

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE SÃO PAULO – CAMPUS SÃO  
CARLOS**

**PADRONIZAÇÃO DE DADOS PARA COLETA,  
APRESENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO DE  
REGRAS COM SISTEMAS DE SISTEMAS**

**LEONARDO ALMEIDA SILVA FERREIRA**

**ORIENTADOR: PROF. DR. LUCAS BUENO RUAS DE OLIVEIRA**

São Carlos – SP

Abril/2017

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE SÃO PAULO – CAMPUS SÃO  
CARLOS**

**PADRONIZAÇÃO DE DADOS PARA COLETA,  
APRESENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO DE  
REGRAS COM SISTEMAS DE SISTEMAS**

**LEONARDO ALMEIDA SILVA FERREIRA**

Monografia apresentada no Curso de Especialização Lato Sensu em Desenvolvimento de Sistemas para Dispositivos Móveis do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de São Paulo - Campus de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Especialista em desenvolvimento de sistemas para dispositivos móveis.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Bueno Ruas de Oliveira

São Carlos – SP

Abril/2017

# RESUMO

Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno.

**Palavras-chave:** tese, dissertação, monografia, projeto

# ABSTRACT

Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nonono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno.

**Keywords:** ph.d. dissertation, dissertation, monograph, project

## LISTA DE FIGURAS

6.1	Exemplo de uso do Thingspeak . . . . .	29
6.2	Arquitetura do Xively . . . . .	31
6.3	Exemplo de automatização no IFTTT . . . . .	32
6.4	Arquitetura 1 . . . . .	33
6.5	Arquitetura 2 . . . . .	34
6.6	Diagrama de sequência 1 . . . . .	34
6.7	Diagrama de sequência 2 . . . . .	35
6.8	Infraestrutura . . . . .	36
9.1	Arquitetura do Kafka . . . . .	42
9.2	Exemplo de topologia no Storm . . . . .	42

# **LISTA DE TABELAS**

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
1.1 Contextualização . . . . .	11
<b>CAPÍTULO 2 – INTRODUÇÃO/MOTIVAÇÃO</b>	<b>14</b>
2.1 Das origens à Web Social das Coisas . . . . .	15
Anos 60 . . . . .	15
Anos 80 . . . . .	15
Anos 90 . . . . .	15
Anos 2000 . . . . .	17
A partir de 2015 . . . . .	18
2.2 Organização do Trabalho . . . . .	19
<b>CAPÍTULO 3 – CONTEXTOS ENVOLVIDOS</b>	<b>20</b>
3.1 Computação ubíqua à SIoT . . . . .	20
3.1.1 Computação Ubíqua . . . . .	20
3.1.2 Disappearing Computer . . . . .	20
Desaparecimento Físico . . . . .	21
Desaparecimento Mental . . . . .	21
3.1.3 Internet das Coisas - IoT . . . . .	21
3.1.4 Web das Coisas - WoT . . . . .	22
3.1.5 Web Social das Coisas - SWoT . . . . .	22

3.2	Edge computing e o surgimento da Fog computing . . . . .	23
3.2.1	sub-item x . . . . .	23
3.3	Cloud of Things and Social Cloud . . . . .	23
3.3.1	sub-item x . . . . .	23
3.4	Social Virtual Objects . . . . .	23
3.4.1	sub-item x . . . . .	23
3.5	Web Semântica e Ontologias de IoT . . . . .	23
3.5.1	sub-item x . . . . .	23
3.6	Mundo de IoT e Mineração de dados . . . . .	23
<b>CAPÍTULO 4 – TRABALHOS RELACIONADOS</b>		<b>25</b>
4.1	X . . . . .	25
4.1.1	Sub X . . . . .	25
<b>CAPÍTULO 5 – PROPOSTA DE TRABALHO</b>		<b>26</b>
<b>CAPÍTULO 6 – TECNOLOGIAS E PLATAFORMAS DE IOT</b>		<b>27</b>
6.1	Novos Protocolos . . . . .	27
6.1.1	6LoWPAN . . . . .	27
6.1.2	RPL . . . . .	27
6.1.3	CoAP . . . . .	28
6.1.4	Dash7 . . . . .	28
6.1.5	MQTT . . . . .	28
6.2	Plataformas . . . . .	28
6.2.1	Thingspeak . . . . .	28
6.2.2	Pachube/Xively . . . . .	30
6.2.3	IFTTT . . . . .	31
6.3	Arquitetura Proposta . . . . .	33



6.3.1	Descrição . . . . .	33
6.4	Modelo Utilizado . . . . .	33
6.4.1	Modelo de conhecimento . . . . .	33
6.4.2	Definição dos Objetos . . . . .	33
6.4.3	Estrutura em Grafo . . . . .	33
6.4.4	Processamento dos dados . . . . .	33
6.4.5	Processamento dos dados . . . . .	33
	Modelo Básico . . . . .	33
	Modelo Estático Complexo . . . . .	34
	Modelo Dinâmico Complexo . . . . .	34
6.5	Ferramenta Desenvolvida . . . . .	35
6.6	Outras Ferramentas . . . . .	35
6.7	Método agropastoril . . . . .	35
6.7.1	Coleta e Armazenamento . . . . .	35
6.7.1.1	água . . . . .	35
6.7.1.2	Recursos Minerais . . . . .	35
6.7.1.3	Recursos Químicos . . . . .	35
6.7.1.4	Outros tipos de recursos . . . . .	35
6.7.2	Transporte e aplicação . . . . .	35
6.7.3	Definições Básicas . . . . .	35
<b>CAPÍTULO 7 – RESULTADOS ESPERADOS</b>		<b>37</b>
<b>CAPÍTULO 8 – ARQUITETURA PROPOSTA E PADRÕES UTILIZADOS</b>		<b>38</b>
8.1	Arquitetura . . . . .	38
8.1.1	sub-item x . . . . .	38
8.2	Publisher/Subscriber . . . . .	38

8.2.1	sub-item x . . . . .	38
8.3	Big Data . . . . .	38
<b>CAPÍTULO 9 – TECNOLOGIAS UTILIZADAS</b>		<b>40</b>
9.1	Desenvolvimento . . . . .	40
9.1.1	NodeJS . . . . .	40
9.1.2	AngularJS . . . . .	40
9.1.3	Material Design . . . . .	40
9.1.4	Plugins JS . . . . .	40
	Johnny5 . . . . .	40
	Genisys . . . . .	40
	AngularFire . . . . .	40
	AngularMaterial . . . . .	40
9.2	Cloudmqtt . . . . .	41
9.2.1	MQTT . . . . .	41
9.3	Firebase . . . . .	41
9.3.1	Database/ Pub-Sub . . . . .	41
9.4	Protótipos . . . . .	41
9.4.1	Arduino . . . . .	41
9.4.2	NodeMCU . . . . .	41
9.4.3	Firmata firmware . . . . .	41
9.5	Sensors . . . . .	41
9.5.1	sub-item x . . . . .	41
9.6	Processamento dos dados . . . . .	41
9.6.1	Apache Kafka . . . . .	41
9.6.2	Apache Storm . . . . .	42

<b>CAPÍTULO 10 –CONCLUSÃO</b>	<b>44</b>
<b>CAPÍTULO 11 –CONCLUSÃO</b>	<b>45</b>
11.1 Principais contribuições . . . . .	45
11.2 Trabalhos futuros . . . . .	46
<b>CAPÍTULO 12 –CONCLUSÃO</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>48</b>
<b>GLOSSÁRIO</b>	<b>49</b>

# Capítulo 1

## INTRODUÇÃO

---

Este capítulo tem como propósito definir um contexto de partida para este trabalho, apresentando um enquadramento da investigação realizada, suas motivações, objetivos e hipóteses de pesquisa que vão fundamentar a resolução do problema em estudo. Por fim, será descrita a estrutura de organização deste trabalho.

### 1.1 Contextualização

A iniciativa desse trabalho tem como principal motivação, analisar os desafios tecnológicos atualmente conduzidos por uma crescente demanda para adesão à modelos de agricultura com foco na produção de alimentos mais saudáveis, mantendo um meio ambiente sustentável. Como base para a pesquisa, foram analisados relatórios técnicos e estudos com direcionamento dos principais órgãos governamentais de apoio e estatística sobre o meio ambiente para um correto planejamento na agricultura, conservando e otimizando a utilização de recursos naturais.

De acordo com os dados disponibilizados pela ONG Global Footprint Network (??) para o ano de 2016, no dia 8 de agosto a humanidade consumiu em tempo recorde o total de recursos sustentáveis previstos para um ano completo, mostrando a importância que o controle sobre a utilização de recursos possui nos dias atuais.

Ao observar atentamente aos indicadores brasileiros de 2015 pontuados no relatório do IBGE sobre desenvolvimento sustentável (??), vemos que o setor agrícola brasileiro possui como foco principal a busca e obtenção dos índices de produtividade agropastoril necessários para satisfazer às demandas de mercado, deixando uma produção sustentável em segundo plano.

Na busca em alcançar esses índices, junto a um custo de produção competitivo, mantendo um bom controle de pragas, doenças e ervas daninhas que poderiam afetar sua produção, agri-

cultores acabam manipulando incorretamente a quantidade de recursos naturais, minerais, fertilizantes e defensivos químicos utilizados, criando um desequilíbrio no meio ambiente, geralmente associados aos danos à biodiversidade, processos de eutrofização em rios e lagos, comprometimento da qualidade dos recursos hídricos com a contaminação de aquíferos e reservatórios, exposição do solo à mudanças climáticas e acidificação excessiva, emissão de gases associados ao efeito estufa e o grande potencial de intoxicação e agravos à saúde das pessoas.

Isto posto, um controle eficiente e eficaz sobre os níveis de recursos empregados na produtividade agropastoril, permitiria ao produtor agrícola um melhor acompanhamento dos resultados de seu manejo no plantio, uma agilidade maior na identificação e adequação de distúrbios, além de garantir os melhores níveis de produção e sustentabilidade da área utilizada, reduzindo consideravelmente a intensidade dos impactos no meio ambiente e seus riscos à qualidade dos solos, fontes de água e do produto final consumido pelas pessoas.

Como essas análises e controles de sustentabilidade se tornam extremamente custosas e complexas aos produtores, principalmente quando manualmente aferidas, elas passam a ser muitas vezes menosprezada ou abandonadas pelo produtor, principalmente na agricultura familiar que geralmente possui recursos financeiros limitados. Por outro lado, a automatização dos processos com o uso de sensores e computadores para aferição e processamento dos dados apresentavam-se como ótimas soluções, porém afora um custo igualmente caro e uma elevada complexidade de implantação, havia um esforço extra e com custo igualmente elevado para sua manutenção, que necessitava pessoas qualificadas e conhecimento ficava restrito aos fabricantes da nova estrutura.

Portanto, é necessário que os modelos tecnológicos propostos considerem custos de avaliação do desempenho ambiental de produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida utilizando metodologias de análise de ciclo de vida (ACV) existentes (ICVs ou ACVs (??) (??) ), de forma que a análise dessas informações se tornem menos onerosas para o processo como um todo, criando um rigoroso equilíbrio entre produção agrícola e preservação dos recursos naturais.

Em vários países, ICVs e ACVs são considerados para a formulação de novas políticas públicas por ser uma metodologia com forte base científica reconhecida internacionalmente e padronizada por normas ISO (??) (??). Além do suporte às políticas públicas, esses modelos também permitem ao setor privado produzir seus produtos com as melhores práticas científicas de redução dos impactos ao meio ambiente. No Brasil, os inventários nacionais são mantidos pelo IBICT (??) e podem ser verificados utilizando o banco nacional de inventários do ciclo de vida em (??).

O desenvolvimento atual dos processos de irrigação, por exemplo, depende de procedimentos tecnológicos e econômicos para otimizar o uso da água, melhorar a eficiência de aplicação, proporcionar ganhos de produtividade baseados na resposta da cultura à aplicação de água e outros insumos, sem que comprometa a disponibilidade e qualidade do recurso.

A agricultura familiar nessas condições passa por enormes dificuldades, uma vez que sem água é impossível cultivar. Muitas comunidades de agricultores familiares estão instaladas em regiões próximas de rios ou reservatórios, onde a agricultura irrigada vem sendo cada vez mais difundida e sendo um atrativo a essas comunidades, que têm se mobilizado no sentido de inserir-se no processo produtivo. É necessário, entretanto, capacitar esses novos irrigantes, bem como os que já estão estabelecidos, quer em projetos públicos, assentamentos ou em situações particulares, para fazer uso adequado da água retirada de fontes de água cada vez mais reduzidas. Esta cartilha tem intenção de fornecer a agricultores familiares informações e conhecimentos básicos de sistemas de irrigação, considerando seu uso voltado para conservação de água, bem como informações sobre como usar a água para irrigar as plantas de modo a manter o solo com umidade suficiente para uma produção adequada com perdas mínimas de água.

# Capítulo 2

## INTRODUÇÃO/MOTIVAÇÃO

---

Muitas vezes ao pensar em internet das coisas (IoT), contextualizando seu impacto na interação entre pessoas e o ambiente ao seu redor, é enfatizado o uso de informações traduzidas do ambiente (temperatura, humidade e etc.) para automatização, controle ou qualquer tomada de decisão. Contudo, a inclusão de informações proveniente das redes sociais, estruturando um senso comum, se torna um fator de grande impotência na formação de uma opinião acertiva em relação aos acontecimentos periféricos ao nosso foco principal.

O objetivo principal desse estudo é estruturar o conceito de Internet das Coisas e suas derivações, cujo primeiro passo para uma efetiva implantação é criar nas pessoas envolvidas um bom entedimento sobre seus conceitos. Contudo, em uma breve revisão da literatura existente no mundo podemos verificar o quão controverso são esses conceitos. A proposta desse documento é apresentar alguns fatos desde a origem do conceito até os dias atuais de forma a facilitar o entendimento do assunto. Sob um diferente ponto de vista, pretendo demonstrar a contígua relação de conceitos da Internet das Coisas com outros termos como Computação Ubíqua, Disappearing Computer e Web das Coisas e Web Social das Coisas.

A segunda parte, busca apresentar brevemente algumas das tecnologias que estão fortalecendo o conceito de Internet das Coisas e devem conduzir seu futuro.

Esse artigo busca ajudar no entedimento sobre alguns conceitos básicos sobre Internet das Coisas, a origem desse paradigma, pontuando semelhança com outros conceitos e por fim apresentando algumas das tecnologias que estão aparecendo para definir a base do ecossistema da Internet das Coisas e ferramentas importantes no processo de mineração dos dados provenientes de dispositivos conectados.

## 2.1 Das origens à Web Social das Coisas

Considerando o quanto o termo Internet das Coisas é utilizado em nosso dia-a-dia de trabalho e pesquisa, juntando ao fato de que esse termo é bastante controverso na literatura de computação, sendo até mesmo confundido com outros termos, penso que a melhor forma de iniciarmos a sua compreensão seria entendendo seu atual momento e identificando fatos do passado que a levaram aos seus padrões atuais de funcionamento.

Como fatos relevantes, entendo que eventos motivadores de sua criação, de seus termos e objetivos são de grande importancia, assim como o fato que conduziu seus idealizadores a escolha dos padrões atuais em detrimento de outros existentes e desafios ou necessidades do passado que motivaram mudanças nos seus objetivos.

Até a década de 60, ocorreram diversos fatos relacionados à criação e expansão das telecomunicações no mundo, fatos que não são o foco desse artigo. Após esse período de evolução das comunicações, que os cientistas começaram os debates sobre como seria se grande parte do mundo que vivemos pudesse ser virtualizado, sendo esses debates um presságio para a Internet das coisas.

**Anos 60** Em seu livro "Understanding Media" McLuhan (??) descrevia que por meio de mídias eletrônicas, eles haviam configurado uma dinâmica onde todas as tecnologias anteriores (incluindo as cidades como conheciam) seriam traduzidas em sistemas de informação. Nos anos seguintes Karl Steinbuch (??). No fim da década foi criada a Arpanet, primeira rede computadores, iniciando o ciclo de desenvolvimento da internet (??).

**Anos 80** O DNS(Domain Name System) foi criado para facilitar o acesso à internet através de domínios no lugar dos números IP (??), enquanto que Tim Berners-Lee fez a proposta de criação da rede mundial de computadores (??).

No final desse período, Mark Weiser(CTO da Xerox PARC) criou o projeto Computação Ubíqua visando responder rapidamente erros do conceito de computador pessoal: alta complexidade; difícil de utilizar; exige demais a atenção dos usuários; isola muito as pessoas do mundo; e excessivamente dominante, por ocupar muito a vida e mesa de trabalho das pessoas (??).

**Anos 90** Com a rede mundial de computadores ainda embrionária, o conceito de Internet das Coisas começou a se formar partindo da torradeira criada por John Romkey, tendo em vista a demonstração que ele e seus colegas fariam na conferência INTEROP para apresentar o



protocolo de rede SNMP que estavam criando naquele momento (??). Esse se tornou o primeiro dispositivo IoT, que conectada a um computador em rede e usando uma base de informação (SNMP MIB), pode ligada e desligada remotamente.

Nesse período, Mark Weiser com suas publicações, definiu alguns dos principais conceitos da Internet das Coisas. Inicialmente em seu primeiro artigo sobre o assunto ele define a Computação Ubíqua como tecnologias que desaparecerem, compostas por elementos delas mesmas na essência da vida cotidiana até se tornarem igualmente imperceptíveis a si próprias (??), alguns anos depois em outro artigo ele define a computação Ubíqua como o oposto da realidade virtual, onde de um lado as pessoas são conduzidas a um mundo criado por computadores, do outro é instituído às máquinas que coabitem com as pessoas no mundo real (??). Em um terceiro artigo, ao descrever um projeto de circuito elétrico criado por sua colega de empresa, Weiser cunhou "Tecnologias Calmas" ou "Inteligência ambiental" com a seguinte frase: "Não requer nenhum espaço na tela do seu computador e de fato não usa ou compõe computadores. Não utiliza softwares, somente alguns dólares em hardware e pode ser compartilhado por várias pessoas ao mesmo tempo." (??).

Ao criar o 'Trojan Room Coffee Pot' para monitorar a quantidade de café da máquina do laboratório de computação da Universidade de Cambridge, Quentin Stafford-Fraser e Paul Jar-detzky acabaram por criar o que podemos considerar como um dos primórdios do IoT. Se tratava de uma camera que mantinha atualizado nos servidores do prédio, imagens (3 por minuto) da máquina de café para que as pessoas pudessem consultar se tinha café, evitando uma viagem perdida (??). Na mesma época foi criada a WearCam por Steve Mann, considerada o primeiro "Wearable" (??).

Quando Paul Saffo publicou o artigo "Sensors: The Next Wave of Infotech Innovation" (??), ele descreveu os motivos que fariam dos sensores ubíquos a próxima onda de inovação concluindo que num futuro próximo, sensores analógicos seriam facilmente interligados à computadores digitais e à redes de computadores criando uma rede de sensores. Comprovando essa tese, o projeto inTouch (??) criou uma tecnologia chamada de "telefone tangível", que sincroniza objetos físicos de forma distribuída utilizando sensores para comunicação tátil à longa distância.

Em 1999, Kevin Ashton criou o termo Internet das Coisas ao descrever um sistema onde a internet é conectada ao mundo real utilizando diversos sensores ubíquos. Ashton (??) cita como aconteceu, em seu artigo: "Poderia estar errado, mas eu estou certo que o termo Internet das Coisas teve início como título de uma apresentação feita por mim na Procter & Gamble em 1999. Ao unir a nova ideia de utilização do RFID na cadeia de suprimentos da P&G aos

tópicos acalorados até então sobre Internet foi uma forma encontrada de chamar a atenção dos executivos. Isso elucida algo que habitualmente cria um mal entendido."

**Anos 2000** Com a disseminação do termo Internet das Coisas, ele passa a ser mencionado inúmeras vezes em publicações convencionais, como The Guardian, Scientific American e The Boston Globe e pela primeira vez começa a aparecer nos títulos de livros. Começam a aparecer projetos visando a implementação de algumas das ideias propostas, como o Cooltown, o Internet0 e a iniciativa "Disappearing Computer".

A tecnologia RFID começa a ser implementada em larga escala pelo departamento de defesa americano nos programas de combate à violência sexual (Savi Program) e comercialmente pelo Walmart em suas próprias lojas.

A Internet das Coisas começa a se consolidar quando a União Européia, reconhece a importância acadêmica do assunto sediando sua primeira conferência internacional e a União Internacional de Telecomunicações (ITU) publica seu primeiro relatório com a seguinte afirmação: "Uma nova dimensão tem sido incluída no mundo das tecnologias da informação e comunicação (ICTs): A qualquer hora, as pessoas podem se conectar em qualquer lugar, agora teremos conectividade em tudo. As conexões irão se multiplicar e criar uma dinâmica inteiramente nova de rede de redes - uma Internet das Coisas" (??).

Seu reconhecimento internacional incentivou um grupo de empresas da área de tecnologia, comunicações e energia fundar a IPSO Alliance para promoção da utilização do protocolo IP em redes de objetos inteligentes. Além das empresas, muitos governos também mostraram grande interesse na nova indústria, principalmente a china ao injetar grande quantidade de recursos nos fundos de pesquisas de suas principais instituições (??). De forma a viabilizar o avanço de pesquisas em novas tecnologias, o FCC liberou a utilização dos espaços sem uso entre as frequências 470 MHz e 698 MHz.

Com pesquisas sendo realizadas nos 4 cantos do mundo, o Conselho Nacional de inteligência Americano lista a Internet das Coisas como uma das 6 Tecnologias civís disruptivas com potencial impacto nos interesses Americanos até o ano de 2025 e pesquisa citada em (??) mostra que a quantidade de "objetos ou coisas"(em referencia aos dispositivos móveis) conectados à internet já atingiam 12.5 bilhões em 2010, enquanto que a população chegava a 6.8 bilhões de pessoas no mundo, alçando o patamar de 1,84 dispositivos conectados por pessoa.

Prevendo a incapacidade do IPv4 em atender a acentuada expansão na conexão de equipamentos à internet a IETF (Internet Engineering Task Force) lançou ao público o padrão IPV6

(??) permitindo a conexão de aproximadamente 340 undecilhões de endereços ou como apontado por Steven Leibson, "Podemos assinalar um endereço IPV6 para cada átomo na superfície da terra e ainda assim teremos endereços suficientes para endereçamento de outros 100 ou mais planetas terra."

De forma a promover uma abordagem universal no desenvolvimento de padrões técnicos, a União Internacional de Telecomunicações cria o grupo de estudos IoT-GSI(depois transformado em SG20), permitindo um alcance global à Internet das Coisas. No ramo dos negócios, o instituto de pesquisa gartner inclui o termo Internet das Coisas em seu Hype Cycle anual, responsável pelo rastreamento do ciclo de vida das tecnologias da sua aparição ao seu platô de produtividade. A Internet das Coisas atinge seu pico de expectativa em 2014 segundo o instituto.

Iniciativas educacionais e de marketing sobre o tópico começam a ser produzidos em larga escala por grandes empresas e comunidades nas redes sociais relacionada às Internet das Coisas como LinkedIn e a plataforma de "networking" \_connect do Conselho de Estratégia Tecnológica do Reino Unido.

O amadurecimento das plataformas de prototipação (Arduino) e dos computadores baseados em SoC (Raspberry Pi, Intel Edison) permitiu aos entusiastas investir na criação de pequenos projetos de forma acessível e com isso verificamos uma expansão na quantidade de plataformas (Pachube e Thingspeak), padrões de protocolos (6LoWPAN, Dash7, etc), Sistemas Operacionais (Contiki, TinyOS, etc) que estão sendo desenvolvidas especificamente para dar forma ao ecossistema da Internet das Coisas. É com foco nesse ecossistema que empresas especializadas em suas sub-áreas já estão se formando como a Mocano, especializada em segurança para IoT.

**A partir de 2015** Com a socialização da internet, o aumento de dispositivos inteligentes conectados e a experiência dos usuários com os impactos das novas tecnologias na vida das pessoas, era de se esperar que disrupturas ao redor da "Internet das Coisas"acontecessem. De acordo com (??) atualmente estão alta pesquisas relacionadas aos conceitos da Web das Coisas (WoT) focando na reutilização de padrões abertos da internet atual na interoperabilidade entre dispositivos inteligentes ao compartilhar as informações coletadas por sensores ubíquos e da Web Social das Coisas (SWoT) ressaltando o estudo de novas formas para integrar dispositivos inteligentes ("smart things") entre eles e com os humanos, mas não apenas como ponte entre a realidade e o virtual, mas fazendo parte do mundo real, podendo atuar como tomador de decisões em favor das pessoas se necessário. Essa abordagem futurística da SWoT, baseada em conceitos de tecnologias calmas e redes sociais, faz dela a mais promissora atualmente com a

consolidação da Internet das Coisas, se tornando uma área de pesquisas atualmente ativa.

## **2.2 Organização do Trabalho**

Este documento foi organizado em 5 capítulos fundamentando a proposta do trabalho realizado e que ficaram distribuídos da seguinte forma: no capítulo 1 foi concentrado na contextualização do tema, o capítulo 2 aborda conhecimentos teóricos e outros trabalhos relacionados ao tema deste trabalho. O capítulo 3 apresenta o desenvolvimento realizado para atingir os resultados esperados, enquanto que o capítulo 4 apresenta e discute os resultados obtidos ao final do trabalho. Por fim, o capítulo 5 apresenta a conclusão deste estudo, apontando algumas propostas para futuros trabalhos relacionados ao tema.

# Capítulo 3

## CONTEXTOS ENVOLVIDOS

---

### 3.1 Computação ubíqua à SIoT

#### 3.1.1 Computação Ubíqua

A computação ubíqua deu nome à terceira onda da computação, iniciada por Mark Weiser em seu artigo (??). Segundo outro artigo de sua autoria, ele (??) define a terceira onda da computação assim; "...Esse terceiro momento ocorre quando as tecnologias recuam para o segundo plano de nossas vidas e muitos computadores (não apenas um) de forma conjunta passam a exercer um papel auxiliar para as pessoas sem tomar tempo do foco principal de sua atenção.

O principal objetivo das pesquisas na área da computação ubíqua são relacionadas ao refinamento dos dispositivos eletrônicos de forma que sua utilização seja efetiva e eficiente na criação de um contexto computacional (??), seria como criar uma "consciência virtual" para esse dispositivos de forma que sua utilização possa se tornar transparente para as pessoas.

Infelizmente, para grande parte das aplicações nesse paradigma, operar seus dispositivos inteligentes de forma transparente às pessoas significa ter acesso a informações altamente sensíveis de indivíduos, exigindo que esses dispositivos sejam projetados cuidadosamente de forma a não se tornar um sistema de fiscalização. Por outro lado, sistemas ubíquos precisam ser fortemente examinados sobre uma perspectiva de ataques cibernéticos, pois já se sabe de antemão o quanto valiosa são suas informações, suscitando grande interesse á pessoas mal-intencionadas.

#### 3.1.2 Disappearing Computer

Baseado nas definições de Weiser sobre Computação Ubíqua (??), surgiu a necessidade de ampliar as pesquisas em tecnologias que fazem dos computadores objetos imperceptíveis,

ficando apenas em segundo plano sem tirar o foco das pessoas. A partir dessa disruptura nasceu o termo "Disappearing Computer" com a distinção dos dispositivos invisíveis em 2 tipos Desaparecimento Físico e Desaparecimento Mental como descrito por Streitz em (??).

**Desaparecimento Físico** Como o nome já diz, um dispositivo computacional desaparece fisicamente, quando ele é tão pequeno que cabe na palma da mão, podendo ser costurado em tecidos, colocado junto ao corpo das pessoas ou mesmo implantado no corpo. Na maior parte dos casos, o dispositivo é integrado à um produto de pequena dimensão onde seus recursos computacionais se tornam invisíveis.

**Desaparecimento Mental** O aspecto essencial desses cenários é projetar os dispositivos de forma a não serem mais percebidos como computadores e sim como mais um dos elementos que compõe aquele ambiente. Aqui o desaparecimento se limita aos olhos de seus usuários. O dispositivo não precisa ser invisível fisicamente, ele pode estar embutido em portas, janelas e mobiliários ou ter apenas sua aparência modificada, dando naturalidade ao incluí-lo no ambiente com sua nova roupagem e ficando oculto ao olhar humano.

### 3.1.3 Internet das Coisas - IoT

Propõe um ecossistema de "coisas" interconectadas. Se entende por "coisa", objetos geralmente compostos por pequenos sistemas computacionais embarcados que contam com a habilidade de captar dados do ambiente em análise trocando informação com outras "coisas" diretamente ou através de uma rede.

Sua principal característica que acaba inviabilizando uma implantação universal da Internet das Coisas nos dias atuais é quanto a forma de busca e comunicação entre os diversos dispositivos ubíquos disponíveis na rede, que deve ser baseado em um identificador único dentro na rede (ex: Seu IP) ou seja, cada "coisa" conectada à rede terá que possuir seu identificador próprio. Porém, enquanto a migração do protocolo IPv4 para o IPv6 não se concretizar, será economicamente inviável implementar um ecossistema novo para a Internet das Coisas que seja amplamente universal. Fora isso, como essa característica não é a única, e novas tecnologias continuam sendo pesquisadas e lançadas no mercado, nada impede que sejam feitas adaptações nas redes existentes para alcançar implementações baseadas na Internet das Coisas. A mais promissora delas é a "Web das Coisas" cujo ecossistema é baseado em protocolos da Web existentes e que já estão consolidados, como detalhado no próximo item.

### 3.1.4 Web das Coisas - WoT

A partir de um consenso onde a rede mundial de computadores seria a mais viável para criar uma Internet das Coisas universalizada, apareceram diversas pesquisas com esse objetivo e continuam aparecendo. Porém, a adesão ao novo protocolo de roteamento (IPv6) com identificadores únicos para todos os dispositivos, primordial para sua consolidação, não está ocorrendo com a velocidade prevista criando um hiato na universalização da internet das coisas, já que o protocolo atual (IPv4) não é adequado a essa nova realidade por sua escassez de identificadores.

Como esse processo de migração será lento, pesquisadores e empresas iniciaram suas pesquisas utilizando as estruturas da Web atual, adaptando formas de identificar os elementos dentro da rede. O maior avanço na direção de criar um elo entre os mundos físicos e virtuais veio da ramificação de IoT chamada de "Web das Coisas", que utiliza tecnologias da Web (web services, web sockets e etc.) na identificação e comunicação entre os elementos de uma mesma rede de sensores ubíquos. Dessa forma, a proposta seria que a manutenção das redes baseadas na "Web das Coisas" não seja afetada com o fim da migração para o protocolo IPv6, havendo uma convivência harmônica entre as novas redes de dispositivos e que as novas tecnologias criadas para a Web das Coisas possam ser migradas sem traumas para a Internet das Coisas.

Ainda que a causa principal dessa ramificação seja o avanço na aplicação das novas tecnologias, ao avaliar tecnicamente a comunicação entre os diversos dispositivos inteligentes existentes atualmente, vemos que há uma grande heterogeneidade de implementações, resultando em uma complexidade excessiva para firmar essa comunicação. Em um futuro próximo, a falta de um protocolo unificado para troca de mensagens inviabilizaria uma interação transparente entre esses dispositivos inteligentes. Na solução desse problema, a incorporação de mecanismos utilizados na criação dos Web Services pela internet tem sido estudada para viabilizar a criação de uma conexão espontânea entre os dispositivos inteligentes, apenas fazendo adequações necessárias à nova realidade da Web das Coisas.

### 3.1.5 Web Social das Coisas - SWoT

Esse paradigma, o mais embrionário dentre os que possuem como origem a Computação Ubíqua, realça as pesquisas no campo da inteligência computacional e o aspecto social na comunicação entre usuários, incluindo dispositivos ubíquos no relacionamento. Segundo (??), esse relacionamento pode ser atingido com a utilização da Web Semântica e tradução de dados estruturados em linguagem natural. Porém, precisam ser propostas novas formas dos dispositivos ubíquos interpretarem as redes de relacionamento existentes criando uma comunicação

transparente entre dispositivos e se comunicando de forma natural e não intrusiva de forma que eles sejam devidamente compreendidos pelas pessoas.

## **3.2 Edge computing e o surgimento da Fog computing**

### **3.2.1 sub-item x**

## **3.3 Cloud of Things and Social Cloud**

### **3.3.1 sub-item x**

## **3.4 Social Virtual Objects**

### **3.4.1 sub-item x**

## **3.5 Web Semântica e Ontologias de IoT**

### **3.5.1 sub-item x**

## **3.6 Mundo de IoT e Mineração de dados**

Mesmo que pesquisas nesse assunto não tenha relação direta à Internet das Coisas, tratar dados coletados por dispositivos ubíquos possui alta relevância na criação de uma Inteligência Computacional.

Analisar e processar quantidade elevada de dados exige cuidados para evitar que seja extraída informação sem utilidade ou inconsistente, podendo criar sérios problemas. Em projetos de Internet das Coisas esses pontos devem ser observados ao analisar os dados:

Volume	Organizações coletam dados de uma grande variedade de fontes, incluindo transações comerciais, redes sociais e informações de sensores ou dados transmitidos de máquina a máquina. No passado, armazenar tamanha quantidade de informações teria sido um problema ? mas novas tecnologias (como o Hadoop) têm aliviado a carga.
Velocidade	Os dados fluem em uma velocidade sem precedentes e devem ser tratados em tempo hábil. Tags de RFID, sensores, celulares e contadores inteligentes estão



impulsionado a necessidade de lidar com imensas quantidades de dados em tempo real, ou quase real.

- Variedade** Os dados são gerados em todos os tipos de formatos - de dados estruturados, dados numéricos em bancos de dados tradicionais, até documentos de texto não estruturados, e-mail, vídeo, áudio, dados de cotações da bolsa e transações financeiras.
- Variabilidade** Além da velocidade e variedade de dados cada vez maiores, os fluxos de dados podem ser altamente inconsistentes com picos periódicos. Existe algo em tendência nas redes sociais? Diariamente, picos de dados sazonais ou picos gerados com base em eventos podem ser um desafio de gerenciar. Ainda mais quando falamos de dados não estruturados.
- Complexidade** Os dados de hoje vem de várias fontes, o que torna difícil estabelecer uma relação, corresponder, limpar e transformar dados entre diferentes sistemas. No entanto, para que seus dados não saiam rapidamente de controle, é necessário ligar e correlacionar relações, hierarquias e as várias ligações de dados.

# Capítulo 4

## TRABALHOS RELACIONADOS

---

**4.1 X**

**4.1.1 Sub X**

# Capítulo 5

## PROPOSTA DE TRABALHO

---

Este capítulo apresenta e analisa uma proposta de arquitetura para facilitar a implementação da internet das coisas na automação de modelos agrícolas existentes (com foco na agricultura familiar) reduzindo os elevados custos desses procedimentos, atualmente responsáveis por inibir sua disseminação. Nessa proposta, serão utilizadas diversas tecnologias já consolidadas pela literatura para resolução de diversos desafios e cenários dentro da Internet das Coisas.

# Capítulo 6

## TECNOLOGIAS E PLATAFORMAS DE IOT

---

### 6.1 Novos Protocolos

#### 6.1.1 6LoWPAN

Possui como objetivo principal possibilitar a comunicação através do protocolo IPv6 nas redes PAN(IEEE 802.15.4), definida para criação de redes sem fio pessoais com baixo consumo de energia e habilitando a conexão à internet de micro componentes e sensores. Esse protocolo se apoia na concepção de que a Internet é integralmente construída com IPs e cada dispositivo conectado possui seu próprio IP o tornando parte de um todo no mundo da Internet ou melhor na Internet das Coisas.

#### 6.1.2 RPL

De forma um pouco diferente ao 6LoWPAN, esse protocolo focou em atender à diversidade de requisitos e aplicações presentes no mundo da Internet das Coisas. Vai desde a sua utilização nas redes urbanas (smart cities), passando pela automatização de casas e edifícios (smart homes and buildings) até o suporte à outros tipos de automatização (smart spaces, smart cars, etc). Para atingir seu objetivo ele usa como base a teoria dos grafos acíclicos direcionados (do inglês DAG) para criar sua topologia, viabilizando a utilização de um protocolo de roteamento para criação de suas próprias rotas contendo um ou mais destinos orientados que são atualizados em intervalos aleatórios de tempo.

### 6.1.3 CoAP

Protocolo de transmissão web desenhado especificamente para uso em aplicações M2M (machine-to-machine) como smart energy e smart homes, onde suas redes e nós ficam restritos dentro de seu próprio ecossistema. Ele foi desenhado para utilizar uma quantidade mínima de recursos do dispositivo e da rede, utilizando o já consolidado UDP no lugar de construir uma pilha de transporte complexa. Na linha de segurança o CoAP propõe parâmetros DTLS equivalentes às chaves RSA de 3072 bits, conseguindo manter um nível aceitável de performance até nos menores nós.

### 6.1.4 Dash7

Protocolo de redes sem fio de código aberto criado para uso específico em sensores e atuadores que operam nas bandas não licenciadas das frequências 433MHz, 868MHz e 915MHz. Assim como o 6LoWPAN, ele foi idealizado para uso em equipamentos com baixo consumo de energia, porém seus criadores se preocuparam na construção de um protocolo completo, que dispusesse de longo alcance (até 2 km), tivesse uma latência de conexão reduzida nos dispositivos em movimento, fosse uma pilha de protocolos pequena, suportasse chaves de criptografia AES com 128-bit, atingindo taxas de transferência de dados adequadas aos dispositivos de IoT (até 167 kbit/s).

### 6.1.5 MQTT

## 6.2 Plataformas

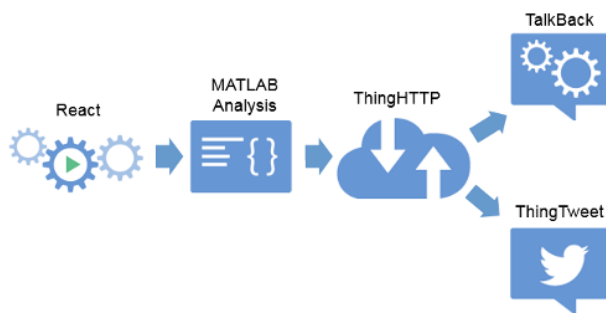
### 6.2.1 Thingspeak

Plataforma Web open-source seguindo a linha da "Web das Coisas", onde "coisas" se conectam à APIs remotas utilizando a internet e seus protocolos. Ele funciona de forma semelhante a um Middleware baseado na nuvem onde end-points são criados para serem utilizados por webnodes (nós de sensores) para remeter solicitações, enviar dados para serem armazenados e solicitar a recuperação de informações utilizando o protocolo HTTP via Internet. O foco principal do Thingspeak é utilizar aplicar as seguintes atividades de mineração de dados na Internet das Coisas:

- Coleta - Enviar dados dos sensores para a nuvem.

- Análise - Analisar e Visualizar informações com MATLAB.
- Ação - Reagir a uma informação acionando uma ação

Com o Thingspeak(Figura 6.1) o usuário poderá criar remotamente funcionalidades para monitoramento de seus sensores Ubíquos ("coisas") conectados em sua rede, rastreamento dos objetos conectados e também criar uma rede social de coisas (monitorando atualizações de status). Porém, mais que apenas criar APIs de monitoramento remoto dos dados, o Thingspeak de forma integrada o uso do MATLAB (aplicação de alta performance voltada para cálculo numérico) para análise, tratamento dos dados coletados com base em regras pré-definidas pelo usuário para agregação dos dados e tomada de decisão, visualizando seus informações de forma refinada em seu dashboard.



**Figura 6.1: Exemplo de uso do Thingspeak**

Para iniciar um protótipo na ferramenta (??), é necessário uma das seguintes placas de prototipagem: Arduino(com shield de Ethernet ou Wi-Fi), Particle Core/Photon/Electron, Raspberry PI ou Electric Imp; conectadas à Internet e configurados com a biblioteca própria do Thingspeak que fará a comunicação com os servidores remotos através de operações GET e POST do protocolo HTTP.

Ao configurar dispositivos para conectar ao ThingSpeak, os usuários terão disponíveis as seguintes funcionalidades para trabalhar:

Data collection	Criar novos canais para coleta dos dados que serão analisados.
Open API	APIs REST disponíveis para gestão e publicação remota de feeds, canais e ações.
Alerts	Apps disponíveis para monitorar e notificar ocorrência de eventos.
Event scheduling	App para controle de acionamento de ações com base em regras temporais pré-definidas.

MATLAB	(analytics and visualizations) App para análise de dados e eliminação de "Outliers" em um canal usando funções do MatLab.
MQTT	(publish support) APIs MQTT disponíveis para publicação de mensagens nos Feeds pelo broker MQTT.
App integrations	Integrar canais de coleta aos apps de transformação dos dados, acionamento de ações e visualização.

O Thingspeak integrado aos recursos do MatLab se mostra uma ferramenta muito adequada para criar fluxos de notificação e controle automatizado a partir da mineração dos dados provenientes de uma rede de sensores conectados à Web que exija cálculos matemáticos no processamento, mantendo um alto rendimento. Há ainda a possibilidade de utilização dos recursos de processamento e ação do Thingspeak, para criação de regras de inteligência computacional para uso em projetos voltados à Inteligência Ambiental, Inteligência Artificial e SWoT.

### 6.2.2 Pachube/Xively

Inicialmente criada com o objetivo de se tornar uma rede social para a Internet das Coisas, dando suporte para comunidades virtuais criarem uma infraestrutura de dados compartilhados, foi adquirida pela empresa LogMeIn em 2011, passando a ser um serviço de plataforma para a Internet das Coisas, com objetivo de disponibilizar uma plataforma onde você pode criar produtos conectados que são operados (Figura 6.2), controlados e automatizados de forma simples utilizando a internet e viabilizando a identificação de insights dos usuários a partir da análise dos dados.

Segundo o site da plataforma (??) esses são os 7 elementos para se criar um produto conectado na Internet das Coisas:

- Conceitualizar e definir produto conectado
- Fazer prova de conceito com hardware (Segurança)
- Desenvolver apps onde usuários podem monitorar seu dispositivo
- Habilitar plataforma onde empresa inclui e gerencia seus dispositivos conectados
- Integrar dados de dispositivo com ferramenta de relacionamento com clientes
- Preparar ferramenta de análise dos dados para obter insight de usuários



**Figura 6.2: Arquitetura do Xively**

- Criar novos canais de engajamento dos usuários ao produto

Alguns exemplos de produtos conectados na plataforma seriam:

**Máquina de lavar** Identificaria a ocorrência de algum problema, solicite as peças vão precisar reparo na fábrica, chame o técnico informando a falha identificada e notifique o dono sobre a falha e quanto vai custar o conserto.

**Carro** Identificaria a hora de uma revisão, verifique a agenda do cliente e cruze com as datas disponíveis na concessionária, agendando o melhor horário, informando a manutenção necessária e o custo.

### 6.2.3 IFTTT

A concepção essencial dessa plataforma é automatizar "coisas" utilizando condições (Figura 6.3), assim como o significado de seu acrônimo diz: "Se acontecer isso, então faça aquilo" (If This, Then That). Ele é tanto um website como um app mobile lançado em 2010 com o slogan "Coloque a internet para trabalhar para você" e com objetivo de automatizar tudo o que for possível, desde tarefas nos seus apps e sites favoritos até gadgets e dispositivos inteligentes. A plataforma possui 4 elementos.

**Gatilhos** "Se" da condição desejada

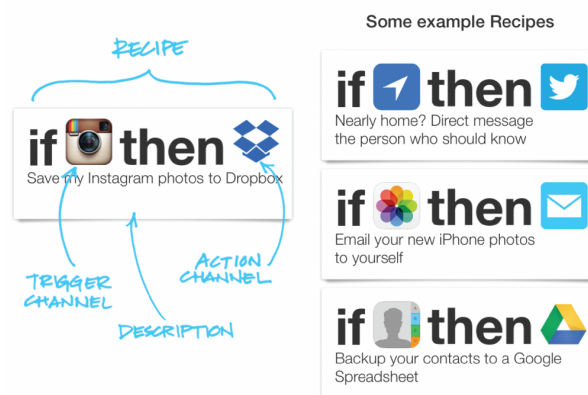


Ações "Aquilo" da condição desejada

Receitas/Applets Condições, ou união de um trigger com uma action

Canais/Serviços Descrição dos dados de um certo serviço

Atualmente a plataforma suporta mais de 110 serviços ("canais") incluindo apps para dispositivos Android e Apple iOS como Lembretes e Fotos, e também sites web como Facebook, Instagram, Flickr, Tumblr, Google Calendar, Google Drive, Feedly, Foursquare, LinkedIn, SoundCloud, WordPress, YouTube, e muitos outros.



**Figura 6.3: Exemplo de automatização no IFTTT**

diminuir a sua perda de tempo, automatizando todas as "coisas" possíveis e criando canais onde você possa verificar as informações que precisa. com tantas "coisas" virtuais no mundo querendo tomar a sua atenção, porquê não automatizar tudo o que for possível e caso seja realmente necessário a sua atenção, você seja

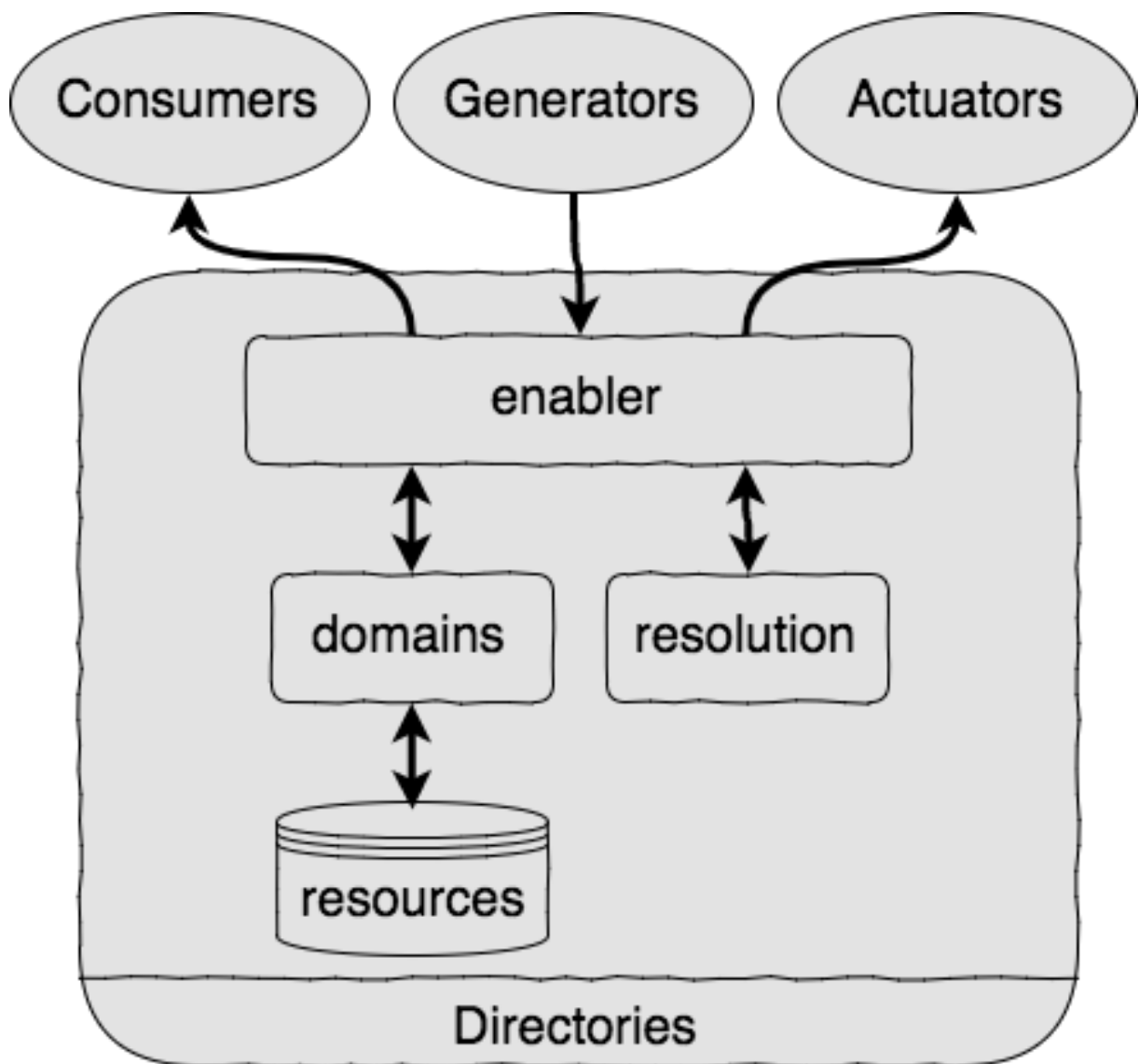


Figura 6.4: Arquitetura 1

## 6.3 Arquitetura Proposta

### 6.3.1 Descrição

## 6.4 Modelo Utilizado

### 6.4.1 Modelo de conhecimento

### 6.4.2 Definição dos Objetos

### 6.4.3 Estrutura em Grafo

### 6.4.4 Processamento dos dados

### 6.4.5 Processamento dos dados

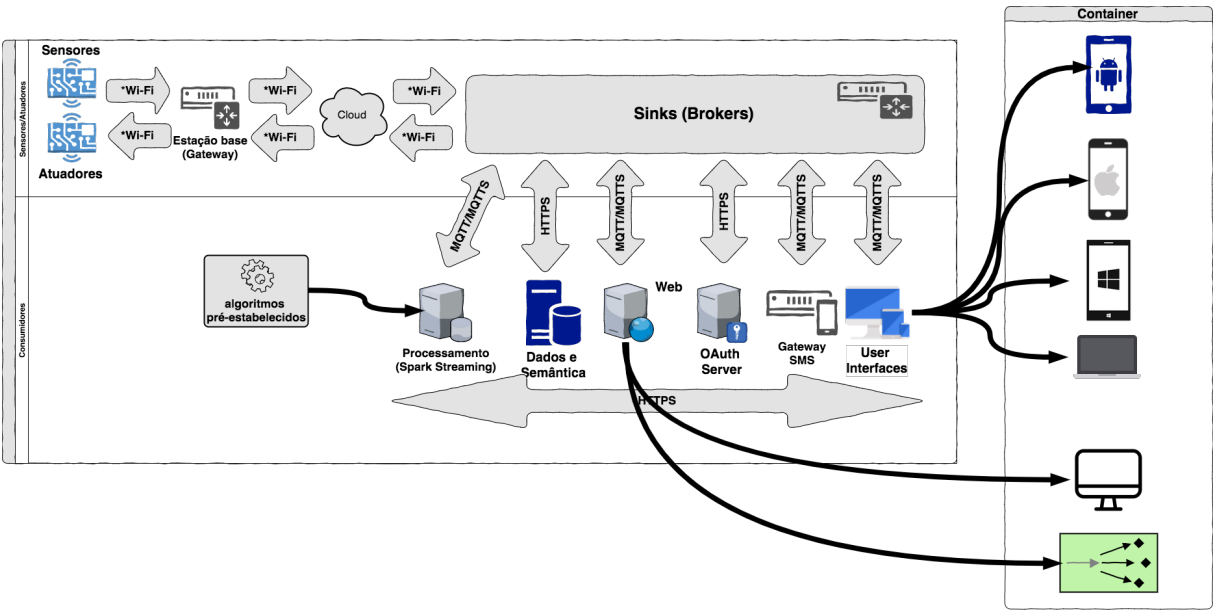


Figura 6.5: Arquitetura 2

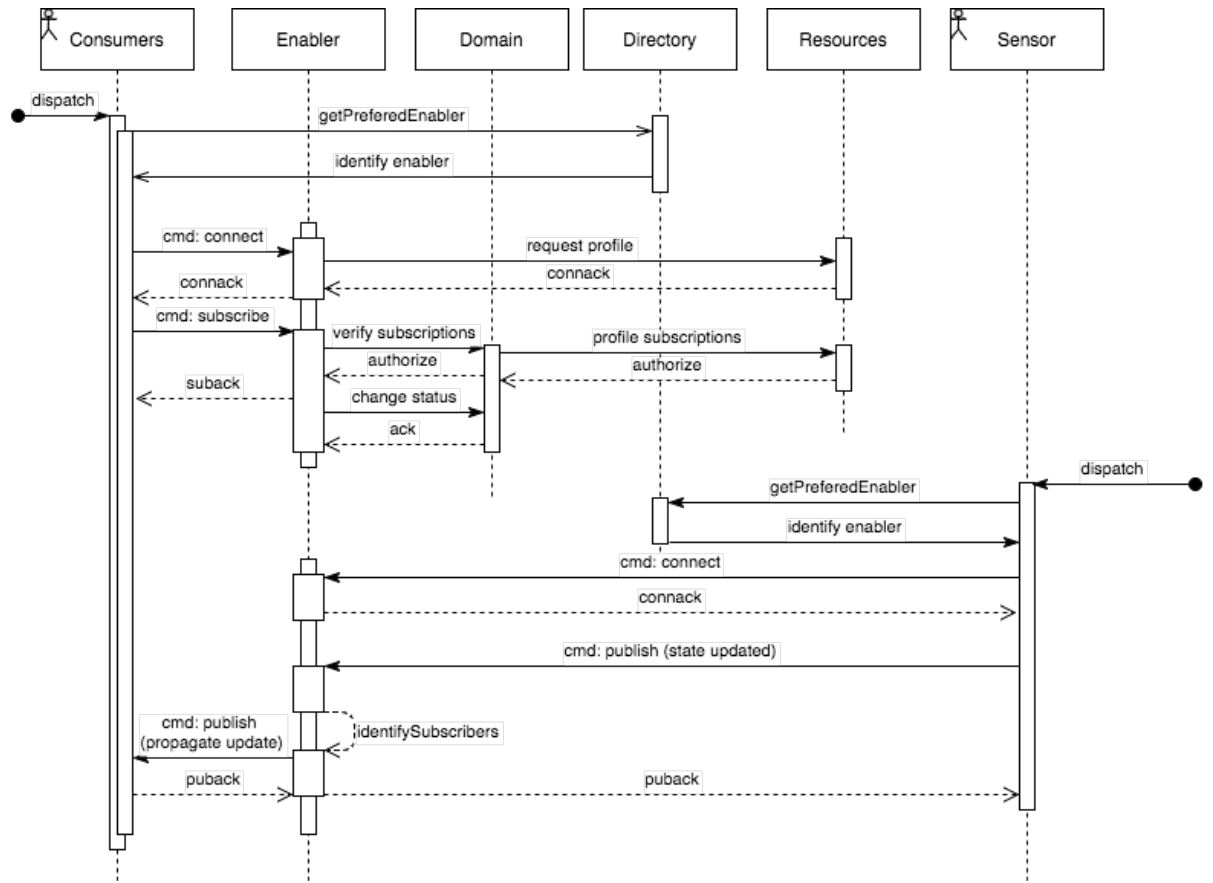


Figura 6.6: Diagrama de sequência 1

Modelo Estático Complexo

Modelo Dinâmico Complexo

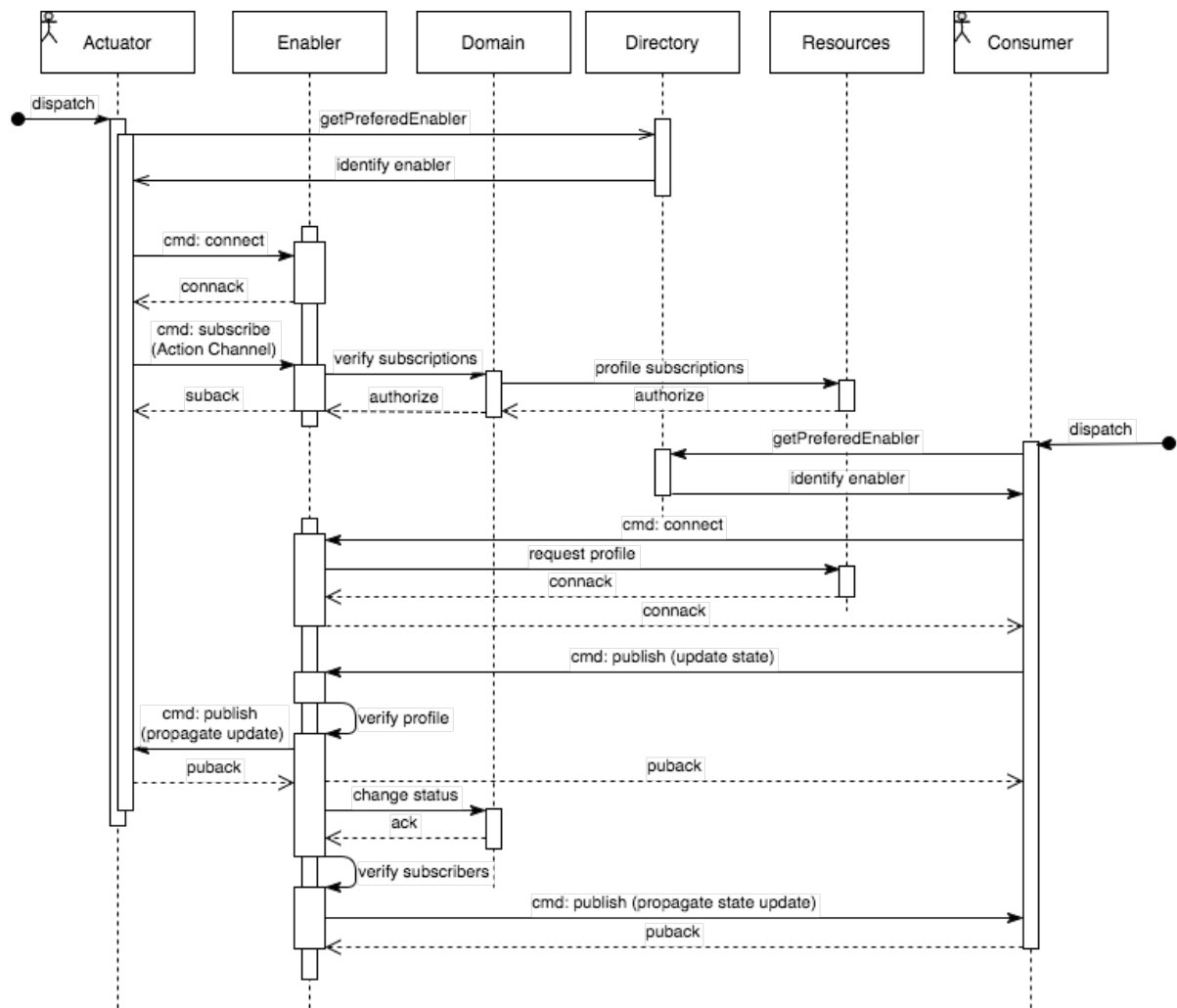


Figura 6.7: Diagrama de sequência 2

## 6.5 Ferramenta Desenvolvida

## 6.6 Outras Ferramentas

## 6.7 Método agropastoril

### 6.7.1 Coleta e Armazenamento

#### 6.7.1.1 água

#### 6.7.1.2 Recursos Minerais

#### 6.7.1.3 Recursos Químicos

#### 6.7.1.4 Outros tipos de recursos

### 6.7.2 Transporte e aplicação

### 6.7.3 Definições Básicas

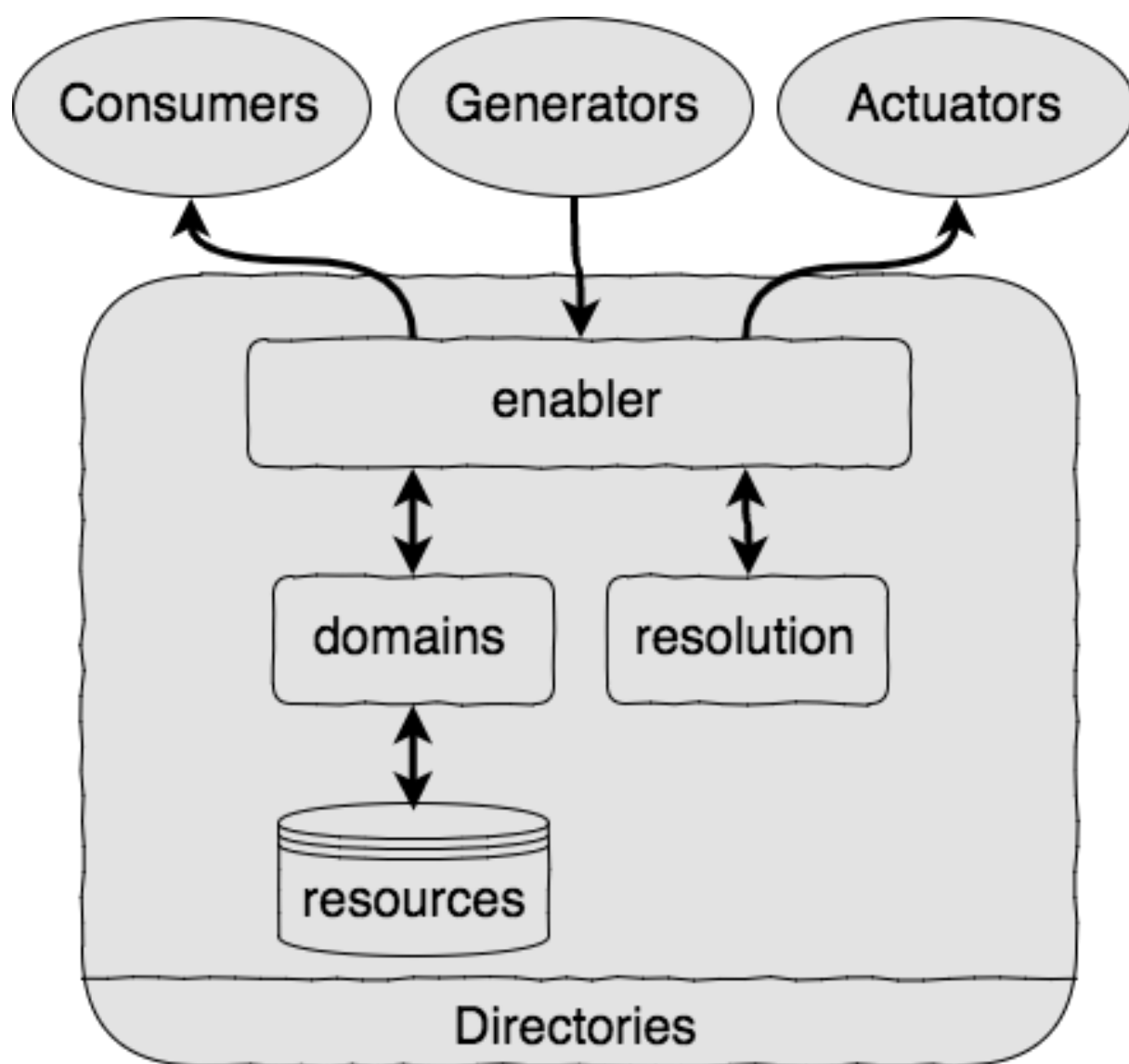


Figura 6.8: Infraestrutur

# Capítulo 7

## RESULTADOS ESPERADOS

---

Este capítulo apresenta como será feita a validação dos modelos aplicados de comunicação entre spots (geradores, consumidores, sinks, enablers e domínios), análise da informação coletada e os resultados esperados com a implementação da arquitetura proposta.

Adicionalmente, será discutida a viabilidade em larga escala da arquitetura proposta através de testes de desempenho das comunicações através de simulações com a ferramenta XXXX, destacando os desafios em potencial e possíveis direcionamentos de pesquisa para o futuro.

# Capítulo 8

## ARQUITETURA PROPOSTA E PADRÕES UTILIZADOS

---

### 8.1 Arquitetura

#### 8.1.1 sub-item x

### 8.2 Publisher/Subscriber

#### 8.2.1 sub-item x

### 8.3 Big Data

De forma a complementar o trabalho realizado pelas plataformas de IoT, mais focadas na criação do ecossistema de comunicação entre nós da Internet das Coisas, é primordial a implantação em segundo plano de estruturas complexas responsáveis pelo processamento dos dados gerados dentro do ecossistema. Só assim conseguimos extrair a inteligência computacional, nos aproximando dos benefícios propostos pela Internet das Coisas.

Essa estrutura, utilizando uma ou mais ferramentas, recebe dados provenientes do ecossistema (publicações, notificações, mensagens, acionamentos, etc.) e inicia um fluxo de trabalho percorrendo diversas regras de transformação pré-programadas. Ao final desse fluxo de trabalho informações úteis são criadas, que podem ser utilizadas tanto na tomada de decisão quanto para reinserção na estrutura, criando assim um ciclo de inteligência computacional. Dentre algumas das características importantes a se avaliar nessas ferramentas temos:

- Engines de processamento em lote.

- São baseadas em clusters.
- Capacidade de processamento distribuído e paralelo
- Usa a memória principal intensivamente.
- Tem como requisitos essenciais a baixa latência e larga escalabilidade.
- Acesso de alto rendimento aos dados

Com base nos conceitos avaliados sobre Internet das Coisas e Big Data, selecionamos algumas das ferramentas open source que propõem boas soluções para análise de dados em tempo real. Porém, como a forma de implementação dessas ferramentas varia bastante, assim como as necessidades de projeto, uma ferramenta pode se mostrar mais adequada que outra dependendo da sua utilização. Abordaremos algumas dessas características específicas nos tópicos abaixo.



# Capítulo 9

## TECNOLOGIAS UTILIZADAS

---

### 9.1 Desenvolvimento

#### 9.1.1 NodeJS

#### 9.1.2 AngularJS

#### 9.1.3 Material Design

#### 9.1.4 Plugins JS

**Johnny5**

**Genisys**

**AngularFire**

**AngularMaterial**

## **9.2 Cloudmqtt**

### **9.2.1 MQTT**

## **9.3 Firebase**

### **9.3.1 Database/ Pub-Sub**

## **9.4 Protótipos**

### **9.4.1 Arduino**

### **9.4.2 NodeMCU**

### **9.4.3 Firmata firmware**

## **9.5 Sensors**

### **9.5.1 sub-item x**

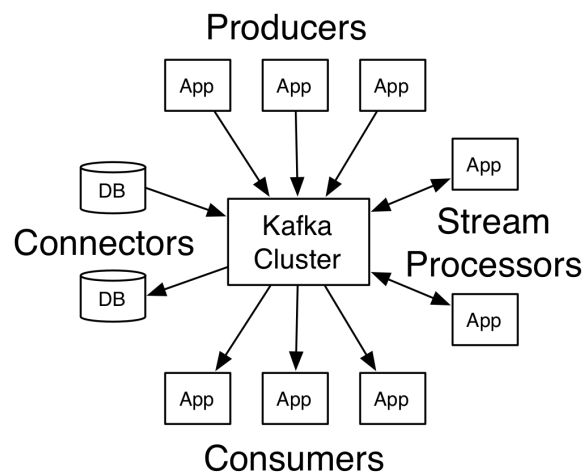
## **9.6 Processamento dos dados**

### **9.6.1 Apache Kafka**

Ferramenta projetada para funcionar como um middleware de mensageria (Figura 9.1), utilizando o padrão Publish/Subscribe para criar canais ("streams") de mensagens entre várias origens diferentes ("Producers") e os vários destinos inscritos ("Consumers").

Com a utilização de conectores, bancos de dados podem ser utilizados para persistência de mensagens e ao conectá-lo a ferramentas de análise e processamento de dados ("Stream Processors"), suas mensagens podem ser transformadas antes de sua publicação.

Dentre os principais benefícios da ferramenta estão: publicação em tempo real, funcionamento distribuído em um ou mais servidores, separação dos canais em categorias/tópicos, possui recursos de particionamento tolerantes a falhas e garantia na entrega das mensagens com replicação de dados.

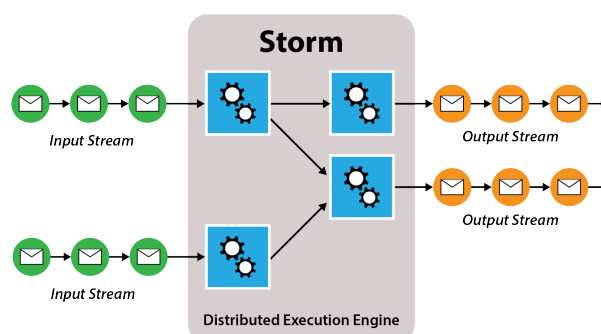


**Figura 9.1:** Arquitetura do Kafka

### 9.6.2 Apache Storm

Essa ferramenta Open Source pode ser utilizada na execução de tarefas em paralelo de forma contínua, que é o caso de grande parte dos projetos de IoT. Seus Fluxos de trabalhos ou "Topologias", devem ser projetados a partir de grafos acíclicos direcionados (DAG's) que ao entrar em execução, realizam suas tarefas indefinidamente processando os dados gerados pelos dispositivos ubíquos de forma contínua. Suas topologias só param de rodar em 2 casos, a partir da intervenção do usuário matando seu processo ou na ocorrência de uma falha irreversível.

Sua topologia é formada por "spouts" ou "bolts" como seus vértices, enquanto que suas arestas representam fluxos de dados trafegados entre os nós do grafo. Em conjunto, vértices e arestas da topologia agem como um pipeline de transformação dos dados em tempo real (Figura 9.2).



**Figura 9.2:** Exemplo de topologia no Storm

O Storm não possui suporte nativo aos clusters do Hadoop/YARN (Ainda em desenvolvimento), ao invés disso ele usa a estrutura da ferramenta Zookeeper e seus próprios processos de trabalho (master/minion) para coordenação de suas topologias, estados e mensagens semân-

tivas de garantia. Além disso, ele pode consumir e escrever arquivos no HDFS e também rodar nativamente sobre o gerenciador de cluster Apache Mesos ou com o suporte da plataforma de orquestração de containers Marathon.

# Capítulo 10

## CONCLUSÃO

---

Como pôde ser observado na seção destinada aos resultados, utilizar uma plataforma de IoT para automatização de métodos agrícolas existentes pode reduzir consideravelmente o trabalho de coleta e análise em tempo real da situação do meio ambiente utilizado para platão, como já era esperado.

A simulação utilizou uma implementação da API apresentada neste trabalho para permitir que os dispositivos se comunicassem. Nestas simulações, dispositivos possuem uma aplicação móvel que contém dois serviços, file-transfer e information-exchanger, conforme descritos neste trabalho. Estes serviços são oferecidos através do Middleware que utiliza a simplificação para identificação de serviços descrita.

# Capítulo 11

## CONCLUSÃO

---

Durante o desenvolvimento desta pesquisa, notou-se a importância de utilizar uma RSSF para coletar informações do consumo de energia elétrica em uma residência. Nesse cenário, observou-se a necessidade de usar técnicas de detecção de novidades no consumo de energia para os equipamentos eletrônicos. Nesse sentido foi proposto o NodePM, um algoritmo que considera a entropia da cadeia de Markov com o auxílio do KNN para detectar novidades. Objetivando comprovar a viabilidade do NodePM em um ambiente real, desenvolveu-se uma plataforma de monitoramento remoto do consumo de energia elétrica para coletar os dados do consumo de energia dos equipamentos eletrônicos. Uma extensa avaliação e experimentação permitiu avaliar, considerando diferentes cenários e parâmetros, a eficiência do NodePM. Através de uma investigação foi possível encontrar dois tipos de novidades, qualitativa e quantitativa. Além disso, os resultados apresentados mediante o planejamento de experimentos foram promissores, sendo dois deles claramente notáveis: (i) desempenho superior em relação a SONDE quando considerado o dataset de 1 semana, independente do equipamento; e (ii) redução de 13,7

### 11.1 Principais contribuições

As principais contribuições desta dissertação são apresentadas a seguir:

- 1 Análise dos trabalhos relacionados com o intuito de investigar uma lacuna para esta pesquisa, bem como formalizar a fundamentação teórica.
- 2 O desenvolvimento de um protótipo para coletar dados do consumo de energia dos equipamentos eletrônicos em tempo real.

- 3A proposta e implementação de um algoritmo, NodePM, baseado em técnicas probabilísticas para detectar novidades no consumo de energia dos equipamentos eletrônicos.
- 3O emprego das técnicas de avaliação de desempenho para quantificar o NodePM em cenários distintos.

## 11.2 Trabalhos futuros

Nesta seção, são apresentados possíveis propostas para a continuação deste trabalho, visto que várias ideias foram surgindo durante o mestrado. No entanto, tais propostas não foram desenvolvidas devido ao tempo e/ou por estarem fora do escopo.

- 1 Desenvolver um método híbrido que mude em tempo de interação qualquer algoritmo de detecção de novidades de acordo com o ambiente monitorado.
- 2 Analisar o impacto das transmissões realizadas entre os sensores e o gateway, pois as mensagens de cada sensor são enviadas a cada 5 segundos. Isto é, cerca de 17 mil transmissões por dia.
- 3 Propor modelos de privacidade baseado em Cavoukian et al. (2010), uma vez que as smart grids revelam informações detalhadas do dia-a-dia do usuário (revisite a Figura 4.6).
- 4 Propor algoritmos para reduzir o consumo de energia baseado em tarifação em blocos. Isto é, tarifas diferenciadas por horário de consumo, como acontece na conta de telefone.

# Capítulo 12

## CONCLUSÃO

---

Concluindo, podemos ver que todas os paradigmas analisados possuem grande sinergia, porém analisando mais atentamente, vemos que na verdade a grande semelhança entre elas tem como origem o fato de serem ramificações da Computação Ubíqua. Podemos resumir a diferença entre os paradigmas por suas principais propostas, da seguinte forma:

Computação Ubíqua	Aprimorar dispositivos ao ponto que sua utilização se tornará imperceptível.
Disappearing Computing	Definir tecnologias responsáveis pela transformação de computadores em objetos imperceptíveis no ambiente.
Internet das Coisas	Unir dispositivos e sensores criando uma rede de dispositivos ubíquos.
Web das Coisas	Garantir que dispositivos ubíquos heterogêneos possam se localizar e interagir na internet de forma transparente.
Web Social das Coisas	Explorar redes sociais incluindo dispositivos ubíquos que consigam interpretar e serem interpretados corretamente entre si e com as pessoas.

Por fim, novos projetos, eventos, apresentações e notícias sobre esses paradigmas são incluídos diariamente na internet por pesquisadores e entusiastas no assunto. Ao avaliar seus próximos passos, busque distinguir paradigmas e tecnologias que sendo pesquisadas no momento, identificando assim o caminho provável para as novas oportunidades e desafios.



## REFERÊNCIAS

---

## GLOSSÁRIO

---

**ACV** – *avaliação do Ciclo de Vida de produtos*

**IBGE** – *Instituto Brasileiro de Geografia e estatística*

**IBICT** – *Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia*

**ICV** – *inventários do Ciclo de Vida de produtos agrícolas e agroindustriais*

**ONG** – *Organização sem fins lucrativos*