

# **Relatório da Apresentação de SO II - INE5424**

## **Context-Aware Computing, Machine Learning and Big Data in Internet of Things**

**Bruno Izaías Bonotto - 16104059**

**Fabíola Maria Kretzer - 16100725**

**João Vicente Souto - 16105151**

### **1. Internet das Coisas**

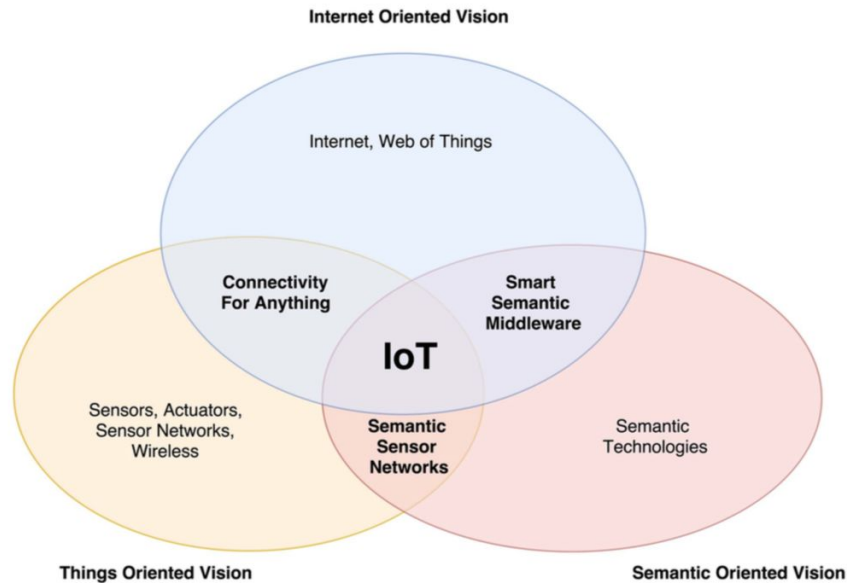
A internet das coisas tem crescido rapidamente apresentando recentes avanços em comunicação e tecnologia de sensores. Porém, o campo de IoT é diversificado, amplo e complexo por causa da falta de padronização, heterogeneidade dos dispositivos, etc, exigindo uma certa "inteligência" das futuras abordagens.

Desde que a quantidade de dados se tornou problema, a compreensão, o aprendizado e o raciocínio utilizando Big Data é fundamental para o futuro sucesso da IoT. O paradigma de IoT pode ser definido como a interseção de 3 visões: orientada pela internet, pelas coisas e pela semântica, assim como mostra a Figura abaixo:

**Orientada pela internet:** são as tecnologias da Internet e *Web of Things* (WoT) (Sezer, 2018).

**Orientada pelas coisas:** são sensores, atuadores, redes de sensores, RFID, comunicações de campo próximo (NFCs), tecnologias de código de produtos eletrônicos, sensores sem fio e redes de atuadores (Sezer, 2018). Ou seja, são os objetos conectados a rede IoT.

**Orientada pela semântica:** são as tecnologias semânticas, como web, linguagens e ambiente de execução, incluindo o raciocínio sobre os dados (Sezer, 2018).



Diferentes visões da IoT

## 2. Plataformas IoT Atuais

Atualmente, a maioria das soluções de middleware IoT focam no gerenciamento de dispositivos e dados, deixando a desejar a capacidade de aprendizado e análise, como mostrado na Figura abaixo. Desta forma, a contextualização dos dados e ações fica comprometida, limitando a automação e auto-organização das estruturas de IoT atuais.

Platforms	Web Sites	Device M.	Data M.	RT Analytics	BD Analytics	LT
AllJoyn	<a href="https://allseenalliance.org/framework">https://allseenalliance.org/framework</a>	✓	✓			
AirVantage	<a href="https://airvantage.net/">https://airvantage.net/</a>	✓	✓		✓	
Arkessa	<a href="http://www.arkessa.com/">http://www.arkessa.com/</a>	✓	✓	✓		
ARMmbed	<a href="https://www.mbed.com/">https://www.mbed.com/</a>	✓				
Brillo	<a href="https://developers.google.com/brillo/">https://developers.google.com/brillo/</a>	✓	✓			
Carriots	<a href="https://www.carriots.com/">https://www.carriots.com/</a>	✓	✓	✓		
Devicehub.net	<a href="https://www.devicehub.net/">https://www.devicehub.net/</a>	✓	✓			
Everyware Device Cloud	<a href="http://www.eurotech.com/">http://www.eurotech.com/</a>	✓	✓	✓		
EvryThing	<a href="https://evrything.com/">https://evrything.com/</a>	✓	✓	✓		
Exosite	<a href="https://exosite.com/">https://exosite.com/</a>	✓	✓	✓		
GroveStreams	<a href="https://grovestreams.com/">https://grovestreams.com/</a>	✓	✓	✓		
Ericsson IoT-Framework	<a href="https://github.com/EricssonResearch/iot-framework-engine">https://github.com/EricssonResearch/iot-framework-engine</a>		✓	✓		
IFTTT	<a href="https://ifttt.com/">https://ifttt.com/</a>		✓			
IoTivity	<a href="https://www.iotivity.org/">https://www.iotivity.org/</a>	✓	✓			
Intel IoT Platforms	<a href="https://software.intel.com/">https://software.intel.com/</a>	✓	✓	✓		
LinkSmart	<a href="https://linksmart.eu/redmine">https://linksmart.eu/redmine</a>		✓			
NinjaBlock	<a href="https://ninjablocks.com/">https://ninjablocks.com/</a>	✓				
OpenIoT	<a href="http://www.openiot.eu/">http://www.openiot.eu/</a>		✓			
OpenMTC	<a href="http://www.open-mtc.org/">http://www.open-mtc.org/</a>	✓	✓	✓		
Open.Sen.se	<a href="http://open.sen.se/">http://open.sen.se/</a>		✓	✓		
Pentaho	<a href="http://www.pentaho.com/internet-of-things-analytics">http://www.pentaho.com/internet-of-things-analytics</a>		✓	✓	✓	
realTime.io	<a href="https://www.realtime.io/">https://www.realtime.io/</a>	✓	✓	✓		
SensorCloud	<a href="http://www.sensorcloud.com/">http://www.sensorcloud.com/</a>		✓	✓		
SkySpark	<a href="http://skyfoundry.com/skyspark/">http://skyfoundry.com/skyspark/</a>		✓	✓		
Statistica	<a href="http://software.dell.com/products/statistica/">http://software.dell.com/products/statistica/</a>		✓	✓	✓	
Tellient	<a href="http://tellient.com/index.html">http://tellient.com/index.html</a>		✓	✓		
TempoIQ	<a href="https://www.tempoiq.com/">https://www.tempoiq.com/</a>		✓	✓		
The thing system	<a href="http://thethingsystem.com/">http://thethingsystem.com/</a>	✓				
ThingSpeak	<a href="https://thingspeak.com/">https://thingspeak.com/</a>	✓	✓	✓		
ThingSquare	<a href="http://www.thingsquare.com/">http://www.thingsquare.com/</a>	✓	✓	✓		
ThingWorx	<a href="https://www.thingworx.com/">https://www.thingworx.com/</a>	✓	✓	✓		
Sense Tecnic WoTkit	<a href="http://sensetecnico.com/">http://sensetecnico.com/</a>		✓	✓		
Watson IoT Platform	<a href="http://www.ibm.com/internet-of-things/iot-solutions/watson-iot-platform/">http://www.ibm.com/internet-of-things/iot-solutions/watson-iot-platform/</a>	✓	✓	✓	✓	✓
Xively	<a href="https://xively.com/">https://xively.com/</a>	✓	✓			
Vitria	<a href="http://www.vitria.com/iot-analytics">http://www.vitria.com/iot-analytics</a>		✓	✓		
Weave	<a href="https://developers.google.com/weave/">https://developers.google.com/weave/</a>	✓				

### **3. Context-Aware Computing**

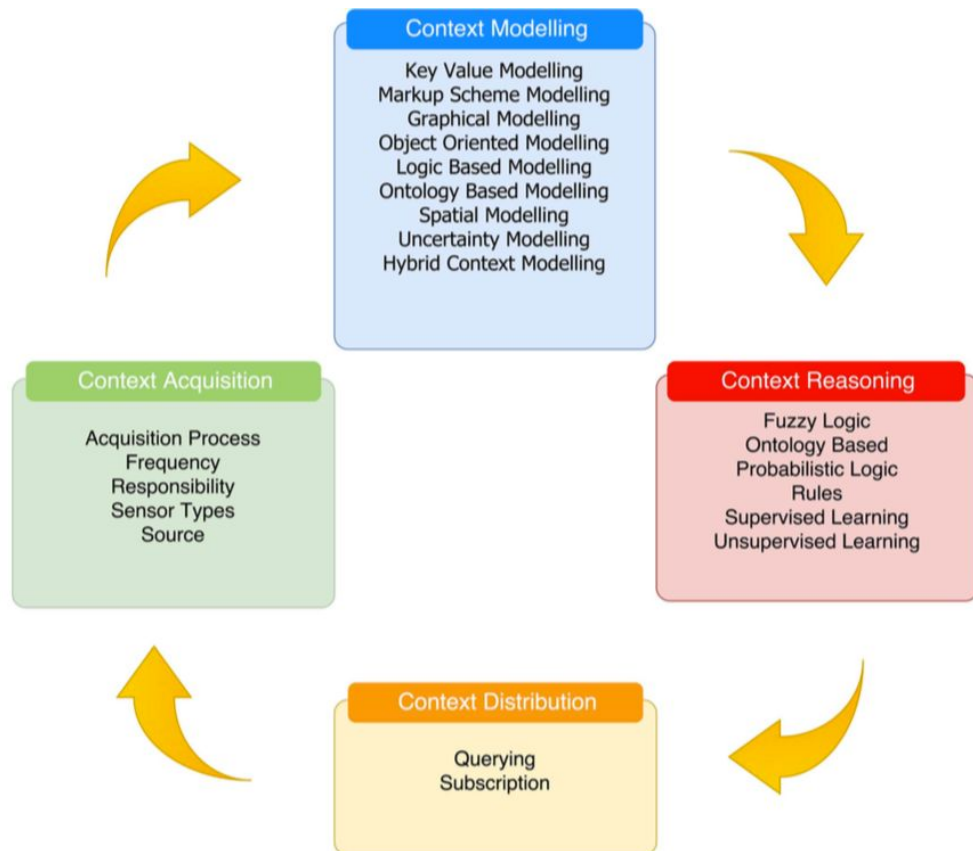
Um dos principais problemas no caminho para a criação de uma IoT inteligente e autônoma é entender o "contexto" no qual os dispositivos e dados estão incluídos. Desta forma, a computação consciente do contexto surge para prover uma percepção do ambiente e sua contextualização, realizando adaptações no comportamento de acordo com os sistemas de IoT disponíveis.

Um sistema sensível ao contexto, segundo Schilit e Theimer, adquire, compreende e reconhece o contexto para poder realizar ações correspondentes ao mesmo. Como exemplo de aplicação do uso de contexto em IoT, as Redes Semânticas de Sensores combinam Web semântica e redes de sensores para prover sua auto-organização e serviços mais otimizados.

Por fim, pode se dizer que conscientização do contexto se resume em fundir os dados do sensor com a modelagem e o raciocínio sobre o contexto, onde, segundo Abowd e Mynatt, existem um mínimo de cinco requisitos para que isso seja possível, são eles: *What, Who, Where, Why* e *When*. Como é possível notar, a maioria desses requisitos já são supridos pelo SmartData do Lisha.

#### **a. Características de Sistemas Conscientes de Contexto**

Existem três principais características da consciência de contexto relacionadas com o IoT: apresentação, execução e marcação (anotação). Dentro destes conceitos, um sistema ciente do contexto decide quais informações e serviços devem ser apresentados ao usuário, levando em consideração quatro partes principais: aquisição de contexto, modelagem de contexto, raciocínio de contexto e distribuição de conteúdo, os quais são mostrados na Figura abaixo.

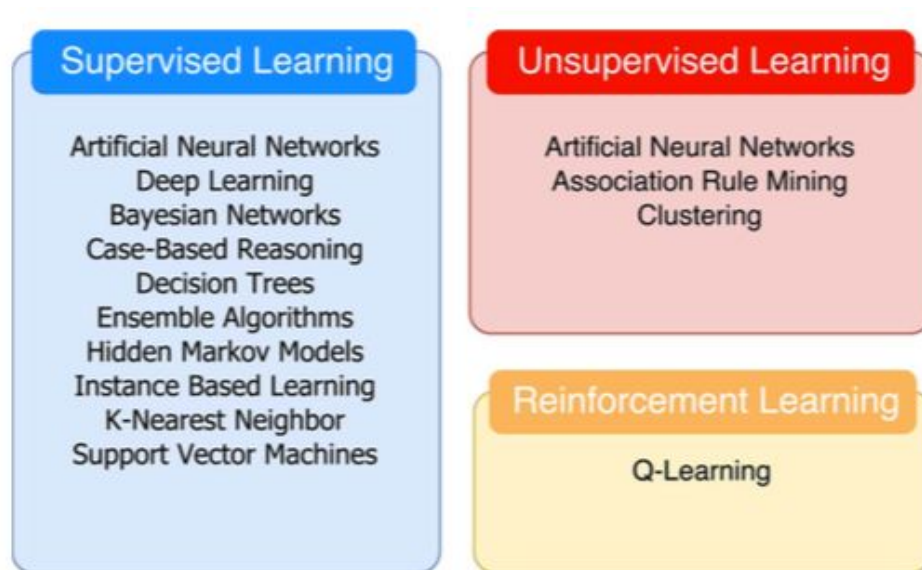


- Aquisição: engloba fatores do processo de obtenção dos dados, como por exemplo, frequência e tipo de sensores.
- Modelagem: define a representação do contexto e varia dependendo do domínio e dos recursos disponíveis.
- Raciocínio: é a extração de novos conhecimentos do contexto disponíveis, utilizando técnicas de IA e outras formas de descrever e inferir conhecimento.
- Distribuição: é a forma que o contexto é entregue aos usuários, um exemplo é a consulta e assinatura.

#### 4. Machine Learning em IoT

*Machine learning* é uma área de estudo que busca oferecer aos computadores a capacidade de aprendizagem, sem que a mesma seja explicitamente fornecida. Seu principal uso em IoT consiste em fornecer algoritmos de previsão e decisão, a partir do uso da grande quantidade de dados disponíveis e coletados de fontes diferentes (O. B. Sezer, 2018).

Existem três classes de algoritmos utilizados em IoT, os quais são mostrados na Figura abaixo:



Classes de algoritmos utilizados em IoT

*Supervised Learning:* Técnicas de aprendizado supervisionado consiste em adquirir um conjunto de amostras de dados rotulados e utilizá-las para treinar um modelo com o objetivo de prever novos dados amostrais.

*Unsupervised Learning:* O objetivo da técnica de aprendizado não supervisionada é agrupar dados não rotulados, ou seja, sem classificação e gerar modelos de previsão. Essa classe também tende a retornar resultados mais rapidamente para padrões ocultos e melhores para uso em *Big Data*.

*Reinforcement Learning:* A abordagem da técnica de aprendizado por reforço busca representar estados, ações e regras e tem o objetivo de buscar a convergência para um estado ideal através de sinais de *feedback* (sinais de reforço do ambiente).

## 5. Big Data em IoT

Dados em IoT possuem certas particularidades como uma quantidade massiva de dados, forte relação de tempo e espaço, correlações, ruídos e pequena parte dos dados são significativos para análise. *Big data* surge para auxiliar na

coleta, seleção, integração e análise desses dados. Porém, *Big data* em IoT também possui características diferentes das abordagens comuns de *Big Data*, exemplificados na figura abaixo:



- **Geração de dados:** diferentes velocidades de geração e coleta, escalabilidade, dinamismo e heterogeneidade da rede e dos dados.
- **Qualidade:** incerteza, redundância, ambiguidade e inconsistência.
- **Interoperabilidade:** semântica e incompletude dos dados.

Outra área crítica é o armazenamento de dados, onde bancos de dados relacionais não atendem aos requisitos do armazenamento de *Big Data*, deixando abordagens *NoSQL* mais atraentes. Assim, o armazenamento acaba ficando na *Cloud* por causa da grande quantidade de dados e recursos limitados dos dispositivos embarcados.

Existem diferentes modelos de processamento paralelo para análise dos dados e podem ser caracterizados em dois tipos:

- **Análise em Lote:** processamento de um conjunto de dados previamente coletados.
  - MapReduce;
  - Hadoop;
  - Entre outros.

- **Análise em Fluxo:** processamento dos dados ocorre em tempo-real.
  - Watson da IBM.

Por fim, existem diversos algoritmos e técnicas que nos permitem aprender as características e correlações ocultas existentes dos dados, seja classificando, encontrando padrões, etc. Porém, a qualidade e validação dos dados, engenharia de recursos e escalabilidade dos algoritmos são dificuldades recorrentes em IoT.

## 6. Conclusão

Futuramente, a conscientização do contexto será parte fundamental da criação de uma IoT inteligente e autônoma, relacionando a compreensão das mudanças no ambiente com as ações semanticamente válidas ao contexto atual. Porém, é necessário a otimização dos algoritmos de aprendizado e técnicas de *Big Data* existentes para lidar com o grande conjunto de dados a medida que o número de dispositivos e sensores aumentam. Da mesma forma, existem questões em aberto quando o assunto é IoT, tais como padrões, privacidade, segurança, automação e auto-organização de sistemas inteligentes.

TABLE III  
NUMBER OF JOURNAL ARTICLES BY YEAR RELATED IoT AND SUBJECTS IN IoT

Subjects / Years	2002	2004	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
"Internet of Things"	1	2	2	2	2	11	28	68	96	220	361	631	945	2369
"Artificial Intelligence" and "Internet of Things"	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	5	7	15
"Architectures" and "Internet of Things"	-	-	-	-	-	3	7	21	32	49	88	134	170	504
"Big Data" and "Internet of Things"	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	17	50	87	160
"Computation" and "Internet of Things"	-	-	-	-	-	-	-	2	12	17	36	80	62	209
"Context Awareness" and "Internet of Things"	-	-	-	-	-	-	-	-	4	14	25	31	19	93
"Machine Learning" and "Internet of Things"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6	14	21
"Security" and "Internet of Things"	-	-	-	-	1	4	7	13	16	41	69	121	165	436
"Semantic" and "Internet of Things"	-	-	-	-	-	-	1	3	7	13	29	21	32	106

TABLE IV  
NUMBER OF JOURNAL ARTICLES BY YEAR RELATED LEARNING SUBJECTS IN IoT

Subjects / Years	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
"Artificial Intelligence" and "Internet of Things"	-	1	1	1	5	7	15
"Bayesian Network" and "Internet of Things"	-	1	1	2	-	-	4
"Context Awareness" and "Internet of Things"	-	4	14	25	31	19	93
"Deep Learning" and "Internet of Things"	-	-	-	-	1	7	8
"Expert System" and "Internet of Things"	-	1	-	1	-	1	3
"Fuzzy Logic" and "Internet of Things"	-	-	1	-	10	1	12
"Machine Learning" and "Internet of Things"	-	-	-	1	6	14	21
"Neural Network" and "Internet of Things"	1	2	2	2	4	10	21
"Support Vector Machine" and "Internet of Things"	-	-	1	2	1	-	4
"Decision Tree" and "Internet of Things"	-	-	-	-	-	2	2

Legenda: Quantidade de pesquisas relacionadas aos temas abordados

## 7. Referências Bibliográficas

O. B. Sezer, E. Dogdu, A. M. Ozbayoglu, "Context-Aware Computing, Learning, and Big Data in Internet of Things: A Survey", *IEEE Internet of Things Journal*. vol. 5, no. 1, Feb. 2018.

Shi, Feifei et al. "A Survey of Data Semantization in Internet of Things". *Sensors (Basel, Switzerland)* 18.1 (2018): 313. PMC. Web. 30 Sept. 2018.

Abayomi Otebolaku and Gyu Myoung Lee, "A Framework for Exploiting Internet of Things for Context-Aware Trust-Based Personalized Services" *Mobile Information Systems*, vol. 2018, Article ID 6138418, 24 pages, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/6138418>.

Almeida, Henrique, & Sean Siqueira. "Uma Revisão Sistemática sobre Descrição Semântica na Internet das Coisas". *iSys - Revista Brasileira de Sistemas de Informação* [Online], 11.2 (2018): 43-62. Web. 30 Sep. 2018.