comunidades no processamento e troca de informações, em um ambiente colaborativo.

Nos últimos anos, houve alguns esforços na padronização da comunicação de sensores na *Web*, como, por exemplo o *Semantic Sensor Web* (SHETH; SAHOO, 2008) e a *SSN Ontology*, publicada como padrão pelo *World Wide Web Consortium (W3C)* (COMPTON et al., 2012), utilizando abordagens semânticas.

Este trabalho norteia-se a partir do seguinte questionamento: “Qual a evolução da aplicação da *Web Semântica* no contexto da Internet das Coisas na literatura atual?”. Espera-se, então, através de um estudo estatístico, verificar a resposta para a questão levantada, observando-se os principais aspectos relacionados à associação entre os dois temas em evidência. De acordo com Araújo Júnior, Perucchi, & Lopes (2013):

A análise quantitativa da produção científica de uma determinada área pode revelar tendências e formas de como a pesquisa e a inovação teriam condições de serem desenvolvidas. Quanto mais conhecida for a produção científica, maior a probabilidade de serem realizadas inferências significativas para o entendimento do futuro desenvolvimento das áreas de pesquisa.



Este trabalho tem como objetivo verificar como as pesquisas relacionadas a Internet das Coisas e *Web Semântica* têm sido publicadas de forma conjunta na literatura acadêmica. Para tal, busca-se identificar, através de um estudo bibliométrico, os artigos, palavras-chave, autores, períodos e veículos de comunicação científica mais relevantes neste quesito. Acredita-se que, através desta pesquisa, seja possível visualizar um panorama sobre as pesquisas na área de *IoT* e *Web Semântica*.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Internet das Coisas envolve permitir que um crescente número de dispositivos de todos os tipos (por exemplo, sensores ambientais, *smartphones*, câmeras, semáforos de trânsito, etc.) sejam capazes de se comunicar e compartilhar dados pela Internet, o que consequentemente aumenta o seu escopo e traz novas oportunidades e desafios de design (ZENG; GUO; CHENG, 2011). A própria possibilidade de identificar objetos e espalhá-los com a conectividade da Internet traz a possibilidade não apenas de rastreá-los e colher novos tipos de dados, como também de combiná-los para gerar níveis mais altos de informação e conhecimento (GREENGARD, 2015). Diante dessa evolução tecnológica, muitas corporações, governos e organizações acadêmicas têm colhido uma extensa gama de dados providos por sensores, que muitas vezes ficam restritos, sendo assim subutilizados pela comunidade em geral (PATNI; HENSON; SHETH, 2010). Esse tipo isolamento dos dados desacelera o sucesso do uso da tecnologia em todo o seu potencial (PFISTERER et al., 2011). Zeng, Guo & Cheng (2011) apresentam uma série de plataformas para comunicação de dados de sensores, baseadas em *Web Services*, comparando-as com tecnologias anteriormente utilizadas com este propósito.

O termo “*Web Semântica*” diz respeito a uma extensão da *Web* atual, que visa prover tecnologias e padrões que viabilizem a adição de significado explícito que possa ser compreendido por máquinas, promovendo assim a execução automática de tarefas até então executadas manualmente, em larga escala (YU, 2011). De acordo com Berners-Lee, Hendler & Lassila (2001), “A *Web Semântica* não é uma *Web* separada, e sim uma extensão da atual, na qual a informação recebe um significado bem definido, de forma a permitir que computadores e pessoas trabalhem cooperativamente.” (Tradução nossa).

Conforme Jacyntho & Azevedo (2015):

A *Web Semântica* baseia-se na simples idéia de reusar a arquitetura da *Web* original para compartilhar e interligar metadados (ou dados diretamente, no caso de *Linked Data*), assim como os recursos (entidades) descritos por eles, de forma homogênea e padrão, abstraindo das idiossincrasias tecnológicas internas de cada fonte (servidor) de dados.

Sheth & Sahoo (2008) apresentam uma proposta capaz de unir os sensores à *Web Semântica*, baseada nos esforços de padronização do *Open Geospatial Consortium (OGC)* e do *W3C*, provendo recursos para descrever aperfeiçoadamente sensores, atribuindo-lhes significado. Já Compton et al. (2012) apresenta, como uma evolução dos esforços anteriores, uma ontologia nomeada como *The SSN Ontology*, implementada na linguagem *OWL (Ontology Web Language)*, capaz de descrever detalhadamente sensores e seus diversos aspectos e aplicações.

Speroni et al. (2014) realiza um estudo bibliométrico sobre “*Enterprise Linked Data*”, pesquisando-se nas bases de conhecimento *Scopus*, *Web of Science* e *IEEE Xplore Digital*



*Library*, tendo resultado na análise de 46 artigos, dos quais foram extraídas uma série de informações relevantes, capazes de embasar pesquisas futuras.

### 3. METODOLOGIA

Com o objetivo de identificar publicações que tratam de forma conjunta *IoT* e *Web Semântica*, este trabalho utiliza como base a metodologia proposta por Costa (2010) e em sua respectiva aplicação realizada por Mussa (2017). Nesta pesquisa são executadas sete etapas, descritas a seguir:

1. Definição da amostra da pesquisa;
2. Pesquisa na amostra, com uso de palavras-chave e seus tesouros;
3. Identificação de palavras-chave;
4. Identificação dos veículos de comunicação científica com maior número de artigos publicados sobre o tema;
5. Identificação dos autores com maior número de publicações;
6. Artigos com maior número de citações;
7. Levantamento da cronologia da produção.

Na primeira etapa, foi definido como amostra os artigos indexados na base de conhecimento *Scopus*® ([www.scopus.com](http://www.scopus.com)) até maio de 2018. A escolha é justificada pela representatividade e relevância desta no meio científico, cuja abrangência engloba diversos tipos de documentos e de diversas áreas de conhecimento, contendo cerca de 70 milhões de referências publicadas, oriundas de mais de 5.000 veículos de publicações acadêmicas (ELSEVIER, 2018).

Embora uma primeira pesquisa retorne diversos tipos de documentos, para este trabalho adotou-se como recorte os artigos de periódicos e conferências, o que corresponde a mais de 85% dos 843 resultados iniciais.

Na segunda etapa são definidas as palavras-chave das áreas a serem analisadas, bem como seus tesouros. Para tal foram definidos os dois conceitos a serem pesquisados: *Internet of Things* e *Semantic Web*. A partir destes, com o auxílio de conhecimentos adquiridos no estudo de ambas as áreas, assim como de buscas na *Web*, foram definidos os termos relacionados expressos no Quadro 1.

**Quadro 1:** Palavras-chave e termos relacionados, selecionados para a pesquisa.

Conceitos	Termos Relacionados
<i>IoT</i>	<i>Internet of Things, Internet of Everything, Web of Things</i>
<i>Semantic Web</i>	<i>Linked Data, Web of Data</i>

**Fonte:** Elaboração própria

Para *Semantic Web*, foram selecionados os termos *Linked Data* e *Web of Data* por representarem conceitos inerentes à *Web Semântica*. Para a busca na base de conhecimento foi utilizada a consulta de pesquisa apresentada na Figura 1.



TITLE-ABS-KEY (  
 ("iot" OR "internet of things" OR "Internet of everything" OR "web of things" ) # Tesouros de A  
 AND ( "semantic web" OR "linked data" OR "web of data" ) # Tesouros de B  
 ) AND DOCTYPE ( ar OR cp ) # Recorte – Artigos de periódicos e conferências

**Figura 1:** Pesquisa para busca na base de conhecimento.

**Fonte:** Elaboração própria

Na terceira etapa foram extraídas todas as palavras-chave publicadas nas 734 publicações encontradas. Estas foram agrupadas em formato de nuvem de palavras com o auxílio do site *Word Art* (<https://wordart.com/>).

A quarta e quinta etapas compreendem a identificação dos veículos de comunicação científica e dos autores com maior quantidade de publicações encontradas. Aplica-se, então, como corte, nos veículos de comunicação científica, os quatro veículos com mais publicações. Os autores com mais publicações são analisados e apresentados graficamente, identificando-se a relação entre quantidades de autores e quantidades de publicações e expondo os 14 autores e coautores com 10 ou mais publicações. A sexta etapa compreende a identificação dos trabalhos com mais citações.

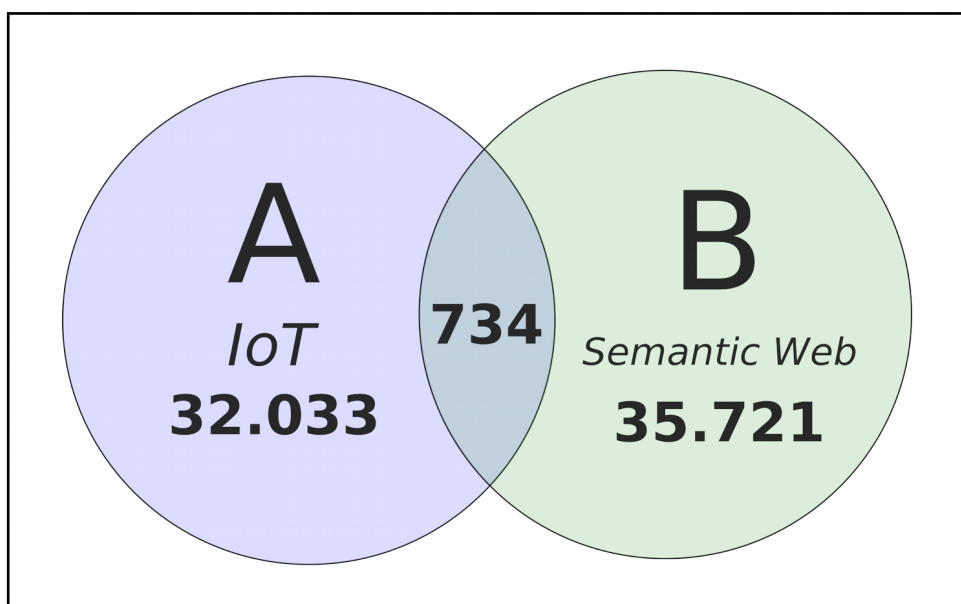
Na sétima e última etapa da metodologia, é realizado um levantamento cronológico, apresentando, em formato gráfico, a quantidade de trabalhos publicados por ano.

Na quarta, quinta e sétima etapas, foram utilizados os dados estatísticos fornecidos pela ferramenta “*Analyze search results*”, do *Scopus®*, para a pesquisa realizada.

## 4. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

### 4.1. PESQUISA NA BASE DE CONHECIMENTO COM USO DE PALAVRAS-CHAVE E SEUS TESAÚROS

Conforme exposto na metodologia, na segunda etapa foi executada a pesquisa exposta na Figura 1, baseando-se nos termos expostos no Quadro 1. Foram realizadas ainda pesquisas com cada um dos conceitos estudados, em separado, e os resultados estão apresentados como Diagrama de *Venn*, conforme exposto na Figura 2.



**Figura 2:** Diagrama de *Venn* com a quantidade de dados encontrados na base Scopus®.

**Fonte:** Elaboração própria

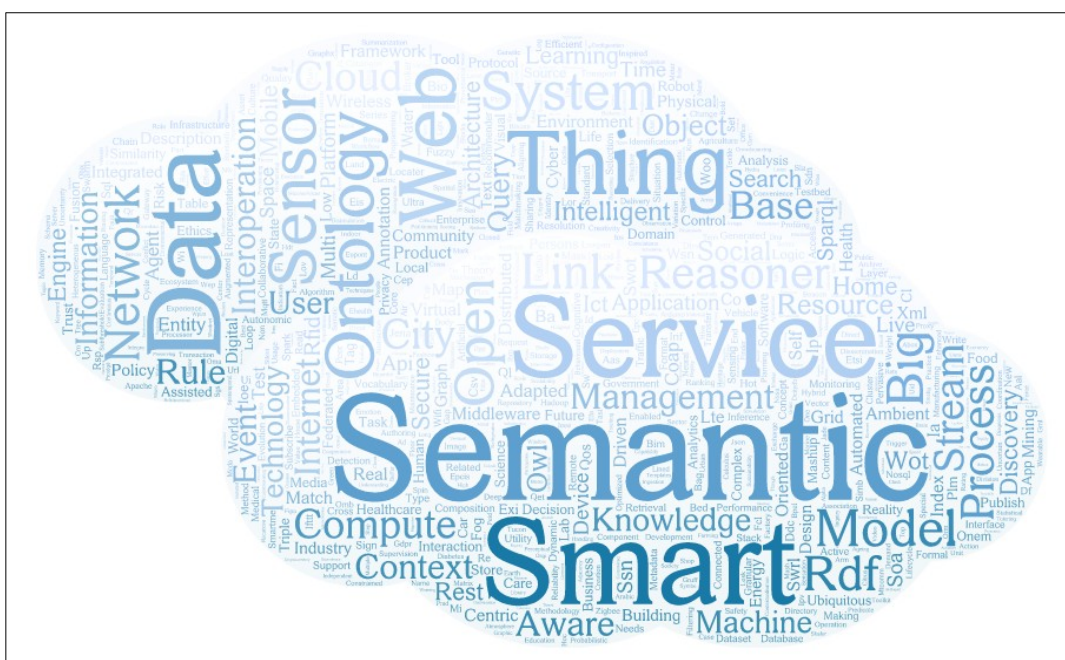




Através do resultado exposto na Figura 2 é possível observar que a quantidade de publicações envolvendo os dois conceitos estudados simultaneamente representa apenas cerca de 1% da união entre o total de trabalhos de ambos os conceitos em separado.

#### 4.2. IDENTIFICAÇÃO DE PALAVRAS-CHAVE

A extração das palavras-chave (*author keywords*) dos trabalhos pesquisados retornou 870 termos, que foram organizados em forma de nuvem de palavras, conforme exposto na Figura 3, ilustrando a quantidade de vezes que cada termo aparece. Para a elaboração da nuvem, foram excluídas as palavras-chave utilizadas na pesquisa, uma vez que deseja-se obter apenas uma visualização dos termos relacionados. Sendo assim, as palavras “*semantic*”, “*ontology*”, “*data*”, “*service*”, “*sensor*” e “*smart*”, são as que mais aparecem em comparação aos demais, correspondendo a 19,7% da soma da quantidade de todos os termos da lista. É pertinente ressaltar que, apesar dos termos “*semantic*” e “*data*” compuserem algumas das palavras-chave da pesquisa, estes aparecem constantemente, nas palavras-chave das publicações, associados a outros termos. As palavras “*semantic*” e “*ontology*” são fortemente ligadas ao conceito de *Web Semântica*. Já “*sensor*” está fortemente ligada a “*IoT*”. “*Data*” já se trata de um conceito mais genérico, concernente não apenas aos dois conceitos estudados neste trabalho, mas a toda a área de computação, de uma forma geral.



**Figura 3:** Nuvem de palavras-chave das publicações pesquisadas.  
**Fonte:** Elaboração própria.

#### 4.3. IDENTIFICAÇÃO DOS VEÍCULOS DE COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA COM MAIOR NÚMERO DE PUBLICAÇÕES

Neste tópico são apresentados os veículos com mais publicações na pesquisa realizada. Foram identificados 60 veículos de comunicação científica na base, resultante da busca realizada. A Tabela 1 apresenta os 17 veículos que possuem pelo menos quatro publicações sobre os temas. Na tabela é possível observar, além do título e da respectiva quantidade de



artigos, a porcentagem equivalente de artigos por veículo em relação ao total obtido de 734 trabalhos.

**Tabela 1:** Quantidade de publicações por veículo de comunicação científica.

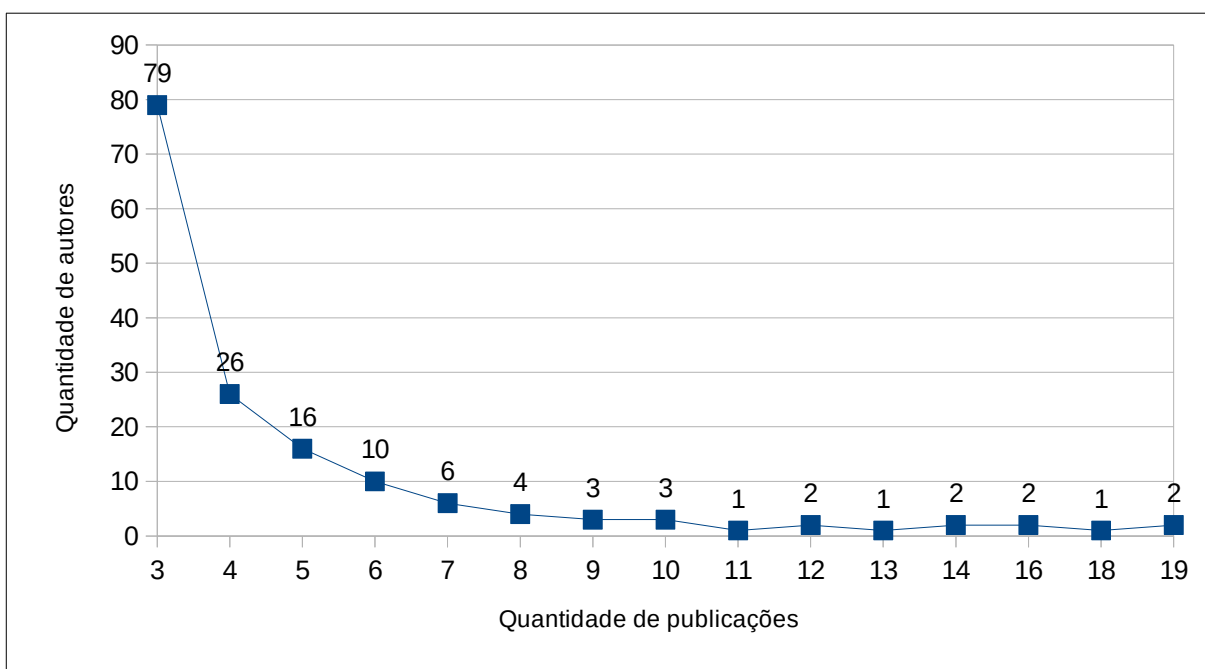
Título do veículo	Número de artigos	Porcentagem de artigos equivalente
Lecture Notes In Computer Science Including Subseries Lecture Notes In Artificial Intelligence And Lecture Notes In Bioinformatics	70	9,54%
Ceur Workshop Proceedings	61	8,31%
ACM International Conference Proceeding Series	25	3,41%
Procedia Computer Science	18	2,45%
Sensors Switzerland	15	2,04%
International Journal Of Distributed Sensor Networks	11	1,50%
Communications In Computer And Information Science	9	1,23%
Future Generation Computer Systems	8	1,09%
IFIP Advances In Information And Communication Technology	8	1,09%
Advances In Intelligent Systems And Computing	6	0,82%
IEEE Access	6	0,82%
Lecture Notes Of The Institute For Computer Sciences Social Informatics And Telecommunications Engineering Lnicst	6	0,82%
Personal And Ubiquitous Computing	6	0,82%
International Journal On Semantic Web And Information Systems	5	0,68%
Lecture Notes In Electrical Engineering	5	0,68%
IEEE Intelligent Systems	4	0,54%
IEEE Internet Of Things Journal	4	0,54%

**Fonte:** Elaboração própria

Através da análise da Tabela 1 é possível observar que dois veículos se destacam: *Lecture Notes In Computer Science Including Subseries Lecture Notes In Artificial Intelligence And Lecture Notes In Bioinformatics* e *Ceur Workshop Proceedings*, cuja quantidade de publicações corresponde a aproximadamente 18% do total de trabalhos obtidos na pesquisa (734), seguidos de quatro outros: *ACM International Conference Proceeding Series*, *Procedia Computer Science*, *Sensors Switzerland* e *International Journal Of Distributed Sensor Networks*, que, juntos, correspondem a aproximadamente 9% do total de publicações. Uma vez que esses veículos têm maior atuação na área, especialmente os dois primeiros, eles devem ser monitorados, devido à maior possibilidade de apresentarem artigos relevantes para os temas. Os demais veículos representam menos de 1,5% do total, cada.

#### 4.4. IDENTIFICAÇÃO DOS AUTORES COM MAIOR NÚMERO DE PUBLICAÇÕES

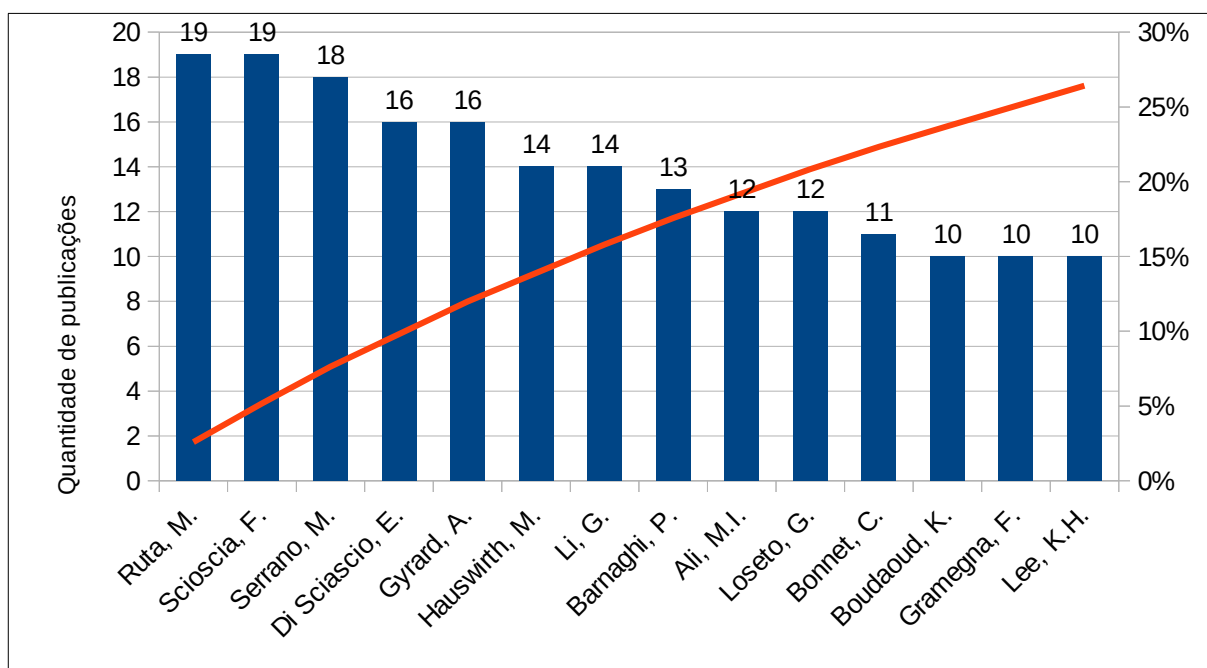
Nesta etapa são expostos os autores e coautores com mais publicações. A busca retornou um total de 158 autores. A Figura 4 apresenta a relação entre a quantidade de publicações e a quantidade de autores. Analisando-se a figura, é possível dividir pelo menos dois grupos de autores, sendo 37 com seis ou mais publicações e 121 com cinco ou menos.



**Figura 4:** Quantidade de publicações por quantidade de autores.

**Fonte:** Elaboração própria.

A Figura 5 apresenta os 14 autores e coautores com 10 ou mais publicações na base *Scopus*®, o que corresponde a cerca de 26% do total de trabalhos encontrados na pesquisa. Não foi possível observar a incidência de algum autor predominante, possivelmente por ser ainda um tema não tão consolidado em comparação aos estudos nas áreas pesquisadas em separado.



**Figura 5:** Autores com mais trabalhos publicados.

**Fonte:** Elaboração própria.





#### 4.5. PUBLICAÇÕES COM MAIOR NÚMERO DE CITAÇÕES

Foram identificados, nesta etapa, os trabalhos com maior número citações. Dentre os pesquisados, foram extraídas as 11 primeiras publicações, que são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Publicações com maior número de citações.

Título da Publicação	Autores	Ano de Publicação	Título do Veículo	Nº de citações
<i>Closed-loop PLM for intelligent products in the era of the Internet of things</i>	Kiritsis, D.	2011	<i>CAD Computer Aided Design</i>	206
<i>SPITFIRE: Toward a semantic web of things</i>	Pfisterer, D., Römer, K., Bimschas, D., Kleine, O., Mietz, R., Truong, C., Hasemann, H., Kröller, A., Pagel, M., Hauswirth, M., Karnstedt, M., Leggieri, M., Passant, A., Richardson, R.	2011	<i>IEEE Communications Magazine</i>	176
<i>A survey of Internet-of-Things: Future vision, architecture, challenges and services</i>	Singh, D., Tripathi, G., Jara, A.J.	2014	<i>2014 IEEE World Forum on Internet of Things, WF-IoT 2014</i>	113
<i>Smart semantic middleware for the internet of things</i>	Katasonov, A., Kaykova, O., Khriyenko, O., Nikitin, S., Terziyan, V.	2008	<i>ICINCO 2008 - Proceedings of the 5th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics</i>	112
<i>Knowle: A semantic link network based system for organizing large scale online news events</i>	Xu, Z., Wei, X., Luo, X., Liu, Y., Mei, L., Hu, C., Chen, L.	2015	<i>Future Generation Computer Systems</i>	88
<i>Cognitive internet of things: A new paradigm beyond connection</i>	Wu, Q., Ding, G., Xu, Y., Feng, S., Du, Z., Wang, J., Long, K.	2014	<i>IEEE Internet of Things Journal</i>	85
<i>SenaaS: An event-driven sensor virtualization approach for internet of things cloud</i>	Alam, S., Chowdhury, M.M.R., Noll, J.	2010	<i>2010 IEEE International Conference on Networked Embedded Systems for Enterprise Applications, NESEA 2010</i>	72
<i>A middleware framework for scalable management of linked streams</i>	Le-Phuoc, D., Nguyen-Mau, H.Q., Parreira, J.X., Hauswirth, M.	2012	<i>Journal of Web Semantics</i>	67
<i>OpenIoT: Open source internet-of-things in the cloud</i>	Soldatos, J., Kefalakis, N., Hauswirth, M., Serrano, M., Calbimonte, J.-P., Riahi, M., Aberer, K., Jayaraman, P.P., Zaslavsky, A., Žarko, I.P., Skorin-Kapov, L., Herzog, R.	2015	<i>Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)</i>	67
<i>A comprehensive ontology for knowledge representation in the internet of things</i>	Wang, W., De, S., Toenjes, R., Reetz, E., Moessner, K.	2012	<i>Proc. of the 11th IEEE Int. Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications, TrustCom-2012 - 11th IEEE Int. Conference</i>	66



			on Ubiquitous Computing and Communications, IUCC-2012	
Towards a RESTful plug and play experience in the Web of Things	Stirbu, V.	2008	Proceedings - IEEE International Conference on Semantic Computing 2008, ICSC 2008	66

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 2 apresenta as publicações, autores, ano de publicação, veículo de comunicação científica e número de citações de cada um dos trabalhos. Analisando-se os resultados, é possível observar que o trabalho mais citado foi o *Closed-loop PLM for intelligent products in the era of the Internet of things*, de Kiritsis, D., publicado em 2011 no periódico *CAD Computer Aided Design*, com 206 citações, seguido do *SPITFIRE: Toward a semantic web of things*, de Pfisterer, D. et. al., publicado no mesmo ano no periódico *IEEE Communications Magazine*, com 176. Pode-se ainda observar que o autor Hauswirth, M. aparece em três dos trabalhos apresentados na Tabela 2, denotando considerável contribuição aos temas. Embora não tenham sido observadas repetições nos veículos de comunicação científica, recomenda-se também o monitoramento destes, devido a relevância observada nestes trabalhos.

Com o objetivo de apresentar uma melhor ilustração da importância de cada artigo, a Figura 6 expõe os trabalhos apresentados na Tabela 2, com sua respectiva quantidade de citações e a porcentagem acumulada em relação ao total de citações nos trabalhos encontrados na pesquisa. Como é possível observar na Figura 6, as 11 publicações listadas correspondem a cerca de 25% do total de trabalhos.

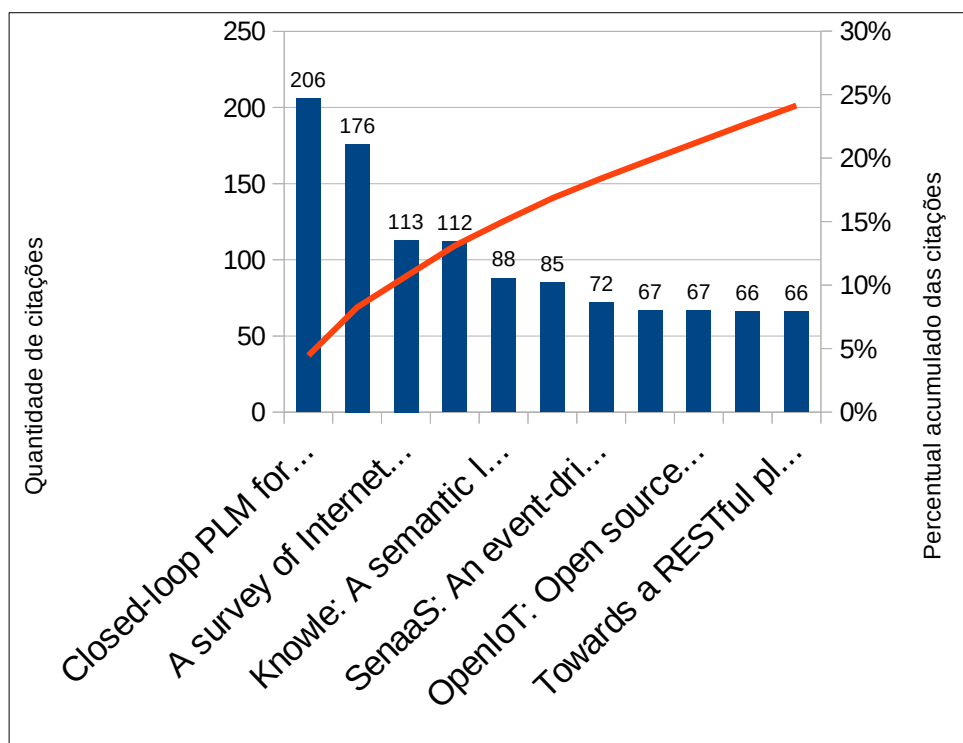


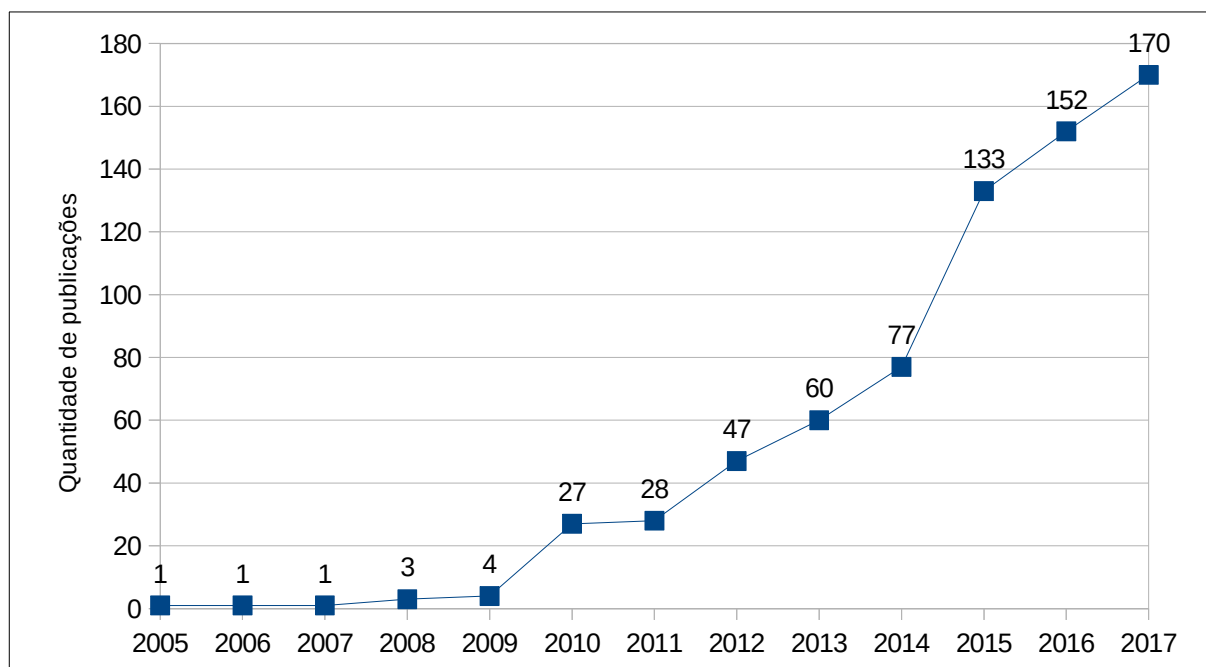
Figura 6: Publicações com maior número de citações.

Fonte: Elaboração própria.



#### 4.6. LEVANTAMENTO DA CRONOLOGIA DA PRODUÇÃO

A quantidade de publicações encontradas é apresentada na Figura 7. Para não afetar a representação gráfica da cronologia, foram cortados do gráfico as 30 publicações encontradas do ano de 2018, devido a este ainda não estar concluído, sendo representadas, assim, todas as publicações de 2005 a 2017.



**Figura 7:** Quantidade de artigos por ano de publicação.

**Fonte:** Elaboração própria.

Através da análise da Figura 7 é possível identificar pelo menos dois períodos, sendo um, de 2005, quando houve a primeira publicação, a 2009, mantendo uma quantidade bem modesta de trabalhos, chegando ao máximo de quatro publicações no seu último ano. O período restante compreende os anos de 2010 a 2017, quando passou a ocorrer um crescimento contínuo e significativo na quantidade de publicações relacionadas aos temas, chegando ao máximo em 2017, com 170 trabalhos, o que denota que os temas analisados passaram a ser bastante explorados.

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer deste trabalho foi possível identificar uma série de características e tendências relacionadas aos temas pesquisados. Sendo assim, é possível dizer que o objetivo deste trabalho foi concluído, pois foi possível obter uma visão das características propostas, como palavras-chave mais utilizadas, veículos de comunicação científica e autores com mais trabalhos publicados, artigos mais citados e uma análise cronológica de publicações, permitindo assim uma visão quantitativa da evolução da aplicação da *Web Semântica* no contexto da Internet das Coisas na literatura atual, respondendo assim a pergunta proposta para a metodologia deste trabalho.

A pesquisa realizada retornou 734 trabalhos. De 870 termos encontrados nas palavras-chave, os termos relacionados mais encontrados foram “*semantic*”, “*ontology*”, “*data*”,



“service”, “sensor” e “smart”. Os termos “semantic”, “ontology” e “sensor” aparecem em grande quantidade devido a sua forte relação com os temas propostos.

A respeito dos veículos de comunicação científica, o destaque fica para o *Lecture Notes In Computer Science Including Subseries Lecture Notes In Artificial Intelligence And Lecture Notes In Bioinformatics*, com 70 publicações indexadas e o *Ceur Workshop Proceedings*, com 61. E em segundo plano, também se destacaram o *ACM International Conference Proceeding Series*, *Procedia Computer Science*, *Sensors Switzerland* e *International Journal Of Distributed Sensor Networks*, com 25, 18, 15 e 11 publicações, respectivamente.

Dentre os 158 autores identificados, 37 deles possuem seis ou mais trabalhos indexados, sendo os italianos Michele Ruta (Ruta, M.) e Floriano Scioscia (Scioscia, F.) os autores com mais publicações, possuindo, cada um, 19. Os 14 autores com mais publicações correspondem a cerca de 26% do total de trabalhos encontrados.

Acerca da quantidade de citações por publicação, dentre os 11 artigos mais citados, destaca-se o autor Hauswirth, M., que aparece em três deles. A maioria destas publicações figura entre os anos de 2008 e 2015, representando um período de maior contribuição às áreas. O trabalho mais citado foi o *Closed-loop PLM for intelligent products in the era of the Internet of things*, de Kiritsis, D., publicado em 2011 no periódico *CAD Computer Aided Design*, com 206 citações, seguido do *SPITFIRE: Toward a semantic web of things*, de Pfisterer, D. et. al., publicado no mesmo ano no periódico *IEEE Communications Magazine*, com 176.

A análise cronológica indica que, apesar das primeiras publicações nos temas propostos datarem do ano de 2005, a quantidade de pesquisas na área passou a crescer de forma expressiva e contínua a partir de 2010, o que representa que os temas têm sido cada vez mais explorados, o que pode representar uma área interessante de pesquisa a ser estudada.

As tendências observadas permitem inferir que os temas propostos apresentam oportunidades de estudo em aberto, para pesquisas e contribuições, visto a quantidade crescente de publicações dos últimos anos, atrelado ao fato das pesquisas em *IoT* em conjunto com *Web Semântica* representarem ainda uma fração muito pequena nos estudos de cada uma das áreas em separado.

Como trabalhos futuros, propõe-se a utilização de outras bases de conhecimento, ampliando, assim, a população a ser analisada. A utilização de mais métricas e estatísticas também permitiriam a identificação de mais tendências, e, conseqüentemente, conclusões mais completas e abrangentes.

## 6. REFERÊNCIAS

**ARAÚJO JÚNIOR, R. H. DE; PERUCCHI, V.; LOPES, P. R. D.** Análise bibliométrica dos temas inteligência competitiva, gestão do conhecimento e conhecimento organizacional, no repositório institucional da Universidade de Brasília. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 18, n. 4, p. 54–69, 2013.

**BARNAGHI, P.; PRESSER, M.; MOESSNER, K.** Publishing Linked Sensor Data. *SRI: Surrey Research Insight*, p. 362–370, 2010.

**BERNERS-LEE, T. I. M.; HENDLER, J.; LASSILA, O.** The Semantic Web. *Scientific American*, v. 284, n. 5, p. 34–43, 2001.

**COMPTON, M. et al.** The SSN ontology of the W3C semantic sensor network incubator group. *Journal of Web Semantics*, v. 17, p. 25–32, dez. 2012.



**COSTA, H. G.** Modelo para webibliomining : proposta e caso de aplicação. Rev. FAE, v. 13, n. 1, p. 115–126, 2010.

**ELSEVIER.** Scopus - Content. Disponível em: <<https://www.elsevier.com/solutions/scopus/content>>. Acesso em: 24 maio. 2018.

**GREENGARD, S.** The Internet of Things. [s.l.] MIT Press, 2015.

**JACYNTHO, M. D. DE A.; AZEVEDO, R. S. N. DE.** Uma Arquitetura Linked Data para Criação de Repositórios Semânticos Auto-Atualizáveis de Projetos de Software. 1º Encontro Interestadual de Engenharia de Produção, p. 1–11, 2015.

**MUSSA, M. DE S.** Identificação de atributos de certificações profissionais de TI alinhados às necessidades das organizações. [s.l: s.n.].

**PATNI, H. K.; HENSON, C. A.; SHETH, A. P.** Linked Sensor Data. p. 362–370, 2010.

**PFISTERER, D. et al.** SPITFIRE: Toward a Semantic Web of Things. IEEE Communications Magazine, v. 49, n. November, p. 40–48, 2011.

**REZVAN, M. et al.** Applying an innovative semantic sensor network model in Internet of Things. 2015 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), p. 324–328, 2015.

**SHETH, A. P.; SAHOO, S. S.** Semantic Sensor Web. v. 12, p. 78–83, 2008.

**SPERONI, R. DE M. et al.** Avaliação da Produção Científica sobre Enterprise Linked Data. Linked Open Data Brasil 2014. Anais...2014

**YU, L.** A Developer's Guide to the Semantic Web. [s.l.] Springer Science & Business Media, 2011.

**ZENG, D.; GUO, S.; CHENG, Z.** The Web of Things : A Survey. Journal of Communications, v. 6, n. 6, p. 424–438, 2011.