

Integração de Computação na Nuvem e a Internet das Coisas

Julia Baldissera

Curso bacharelado em Sistemas de Informação

Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, SC, Brasil

juhbaldissera@gmail.com

Resumo - Neste artigo serão abordadas duas tecnologias, Internet das Coisas e Computação na Nuvem, que são muito diferentes, mas cada vez estão mais presentes de forma bastante independentes uma da outra. Internet das coisas (IdC), são os objetos físicos com sensores, software, eletrônica e conexão com a rede que permite recolher e trocar dados entre si. Computação em Nuvem, é um tipo de computação que tem como base a Internet, e fornece recursos de compartilhamento, processamento de dados para computadores e outros dispositivos sob demanda. O foco deste artigo será na integração de Computação em Nuvem e Internet das Coisas, que é denominado paradigma *CloudIoT*. Serviços em nuvem passam a atuar como plataformas computacionais e de processamento de dados para a Internet das coisas. Também será observado o estado da arte deste novo paradigma, assim como os principais problemas, e soluções possíveis para permitir a integração dessas tecnologias.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Motivação

A Computação em Nuvem e a Internet das Coisas são tecnologias muito difundidas hoje em dia. A queda de preços de sensores utilizados, a alta na demanda dos serviços de armazenamento remoto e também a big data, causaram a popularização destas. Está tornando-se essencial integrar a computação em nuvem com IdC por que ambas se complementam, e esse é o motivo para que muitos pesquisadores apostam nessa integração.

1.2. Justificativa

Os dispositivos associados a Internet das Coisas possuem diversas limitações em termos de armazenamento, rede e processamento. Somando a necessidade de fazer análises

complexas, a escalabilidade e acesso a dados, a Internet das Coisas requer uma tecnologia como Computação em Nuvem para completar este campo.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

Obter uma visão abrangente sobre o que foi investigado com relação a integração da Internet das coisas e Computação em Nuvem, e quais são as questões em aberto a serem abordadas no futuro com pesquisa e desenvolvimento.

1.3.2. Objetivos específicos

- Compreender Internet das Coisas e Computação em Nuvem separadamente;
- Obter uma compreensão abrangente sobre a integração das duas tecnologias;
- Fornecer uma visão geral do estado atual da investigação sobre este tema;
- Identificar lacunas importantes nas abordagens existentes, bem como direções de pesquisa promissoras, identificação dos principais problemas, e encaminhar possíveis soluções.

1.4. Organização do Artigo

Este artigo está organizado da seguinte forma: A Seção 2 explica os conceitos básicos da teoria de Internet das Coisas e Computação em Nuvem separadamente. A Seção 3 traz os trabalhos correlatos, a integração das duas tecnologias embasadas e o estado da arte dessa lacuna entre as tecnologias. A Seção 4 apresenta os aspectos relevantes identificados sobre o tema. A Seção 5: destaca os problemas existentes na integração de Internet das Coisas e Computação em Nuvem. A Seção 6 traz principais propostas de soluções para os problemas identificados. A Seção 7: será abordado um projeto e desenvolvimento de uma proposta. A Seção 8 e 9: concluímos este trabalho fazendo algumas observações e análises sobre o resultado obtido, e indicamos alguns trabalhos futuros.

2. CONCEITOS BÁSICOS

2.1. Internet Das Coisas

Sobre a Internet das Coisas, Borgia (2014) fala que este é um novo paradigma que combina aspectos e tecnologias com diferentes abordagens. A computação ubíqua, a

computação pervasiva, protocolos de internet, sensores, tecnologias de comunicação e dispositivos embarcados são fundidos em conjunto para formar um sistema onde o mundo real e o digital se encontram e estão continuamente em interação simbiótica.

O objeto inteligente é o bloco de construção da visão Internet das coisas. Ao colocar inteligência em objetos do cotidiano, eles são transformados em objetos inteligentes capazes não só de recolher informações do ambiente e interagir / controlar o mundo físico, mas também para ser interligados, entre si, através da Internet para a troca de dados e informações.

Cada aparelho eletrônico, consegue ter sua identificação, que é guardada em um banco de dados. Assim, quando esse aparelho se conectar a uma rede, como a internet, que consiga se conectar ao banco de dados, essa rede consegue identificar cada aparelho que esteja registrado no banco de dados. E essa interatividade da rede com o banco de dados, faz com que cada aparelho eletrônico, consiga interagir um com o outro, por meio da internet.

2.2. Computação em Nuvem

Computação em nuvem. para os autores Puthal, Sahoo, Mishra e Swain (2015), é um modelo que permite, sob demanda de acesso à rede conveniente para um pool compartilhado de recursos de computação configuráveis (por exemplo, redes, servidores, armazenamento, aplicações e serviços) que podem ser rapidamente fornecidos e liberados com a gestão mínima esforço ou prestador de serviço de interação.

Esse modelo de computação em nuvem é atraente para os empresários, uma vez que elimina a necessidade de os usuários planejarem com antecedência para o provisionamento e permite que as empresas possam começar a partir do pequeno e aumentar os recursos apenas quando há um aumento na demanda de serviços.

Ou seja, não precisa instalar aplicativos no seu computador para tudo, pois pode acessar diferentes serviços online para fazer o que precisa, já que os dados não se encontram em um computador específico, mas sim em uma rede. Uma vez devidamente conectado ao serviço online, é possível desfrutar suas ferramentas e salvar todo o trabalho que for feito para acessá-lo depois de qualquer lugar — é justamente por isso que o seu computador estará nas nuvens, pois você poderá acessar os aplicativos a partir de qualquer computador que tenha acesso à internet.

3. TRABALHOS CORRELATOS

Segue um breve resumo e comentários das referências escolhidas como base para a construção deste artigo.

3.1. Visão da Internet das Coisas

Borgia (2014) fala sobre uma realidade onde a Internet está conectada as coisas físicas através de sensores onipresentes e uma plataforma baseada em *feedbacks* em tempo real, com um enorme potencial para aumentar o conforto, segurança e controle de nossas vidas .

O artigo também fala sobre as diferentes fases com os quais a interação mundo físico-cibernético ocorre. Cada fase é caracterizada por diferentes tecnologias e protocolos que interagem e tem diferentes propósitos e funções, como descrito abaixo:

- i) Fase de coleta: refere-se aos procedimentos para a detecção do ambiente físico, a recolha de dados físicos em tempo real e reconstruir uma percepção geral do mesmo. Tecnologias como RFID e sensores fornecedores de identificação de objetos físicos e detecção de parâmetros físicos, enquanto as tecnologias tais como IEEE 802.15.4 ou Bluetooth são responsáveis pela coleta de dados.
- ii) Fase de transmissão: inclui mecanismos para entregar os dados coletados para aplicações e para diferentes servidores externos. Por conseguinte, são necessários métodos para acessar a rede por meio de gateways e tecnologias heterogêneas (por exemplo, com fio, sem fio, satélite), para tratar, para o encaminhamento.
- iii) Fase de processamento, gestão e utilização: se trata de processamento e fluxos de análise de informações, os dados de encaminhamento para aplicações e serviços, e fornecendo feedbacks para controlar aplicações. Além disso, ele é responsável por funções críticas, como a descoberta de dispositivos, gestão de dispositivos de filtragem de dados, agregação de dados, análise semântica e utilização da informação.

Sobre os domínios da aplicação, a IdC tem enorme potencial para o desenvolvimento de novas aplicações inteligentes em quase todos os campos. Isto é devido principalmente à sua capacidade de detectar e coletar informações (por exemplo, sobre fenômenos naturais, parâmetros médicos, ou os hábitos do usuário), e oferecer-lhes serviços personalizados.

Entre as características gerais e requisitos para IdC, Heterogeneidade e escalabilidade são de importância primária em um sistema complexo e dinâmico como este. Soluções para lidar com os requisitos acima devem ser procuradas a nível arquitetônico, em nível de nomeação/identificação/endereçamento, a nível da comunicação, bem como a nível de mapeamento de fonte. Minimizar os custos podem ser garantidos através da otimização dos custos operacionais (ou seja, desenvolvimento, instalação e manutenção), bem como através do desenvolvimento de soluções de eficiência energética zero. Além disso, como a IdC

exigem uma intervenção humana baixa (se não completamente ausente), objetos devem oferecer auto-capacitação . Entre estas, as mais notáveis são:

- i) Elevado grau de autonomia de configuração;
- ii) Auto-organização e auto-adaptação a diversos cenários,
- iii) A auto-reação a eventos e estímulos para que os objetos são submetidos;
- iv) A auto-transformação das enormes quantidades de dados trocados, que também podem ser utilizados por terceiros.

Observance of Quality of Service (QoS) é obrigatória para esses serviços e aplicações caracterizadas por resposta em tempo real, o tráfego sensível. Finalmente, a Internet das coisas também deve garantir um ambiente seguro em termos de segurança da comunicação / autenticação, integridade dos dados e dispositivos, privacidade dos usuários e os dados pessoais, e confiabilidade do ambiente e das partes envolvidas .

3.2. Computação em Nuvem

Os autores Puthal, Sahoo, Mishra e Swain (2015) destacaram em seu artigo cinco características essenciais para a computação em Nuvem, três modelos de serviço principais, e quatro modelos de implementação.

Abaixo, as cinco características primordiais para Computação em Nuvem:

- *On-demand self-service*: recursos poderiam ser adquiridos e utilizados sempre que necessários, sem a exigência de associação humana com a administração dos recursos da nuvem. *Computing* incluem o poder de processamento, armazenamento, máquinas virtuais, etc.
- Acesso à rede ampla: Os recursos antes mencionados poderiam ser obtidos para mais de um sistema que utiliza dispositivos heterogêneos, por exemplo, laptops ou celulares telefones.
- *Pool* de recursos: fornecedores de administração da nuvem centralizam as informações sobre os seus recursos, que são então transmitidos por inúmeros clientes. Este é aludido como multi ocupações onde, por exemplo, um servidor físico pode ter algumas máquinas virtuais que têm um lugar com clientes distintos.
- Elasticidade rápida: Um cliente pode ganhar rapidamente mais recursos de nuvem dimensionando e pode diminuir descarregando esses recursos, uma vez que não são mais necessários.

- Medição de serviços: A Utilização de recursos é medida pelo uso de monitoramento de armazenamento, horas de CPU, uso de banda, etc. As referidas métricas são aplicadas a todas as nuvens, mas cada nuvem fornece aos usuários serviços em um nível diferente de abstração, que é uma alternativa para administração .

Uma nuvem pode colaborar com o cliente de diferentes formas, por meio de capacidades chamados serviços. Em toda a web, três tipos principais de modelos, de serviços têm surgido, e serão brevemente abordados nos próximos parágrafos.

Software como um Serviço (SAAS) fornece ao consumidor a capacidade de usar os aplicativos executados em uma infraestrutura de nuvem, principalmente no navegador web para acessar o software que oferecem como um serviço através da web. O consumidor tem acesso a definições de configuração específicas de aplicação.

Plataforma como Serviço (PaaS) fornece a capacidade de fazer uma implantação na infraestrutura de nuvem, criando aplicações, usando conjunto de ferramentas e linguagens de programação, efetuando configuração tanto de hardware quanto de software. Os programas já não são mais instalados na máquina do usuário, o que era mais restrito às configurações de hardware e software disponíveis.

Infraestrutura como Serviço (IaaS) fornece o consumidor com a capacidade de processamento de fornecimento, armazenamento, redes e outros recursos computacionais fundamentais de um provedor de IaaS, e permitir que o consumidor possa implantar e executar qualquer software, que pode incluir sistemas operacionais, serviços e aplicações.

Também existem os modelos de implementação para Computação em Nuvem. Um modelo de organização da nuvem indica como os recursos dentro da nuvem e compartilhada. Há quatro diferentes modelos de implantação de nuvem: nuvem privada, nuvem pública, nuvem comunidade, e de nuvem híbrida. Cada modelo tem impacto na comparação escalabilidade, confiabilidade, segurança e custo.

Num ambiente de Nuvem, existem dois conceitos muito importantes: escalabilidade e virtualização. O site pode escalar até os recursos adicionais disponíveis no sistema de acordo se a demanda do usuário alta e mais tarde pode reduzir o recurso quando a demanda do usuário for baixa. A virtualização é basicamente a criação de infraestruturas virtuais a partir de uma estrutura física, assim um PC pode executar simultaneamente diferentes sistemas operacionais.

3.3. IdC e Computação em Nuvem: Um estudo de mapeamento sistemático

Cavalcante, Pereira, Alves, Maia, Moura, Batista, Delicato e Pires (2016) constatarem que a literatura ainda carece de uma ampla visão abrangente sobre o que foi investigado a respeito da integração da Internet das coisas e Computação em Nuvem, e sobre as questões em aberto neste contexto.

Para fazer face a esta lacuna, os autores realizaram um estudo de mapeamento sistemático destinado a fornecer um amplo panorama do estado atual da arte sobre o tema, e identificar os desafios importantes que podem dar orientações para futuras pesquisas. Analisaram 35 estudos primários obtidos a partir de cinco grandes bancos de dados eletrônicos de publicação Ciências de Computação e Engenharia, a fim de:

- i) Obter uma compreensão abrangente sobre a convergência da Internet das coisas e Computação em Nuvem;
- ii) Identificar o que foi investigado neste contexto;
- iii) Compreender como e em que medida a Internet das coisas e Computação em Nuvem foram efetivamente integradas;
- iv) Caracterizar as soluções propostas que compreendem a integração da Internet das coisas e Computação em Nuvem.

Essas análises dos estudos selecionados resultaram em várias descobertas sobre o atual estado da arte sobre a convergência dos paradigmas da Internet das coisas e Computação em Nuvem.

Em primeiro lugar, quase todos os estudos analisados foram publicados nos últimos três anos, confirmando, assim, um interesse crescente da comunidade científica sobre este tema e denotando que as publicações mais relevantes podem ser esperado para os próximos anos.

Em segundo lugar, apesar das várias iniciativas que investigam a integração da Internet das coisas e Computação em Nuvem, propostas existentes ainda estão na infância, ou seja, eles estão em um estado inicial de desenvolvimento e / ou não totalmente validado. Na verdade, foi encontrado um número significativo de estudos que carecem de qualquer método para validar / avaliar as suas abordagens e soluções ou apresentar provas simples de conceito, indicando, assim, a falta de evidências sólidas sobre a sua eficiência, eficácia e viabilidade.

Em terceiro lugar, foi mapeado quatro tipos principais de soluções concretas propostas nos estudos selecionados, a saber:

- i) Arquiteturas , que se referem às infra-estruturas de alto nível para a integração de Internet das coisas e Computação em Nuvem e os componentes que definem e suas respectivas funções;
- ii) Plataformas , ou seja, infra-estruturas de hardware e / ou software que fornecem APIs para apoiar o desenvolvimento e execução de aplicações, bem como a gestão e monitoramento de dispositivos da Internet das coisas em tempo real;
- iii) Os quadros, que são as infra-estruturas de software que fornecem elementos reutilizáveis para fomentar o desenvolvimento de aplicações;
- iv) Middleware para prestação de serviços para aplicações e / ou usuários finais, enquanto abstraindo dispositivos da Internet das coisas heterogêneas subjacentes e recursos de nuvem.

É importante ressaltar que estas soluções são significativamente distintas entre si, principalmente devido à ausência de meios padronizados para apoiar o seu design, dificultando uma visão geral do que seria uma solução arquitetônica visando a integração da Internet das coisas e Computação em Nuvem.

Em quarto lugar, a convergência desses paradigmas é ainda limitada, ou seja, eles são usados tanto em seu propósito original com quase nenhuma integração efetiva entre eles ou em conjunto para fornecer novos modelos de serviços destinados a reforçar a sinergia entre a Internet das coisas e Computação em Nuvem.

3.4. Um levantamento das plataformas de nuvem IoT

Nesta pesquisa realizada por Ray (2017), foram selecionados gêneros diferentes de aplicações de nuvem com IoT para fornecer informações específicas das plataformas existentes para cada domínio. Este artigo apresenta 26 plataformas de nuvem IoT de acordo com sua adequação aos domínios de aplicação específicos. É óbvio que existem muitas plataformas mais presentes no mercado, mas devido a tecnologia específica e prazos 26 destes são escolhidos para fornecer idéias precisas sobre como eles funcionam, quais são suas forças, quais são suas fraquezas, em que Domínio são apropriados.

Enquanto, estudando essas plataformas de IoT, cada uma delas foi testada na realidade para disseminar seus pontos fortes e fracos. Além disso, com base nas preferências de aplicabilidade e adequação em vários domínios, as plataformas de nuvem IoT foram revisadas. 10 domínios diferentes são selecionados com base no que a maioria das

plataformas de nuvem IoT estão atualmente evoluindo para o mercado de TI. Gestão sábia poucos setores tecnológicos são vislumbrados onde estas plataformas melhor se encaixam em tais como: Dispositivo, Sistema, Heterogeneidade, Dados, Implantação e Monitoramento. Da mesma forma, os campos Analytics, Research e Visualization são escolhidos onde o restante das plataformas pode ser acomodado.

Ao descrever as plataformas de nuvem selecionadas seguindo parâmetros como capacidade de captura de dados em tempo real, visualização de dados, tipo de modelo de nuvem, análise de dados, configuração de dispositivo, protocolos de API e custo de uso são escolhidos como os principais recursos seletivos. Este artigo também fornece a figura ilustrada abaixo, que compara nuvens IoT de acordo com sua adequação e adequação na divisão de domínios de aplicação.

IoT cloud platforms	Domains									
	Application development	Device management	System management	Heterogeneity management	Data management	Analytics	Deployment Management	Monitoring management	Visualization	Research
Aer cloud			✓			✓		+		
Arkessa		✓			+					
Arrayant connect	✓	✓		+	✓					
Axeda		✓			+			✓		
Ayla's cloud fabric		✓	+						✓	
Carriots	+	✓						✓		
Echelon	✓	✓					+	✓		
Etherios		✓						✓		
Exosite		✓	+					✓		
GroveStreams	✓							✓	+	
IBM IoT		✓						✓		+
InfoBright					✓	+				
Jasper Control Centre	✓					+		✓		
KAA	+				✓					
Microsoft research lab of things	✓									+
Nimbits					+	✓				
Oracle IoT cloud			✓	✓	+		✓		✓	
OpenRemote	✓			+						
Plotly						✓		✓	+	
SeeControl IoT		+				✓			✓	
SensorCloud		+						✓	✓	
Temboo	+									
Thethings.io	✓		+					✓		
ThingSpeak	✓							+	✓	
ThingWorx	✓				+			✓		
Xively	✓	+						✓		

Abbreviation: + suitable, ✓ applicable.

Figura 1 - Domínios de aplicação de plataformas IoT e Cloud e características das plataformas

O levantamento específico de domínio de aplicação de plataformas de nuvem IoT foi realizado, incluindo 26 nuvens IoT diferentes que variam de acordo com 10 gêneros específicos de aplicações. Verifica-se que o gerenciamento de heterogeneidade, a análise, a visualização e as nuvens centrais de pesquisa não têm porcentagem global no cenário atual.

A tendência de crescimento da nuvem parece ser favorável ao gerenciamento de dispositivos, gerenciamento de dados e projetos orientados para gerenciamento de aplicativos. É também visto que uma nuvem IoT particular é capaz de servir multitude de domínios. As nuvens específicas da pesquisa são muito menos no número que deve ser desenvolvido mais para a compreensão apropriada de executar a vida real IoT - experiências baseadas pelas comunidades científicas.

O desenvolvimento de aplicativos e o gerenciamento de monitoramento parecem ser os domínios mais atendidos pelas atuais nuvens IoT. Entretanto, as nuvens de IoT aproximam-se com os gêneros apresentados da especificidade que necessitam a verificação rigorosa nos termos da consciência do contexto, da manipulação grande do dados, e dos problemas do gerência do sensor em detalhe.

Embora, 26 diferentes plataformas de nuvem IoT foram estudadas, nenhum destes são perfeitos em todos os termos e aspectos dos desenvolvedores. Alguns carecem de capacidade de visualização, enquanto alguns em open source IoT APIs. Cabe aos usuários ou desenvolvedores que desejam escolher nuvem IoT adequada de acordo com sua exigência. Uma breve descrição dos prós e contras de cada nuvem IoT permitirá aos usuários selecionar o serviço necessário.

3.5. Uma pesquisa sobre plataformas de Nuvem para IdC

O autor Ray (2017) destaca que o crescimento exponencial no domínio dos semicondutores resultou em uma explosão de padrões de uso de sistemas de processadores baseados em sensores de custo efetivo. Estes sistemas quando se habilitado com tecnologias avançadas de comunicação (por exemplo, Bluetooth, 3G, 4G, 5G etc.) converge para uma forma emergente de tecnologia de domínio de Internet das coisas ou em suma Internet das coisas. IoT tem como objetivo oferecer uma escala maciça, heterogênea, interoperável, e consciente do contexto, e desenvolvimento de aplicativos simplificado cum capacidades de implantação para as empresas e usuários finais.

Existem pelo menos 49 plataformas de Internet das coisas na nuvem no mercado global de hoje para atender as exigências dos diferentes grupos de utilizadores e de aplicação, tais como empresas, governo, agricultor, saúde, comunicação, transporte e fabricação. Mas a falta de conhecimento geral sobre essas plataformas de nuvem IoT restringe os pesquisadores e entusiastas para escolher uma determinada nuvem quando eles estão em fase com o desenvolvimento de qualquer produto ou solução utilizando tecnologias IoT .

Vários artigos são encontrados que desenvolvem e aplicam soluções IoT baseadas nas nuvens existentes que são assunto de estudo neste trabalho correlato. A necessidade forte para a integração de nuvem e IoT é mencionada, onde um paradigma orientado a agente e nuvem assistido é previsto baseado em uma arquitetura de referência nova. Após a análise de vários papéis representados, uma arquitetura genérica é apresentada, onde um dispositivo inteligente IoT suportado baseado em nuvem é avaliado para realizar o monitoramento de dados, recolha e processamento. Um breve levantamento do estado da arte na detecção de serviços sobre o IoT centrado na nuvem, e recentes desafios são mencionados com o objetivo de definir a taxonomia dos esquemas pesquisados . A plataforma CloudIoT é proposta ao destacar a complementaridade e a necessidade para a integração de nuvem e Internet das coisas juntos.

A IoT pode ser definida como "Uma infra-estrutura global para a sociedade da informação que permita serviços avançados através da interconexão de elementos (físicos e virtuais) baseados em tecnologias de informação e comunicação interoperáveis existentes e em evolução". A definição de "Cloud" é "Um modelo para permitir (Por exemplo, redes, servidores, armazenamento, aplicativos e serviços) que podem ser rapidamente provisionados e lançados com o mínimo de esforço de gerenciamento ou interação com o provedor de serviços ". Até à data não estava presente nenhuma definição de nuvem de IoT. Daqui em diante, A nova definição de IoT Cloud pode ser enquadrada como "Um modelo concebido para facilitar a sociedade da informação, permitindo serviços avançados através da interconexão de coisas (físicas e virtuais) baseadas em tecnologias de informação e comunicação interoperáveis existentes e em evolução através do enobrecimento de serviços onipresentes, (Por exemplo, redes, servidores, armazenamento, aplicativos e serviços) que podem ser rapidamente provisionados e lançados com esforço mínimo de gerenciamento ou interação com provedores de serviços que alavancam a necessidade e problemas de conectividade heterogêneos das coisas centradas no usuário de forma bem definida ".

Metodologicamente, nesta pesquisa, 26 gêneros diferentes de nuvem IoT foram selecionados de maneira arbitrária para fornecer informações aos leitores sobre sua tecnologia, especificidade, adequação e convergência com o conhecimento existente de plataformas de comunicação. Além disso, essas plataformas Internet das coisas na nuvem são pesquisados de acordo com os seus serviços de implantação adequadas, incluindo o desenvolvimento de aplicativos, gerenciamento de dispositivos, gerenciamento de sistemas, gerenciamento de heterogeneidade, gerenciamento de dados, ferramentas para análise, implantação, monitoramento, visualização e pesquisa. Ao descrever as plataformas de nuvem seguindo parâmetros como capacidade de captura de dados em tempo real, visualização de

dados, tipo de modelo de nuvem, análise de dados, configuração de dispositivo, protocolos de API e custo de uso são escolhidos como os principais recursos seletivos.

3.6. Comparação deste artigo com os trabalhos correlatos

Neste artigo foi realizado um estudo das duas tecnologias emergentes: IoT e Cloud, e os principais fatores envolvidos nessa integração. Foram identificados os aspectos complementares entre ambas. Esses aspectos também são encontrados nos trabalhos correlatos, porém também adicionamos as principais plataformas existentes nesse ramo. No estudo das plataformas, foram encontrados gêneros diferentes de aplicações de nuvem com IoT, o que é importante na decisão da escolha da plataforma. Existem cerca de 49 plataformas de Internet das coisas na nuvem atualmente no mercado, que tentam solucionar os problemas elencados a respeito da utilização das duas tecnologias juntas. Além disso, os trabalhos correlatos geralmente não apresentam um projeto e desenvolvimento de uma proposta, o que, neste caso, esse artigo sugeriu uma proposta de um sistema de assistência médica que utilizaria os conceitos aqui estudados, utilizando uma plataforma de nuvem para IoT.

4. Aspectos Relevantes

Internet das Coisas está cada vez mais difundida, que está tornando-se importante integrá-la com a computação em nuvem por causa da quantidade de dados que podem ser gerados e a exigência para ter utilização de recursos virtuais e capacidade de armazenamento, e também, para tornar possível criar mais utilidade a partir dos dados gerados pela Internet das coisas e desenvolver aplicações inteligentes para os usuários.

É nítida a complementariedade das duas tecnologias, e esta é a principal razão pela qual muitos pesquisadores têm apostado nessa integração. Na tabela, a seguir, é possível visualizar esta comparação.

	Internet das coisas	Nuvem
Deslocamento	Infiltrado	Centralizada
Acessibilidade	Limitado	Ubíquo
Componentes	Coisas do mundo real	Recursos virtuais

Capacidades computacionais	Limitado	Virtualmente ilimitado
Armazenamento	Limitada ou nenhuma	Virtualmente ilimitado
Papel da Internet	Ponto de convergência	Prestação de serviços
Big data	Fonte de informações	Recursos para gerenciar

Os *drivers* para a integração dessas duas categorias geralmente são enquadrados em três categorias: comunicação, armazenamento e computação, enquanto alguns outros têm implicações em todas as categorias, e são ditos transversais.

Na categoria de comunicação, dados e compartilhamento de aplicativos são dois *CloudIoT* drivers importantes. Graças ao paradigma *CloudIoT*, aplicações ubíquas personalizadas podem ser entregues através da IdC, enquanto a automatização pode ser aplicada tanto para recolher dados e para distribuição de baixo custo. A Nuvem oferece uma solução eficaz e barata para se conectar, controlar e gerenciar qualquer coisa de qualquer lugar a qualquer momento usando portais personalizados e aplicativos embutidos.

Com relação a categoria de armazenamento, IdC implica, por definição, uma grande quantidade de fontes de informação (ou seja, as coisas), que produzem uma enorme quantidade de dados não-estruturados ou semi-estruturados, que também tem as características típicas de Big Data. Uma vez dentro da nuvem, os dados podem ser tratados de forma homogênea por meio de APIs bem definidas, podem ser protegidos através da aplicação de segurança de nível superior, e pode ser acessado diretamente e visualizado a partir de qualquer lugar.

Na parte de computação, os dispositivos da Internet das coisas têm de processamento de recursos energéticos e que não permitem complexo, processamento de dados no local limitado. A Nuvem oferece capacidades de processamento virtualmente ilimitadas e um modelo de uso *on-demand*. Isto representa mais um importante *CloudIoT* driver: necessidades de processamento da IdC pode ser adequadamente satisfeitas para a realização de análise de dados em tempo real, para a implementação escalável, aplicações colaborativas e etc.

Entre as propriedades transversais, encontram-se: facilidade de uso, custo reduzido, escalabilidade, interoperabilidade, flexibilidade, confiabilidade, eficiência, disponibilidade e segurança. De acordo com todos as literaturas pesquisadas, a Computação em Nuvem está sendo vista como complementar ao cenário da internet das coisas, ou seja, acredita-se que a nuvem preencha algumas deficiências da IdC.

5. Problemas existentes

Este tópico é dedicado à análise dos principais desafios relacionados a aplicações CloudIot. A seguir, uma tabela feita por Botta, Donato, Persico e Pescapé (2015), com os desafios típicos levantados pelos cenários de aplicação:

	Privacidade	Aspectos legais e sociais	Grande escala	Segurança	Confiabilidade	Atuação	Heterogeneidade
Smart Home e Smart Metering					✓	✓	✓
Video vigilância				✓	✓	✓	✓
Cuidados de saúde	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cidades Inteligentes e Comunidades	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Smart Energy e Smart Grid	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Automóvel e Mobilidade Inteligente				✓	✓	✓	✓
Logística inteligente		✓	✓		✓		✓
Monitoramento ambiental			✓	✓	✓	✓	

5.1. Segurança e Privacidade

Quando as aplicações críticas da Internet das coisas avançarem para a Nuvem, preocupações surgirão, por exemplo, devido à falta de confiança no prestador de serviços, o conhecimento sobre os acordos de nível de serviço (SLAs), e conhecimento sobre a

localização física dos dados. Consequentemente, os novos desafios exigem uma atenção específica.

Segundo Botta et al. (2015), o sistema distribuído em questão é exposto a possíveis ataques (por ex. SQL Injection, cross site scripting, e side-channel) e vulnerabilidades importantes (por exsession hijacking e VM escape). Multilocação também pode comprometer a segurança e levar a vazamento de informações sensíveis. Além disso, a criptografia de chave pública não pode ser aplicada em todas as camadas, devido às restrições de energia de computação impostas pelas coisas. Estes são exemplos de temas que estão atualmente sob investigação, a fim de enfrentar o grande desafio de segurança e privacidade no CloudIoT.

5.2. Heterogeneidade

Um grande desafio na CloudIoT está relacionada com a grande heterogeneidade de dispositivos, sistemas operacionais, plataformas e serviços disponíveis e, possivelmente, usados para aplicações novas ou melhoradas, de acordo com Botta et al. (2015).

Também é uma preocupação não negligenciável. Serviços em nuvem normalmente vêm com interfaces proprietárias, fazendo com que a integração de recursos e mash-up de ser devidamente personalizados com base nos provedores específicos.

Serviços e aplicações IdC foram tipicamente concebida como soluções verticais isoladas, em que todos os componentes do sistema estão firmemente acopladas ao contexto aplicação específica. Para cada aplicativo / serviço possível, os provedores têm de examinar cenários alvo, analisar os requisitos, selecione ambientes de hardware e software, integrar subsistemas heterogêneos, desenvolver, fornecer infra-estrutura de computação, e fornecer manutenção do serviço.

5.3. Desempenho

Muitas vezes, as aplicações CloudIoT garantem desempenho específico e requisitos de QoS em vários níveis (isto é, de comunicação, computação e aspectos de armazenamento) e, em alguns cenários específicos atingir esses requisitos não pode ser facilmente alcançado. Botta et al. (2015) afirma que, em particular, ter uma rede aceitavelmente estável para alcançar a nuvem é um grande desafio, considerando-se que o aumento da banda larga não seguiu a evolução do armazenamento e de computação.

Na verdade, em vários cenários (por exemplo, quando é necessária a mobilidade) provisionamento de serviços de dados e precisa ser executada com alta reatividade. Pontualidade pode ser muito influenciada por questões imprevisíveis e aplicações em tempo real são principalmente susceptíveis a desafios de desempenho. Usabilidade e experiência do usuário também pode ser afetada por QoS deficientes (por exemplo, quando streaming de multimídia é necessário) .

5.4. Confiabilidade

Quando CloudIoT é adotado para aplicações de missão crítica, preocupações com a confiabilidade normalmente surgem por exemplo, no contexto da mobilidade inteligente, os veículos são muitas vezes em movimento e a criação de redes de veículos e comunicação é muitas vezes intermitentes ou não confiáveis.

Quando os aplicativos são implantados em ambientes com recursos limitados existe um certo número de desafios relacionados com a falha do dispositivo ou a impossibilidade de alcance desse dispositivo, de acordo com Botta et al. (2015).

De um lado, as capacidades de nuvem ajudar a superar alguns desses desafios (por exemplo, Nuvem aumenta a confiabilidade dos dispositivos, permitindo descarregar tarefas pesadas e, portanto, para aumentar a duração da bateria; Por outro lado, introduz incertezas relacionadas com a virtualização de data center ou exaustão de recursos . A falta de análises de confiabilidade e do desenvolvimento de estudos de casos específicos exacerbar o desafio.

5.5. Grande escala

Dispositivos CloudIoT permitem criar aplicações inovadoras que visam a integração e análise de informações provenientes do mundo real (incorporados) . Alguns dos cenários descritos exigem implicitamente a interação com um número muito grande destes dispositivos, geralmente distribuídas em ambientes de área ampla.

A grande escala dos sistemas resultantes torna desafios típicos mais difícil de superar (por exemplo, as exigências sobre a capacidade de armazenamento e capacidade computacional para processamento adicional se tornar árdua para estar satisfeito quando enfrenta os dados de longa duração coletadas em alta velocidade).

Além disso, a distribuição dos dispositivos de Internet das coisas faz tarefas de monitoramento mais difícil uma vez que eles têm de enfrentar latência dinâmica e problemas de conectividade.

5.6. Big Data

Com um número estimado de 50 bilhões de dispositivos que serão ligados em rede em 2020, atenção especial deve ser dada ao transporte, armazenamento, acesso e processamento da grande quantidade de dados que irão produzir. Graças ao recente desenvolvimento de tecnologias, a Internet das coisas vai ser uma das principais fontes de dados grandes, e Cloud permitirá para armazená-lo por muito tempo e para realizar análises complexas sobre ele.

A ubiquidade dos dispositivos móveis e difusão de sensores, na verdade, faz uma chamada para plataformas de computação escaláveis (todos os dias 2,5 quintilhões de bytes de dados são criados). Manipulação de dados convenientemente é um desafio fundamental, assim como o desempenho geral do aplicativo é altamente dependente das propriedades do serviço de gerenciamento de dados, afirma Botta et al. (2015).

5.7. Redes de sensores

Redes de sensores foram definidos como o principal facilitador da Internet das coisas e como uma das cinco tecnologias que irão moldar o mundo, oferecendo a capacidade de medir, inferir, e compreender indicadores ambientais, de ecologias delicados e recursos naturais para ambientes urbanos.

Os recentes avanços tecnológicos fizeram eficiente, de baixo custo e dispositivos miniaturizados baixo consumo de energia disponível para uso em grande escala, aplicações de sensoriamento remoto. Além disso, smartphones, embora limitada pelo consumo de energia e confiabilidade, vêm com uma variedade de sensores (GPS, acelerômetro, bússola digital, microfone e câmera), permitindo uma ampla gama de aplicações móveis em diferentes domínios de Internet das coisas. Neste contexto, o tratamento oportuno dos dados do sensor enormes e streaming, sujeitos a restrições e incertezas de energia e de rede, tem sido identificada como o principal desafio, especula Botta et al. (2015).

Nuvem oferece novas oportunidades na agregação de dados de sensores e exploração dos agregados para ampliar a cobertura e relevância, mas ao mesmo tempo afeta a

privacidade e segurança.. Além disso, sendo a falta de mobilidade um aspecto típico de dispositivos comuns IdC, a mobilidade dos sensores introduzidas por smartphones assim como eletrônicos de vestir representa um novo desafio.

5.8. Nevoeiro de computação

Nevoeiro de computação é uma extensão da computação clássica Nuvem para a borda da rede (como a névoa é uma nuvem perto do chão). Ele foi projetado para suportar aplicações da Internet das coisas caracterizadas por limitações de latência e exigência de mobilidade e de geo-distribuição.

Apesar de computação, armazenamento e rede são recursos tanto da nuvem e da névoa, o último tem características específicas: localização borda e reconhecimento de local implicando baixa latência; distribuição geográfica e um grande número de nós em contraste com a Nuvem centralizada; apoio à mobilidade (através de acesso sem fio) e interação em tempo real (em vez de processos batch); suporte para interação com o Cloud.

Alguns autores propõem uma análise que mostra como a construção de projetos de computação de nevoeiro é um desafio. De fato, a adoção de abordagens baseadas em nevoeiro requer vários algoritmos e metodologias relacionadas com a confiabilidade das redes de dispositivos inteligentes, e que operam sob condições específicas que pedem técnicas de tolerância a falhas específicas.

6. Soluções possíveis

Identificados vários problemas existentes nessa integração de tecnologias, iremos abordar as possíveis soluções um dos principais desafios: a heterogeneidade. Díaz M, et al (2016) identificaram algumas propostas para a integração.

Há vários open source e plataformas proprietárias disponíveis para Cloud e integração da Internet das coisas. A maioria delas são destinadas a resolver um dos principais problemas neste campo que está relacionado com a heterogeneidade das coisas e das nuvens. Estas plataformas tentam colmatar esta lacuna na implementação de um middleware para as coisas em direção à nuvem, e eles geralmente fornecem uma API para as aplicações.

6.1. Middleware OpenIoT

OpenIoT (<https://github.com/OpenIoTOrg/openiot>) é um middleware de código aberto, co-financiado pela União Europeia Sétimo Programa-Quadro, para obter informações sobre os sensores, atuadores e dispositivos inteligentes e oferecendo serviços de Internet das coisas com base em serviços públicos em uma plataforma de nuvem.

OpenIoT aproveita o estado da arte sobre os quadros de middleware de RFID / WSN e Internet das coisas como XGSN e AspireRFID. Sensores virtuais também são promovidas por OpenIoT, permitindo o conceito de Sensoriamento-as-a-Service. A inclusão principal é a estrutura semântica, utilizando ontologias, permitindo semântica interação e interoperabilidade entre sistemas externos e oferecendo interfaces abertas dados vinculados.

OpenIoT também projetou um conjunto de aplicações sobre a plataforma de nuvem, para permitir a especificação de on-the-fly de solicitações de serviços à plataforma OpenIoT, visualização de dados e configuração e os componentes de monitoramento ao longo dos sensores e serviços OpenIoT

6.2. Plataforma Nimbits

Nimbits (<http://www.nimbits.com/>) é uma plataforma de código aberto para conectar as coisas na nuvem, e uns aos outros. Actualmente, Nimbits pode ser baixado e instalado de forma privada, além de usar um Nimbits nuvem pública implantados no Google App Engine.

Nimbits é composto por dois componentes principais: um servidor web que registra e processa geo e dados em tempo carimbado, e executa regras do usuário sobre os dados, tais como notificações push, e-mails e mensagens XMPP; e uma biblioteca Java para o desenvolvimento e ligação de novos aplicativos na plataforma.

Além disso, Nimbits contém uma biblioteca de apoio Arduino e um App Android para gerenciar e visualizar todas as cópias de dados ligados. Os dados são enviados por clientes usando o JSON (JavaScript Object Notation) formato. Os usuários podem configurar pontos de dados a comportar-se de muitas maneiras em cascata quando novos dados são gravados, gerando diferentes gatilhos e alertas em cada situação.

Várias partes do Nimbits são fornecidos com uma licença de código aberto, mas os principais componentes não contêm uma licença de código aberto, embora este último pode ser baixado gratuitamente agora.

6.3. Plataforma Xively

Xively (<https://xively.com/>) é uma plataforma de Internet das coisas como um serviço para o desenvolvimento de aplicações sobre coisas ligadas. Xively oferece diferentes métodos de comunicação para conectar coisas, como RESTful, HTTP, Sockets e MQTT (Message Queue Telemetry Transport). Formatos de dados diferentes, tais como JSON, XML e CSV, e bibliotecas oficiais para dezenas de línguas e plataformas como o Arduino, Android, Java e C.

O Xively API foi construído para ler e gravar dados e gerenciar produtos e dispositivos. Xively foi concebido para apoiar um processo de desenvolvimento em três fases: desenvolvimento para dispositivos de teste e aplicações, implantação para transformar os protótipos em produtos e gerenciamento dos produtos de dosagem e oferecer suporte a dispositivos em tempo real. Isto pode ser feito pela interface web oferecido pelo Xively.

Além disso, a plataforma contém a segurança end-to-end para proteger canais de comunicação e de permissões refinadas. Xively tem uma licença proprietária, permitindo que os usuários e sistemas para conectar com a sua plataforma.

6.4. Sensor Cloud

SensorCloud (<http://www.sensorcloud.com/>) aproveita as tecnologias de computação em nuvem para fornecer uma plataforma de armazenamento de dados, visualização e gestão. Para a interligação Internet das coisas, a empresa microstrain oferece um gateway específico, que coleta dados de seus sensores e empurra-lo para SensorCloud.

Além disso, dados de outros dispositivos da Internet das coisas pode ser publicado em SensorCloud através da API RESTful oferecido. SensorCloud também incorpora o MathEngine-um conjunto de ferramentas de software para processar, analisar e monitorar dados em um sensor mecanismo para fazer upload de seus próprios scripts para processar dados e um motor de alertas (como outras plataformas de integração). Por último, SensorCloud oferece vários planos de usar a sua plataforma, desde os gratuitos com 25.000 transações por mês.

6.5. Stack4Things

Stack4Things propõe uma extensão da plataforma OpenStack a fim de permitir uma infra-estrutura orientada a nuvem para gerenciar a Internet das coisas. Stack4Things conta com o OpenStack como uma plataforma de nuvem, bem como gerente de infra-estrutura virtual para fornecer serviços de nível superior aplicados à Internet das coisas.

Os componentes s4tProbe constituem os componentes finais do sistema, que são implantados em placas Arduino Yun. Os componentes s4tProbe ligam a Internet das coisas com a plataforma OpenStack proporcionando um design baseado em puxar através do protocolo AQMP e um design baseado impulso através Coap. A plataforma OpenStack foi estendido para suportar novas funcionalidades UI, integrar componentes s4tProbe e fornecer processamento de eventos complexos.

7. Projeto e Desenvolvimento de uma Proposta

Nesta seção abordaremos uma proposta, elaborada por Doukas e Maglogiannis, de um sistema de assistência médica que utilizaria IoT e Cloud, utilizando uma plataforma de nuvem para IoT. Para isso, sensores são utilizados para capturar sinais biológicos do usuário (como frequência cardíaca, ECG, saturação e temperatura do oxigênio), dados de movimento (através de acelerômetros) e dados contextuais (como localização, temperatura ambiente, status da atividade, etc.)

Os principais componentes da arquitetura proposta são:

- Os sensores portáteis e móveis que adquirem sinais biológicos do paciente, movimento e informações contextuais.
- O gateway do sensor que coleta todos os sinais dos sensores e encaminha-os para a Internet. Pode ser um telefone móvel ou uma plataforma de microcontrolador capaz de se comunicar com a Internet. Ele também envia informações sobre o status dos sensores (por exemplo, operação adequada, níveis de fonte de energia, etc.).
- As APIs de comunicação fornecidas pela plataforma Cloud. Estes últimos são interfaces leves (como REST Web Services) do que podem ser usados pelos gateways do sensor para enviar dados do sensor e recuperar informações. A API também pode ser utilizada por aplicativos externos para processamento de dados, gerenciamento de alertas, cobrança, etc.
- O aplicativo de gerenciamento consiste em um aplicativo baseado na web que é atualizado em tempo real e fornece visualização dos dados do sensor (em gráficos, etc.) e informações importantes sobre o contexto do paciente (como localização, status da atividade, etc.).
- A infraestrutura Cloud que hospeda as interfaces e o aplicativo de gerenciamento. Ele fornece os recursos essenciais (como servidores de CPU,

armazenamento e aplicativos) para a implantação do aplicativo web e as interfaces que permitem a comunicação com os sensores e os vários sistemas externos.

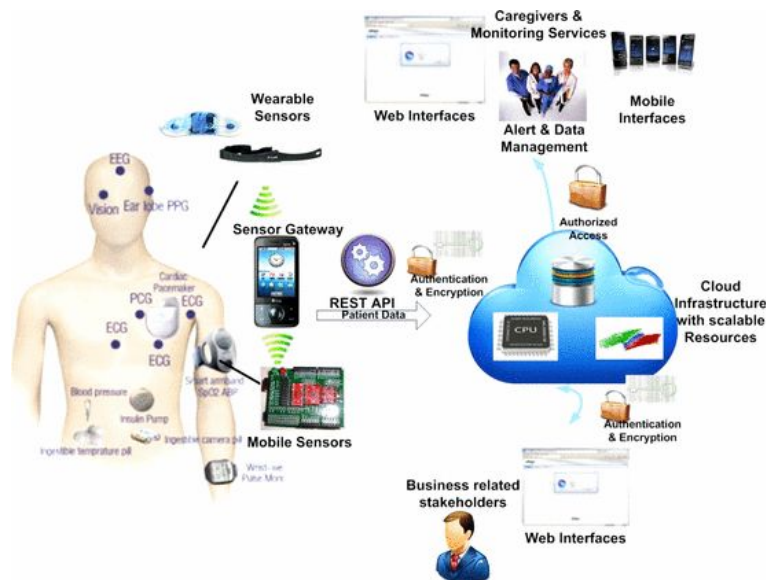


Figura 2 - Desenho da Proposta

Os sensores estão ligados a um Arduino que coleta dados através do software incorporado apropriado e transmite-os em um telefone móvel baseado em Android através de uma interface Bluetooth. Um aplicativo apropriado foi desenvolvido para o Android que coleta os dados e encaminha-os para a Nuvem.

A parte da nuvem consiste em um aplicativo Java EE que fornece a interface gráfica de gerenciamento e as interfaces para a comunicação com os sensores. Como uma infra-estrutura da nuvem, a plataforma Jelastic foi selecionada. O Jelastic é um fornecedor de plataforma como um serviço (PaaS) Cloud que permite aos usuários implantar aplicativos baseados em Java que fornecem todos os componentes essenciais (instâncias do servidor de aplicativos, bancos de dados, balanceadores de carga, etc.) e toda a escalabilidade apropriada. O Jelastic fornece acesso total ao ambiente de tempo de execução do servidor de aplicativos, que permite a implantação de extensões Java adicionais, como criptografia e bibliotecas de autenticação.

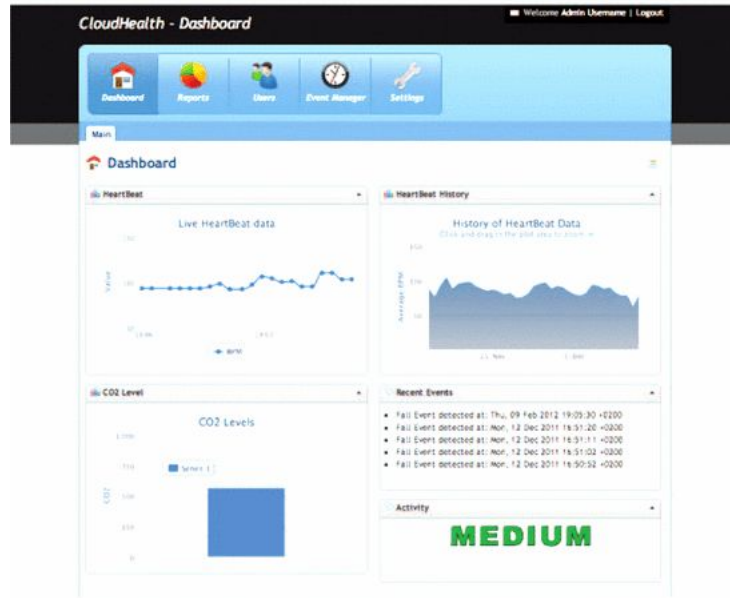


Figura 3 - Interface CloudHealth

8. Conclusões

A Internet das coisas, e o número cada vez maior de dispositivos, tecnologias e plataformas neste campo, levaram a Internet das coisas para ser uma tecnologia global e estendida em muitas áreas. No entanto, devido às limitações da Internet das coisas como apresentados neste trabalho e a necessidade de recursos complexos para atender as demandas existentes, tecnologias atuais, como Cloud Computing, são apropriados como um complemento neste campo.

Neste trabalho foi possível identificar os aspectos complementares da Cloud e Internet das coisas e os principais motores para integrá-los em um ambiente único. Desde a adoção do paradigma CloudIoT possibilitando várias novas aplicações, que deriva os principais desafios de pesquisa de interesse para cada um deles.

Foram analisados os principais desafios, a fim de identificar as direções de pesquisa atuais. Finalmente, nós examinamos as plataformas e projetos disponíveis, comparando seus principais aspectos e questões em aberto identificadas e direções futuras pesquisas neste campo.

A respeito das plataformas, todas as propostas pesquisadas têm suporte API REST e uma interface web de gestão. A maioria das propostas estão disponíveis on-line para uso e implantação de uma infra-estrutura da Internet das coisas, exceto para Stack4Things e OpenIoT, mas o último tem o código fonte disponível online.

Para os aspectos de segurança das plataformas, a maioria dos componentes fazem uso de tokens de modo a permitir uma forma segura de autenticação, identificação e permissões sobre um conjunto de usuários ou dispositivos. Por outro lado, SensorCloud e CloudPlugs protegem a sua comunicação através de protocolos seguros, mas eles não fazem uso de tokens, pois ele pode ser excessivamente pesada para dispositivos embarcados.

Com base nas comparações realizadas e os elementos pesquisados, os usuários podem seleccionar os elementos necessários com base em suas próprias necessidades, a fim de obter uma integração perfeita. A maioria dos componentes pesquisados têm licenças de código aberto, portanto, qualquer usuário pode desenvolver uma plataforma com estes componentes e levantamento novos componentes para melhorar este documento e a investigação neste domínio.

9. Trabalhos Futuros

Segurança e Privacidade são os principais desafios na implantação de infra-estruturas de IoT. Os dispositivos IoT são normalmente associados a dispositivos restritos, por isso são mais vulneráveis a ataques e ameaças. Por outro lado, em muitas situações, os sistemas IoT usam informações sensíveis como informações pessoais ou infra-estruturas críticas, portanto a privacidade com dispositivos, nuvem e rede são aspectos-chave. Roman et al. (2013) mencionou a importância da segurança e da privacidade para impulsionar a abordagem da Internet das Coisas no mundo real. Eles enumeraram os mecanismos de segurança que podem ser integrados no IoT:

- Protocolo e segurança de rede que oferece mecanismo de comunicação seguro de ponta a ponta;
- Gerenciamento de identidade para obter autenticação e autorização para assegurar que os dados são produzidos por uma determinada entidade e restringir o controle de acesso;
- Privacidade sobre os dados gerados;
- Confiança entre entidades e usuários interação e governança para apoiar decisões políticas e estabilidade;
- E tolerância a falhas para prevenir e detectar ataques. Por último, e os mais difíceis de evitar são modelos de ataque no IoT como DoS (Denial of service), danos físicos, espionagem, captura de nó para extrair informações e controlar entidades.

Além disso, a segurança e a privacidade são uma das principais preocupações sobre a adoção da nuvem.

Outro aspecto considerado é a Computação em Nuvem: Mesmo que a Computação em Nuvem possa ajudar a evitar algumas limitações de IoT, há situações como suporte à mobilidade, geo-distribuição, localização e baixa latência que precisam ser tratadas e Cloud Computing não tem meios para enfrentá-las.

Uma nova plataforma, chamada Fog Computing (Aazam e Huh, 2014), quer fornecer serviços de armazenamento, computação e rede entre o Cloud Computing e dispositivos finais. Ele é chamado de Nevoeiro porque nevoeiro é uma nuvem perto do solo e seu principal objetivo é estender Cloud Computing para trazê-lo mais perto de dispositivos IoT.

Em certas situações, os dados não são necessários para a nuvem ou devem ser processados com latência e mobilidade muito baixas, de modo Fog Computing pode fornecer os requisitos necessários em IoT através de uma plataforma distribuída e colaborativa em colaboração com dispositivos IoT. No entanto, devido às limitações de IoT, a Fog Computing não pode fornecer funcionalidades como análises complexas, acesso de dados a um grande número de usuários e armazenamento de dados históricos, o que é complementado com Cloud Computing.

Outro item mencionado é a arquitetura Lambda (LA) (Marz e Warren, 2015) é um paradigma composto por plataformas de nuvem - uma fila distribuída, processamento em lote e fluxo e lojas de dados distribuídos - projetado para oferecer consultas arbitrárias sobre dados arbitrários em tempo real. Devido às características temporais dos dados IoT e à necessidade de extrair conhecimentos e previsões de dados históricos, mesmo em algumas situações com tempo real, acreditamos que o LA é um paradigma certo para o IoT, o que trará os seguintes benefícios: armazenamento, Processamento em tempo real, escalabilidade e aprendizado de máquinas.

O processamento em tempo real é um requisito necessário para muitas situações, por exemplo, infra-estruturas críticas e sistemas de saúde. Além disso, em outros cenários, o verdadeiro conhecimento reside nos dados, já que pode ser usado para evitar que certas situações surjam e agirem antecipadamente, ea LA estimula esses cenários. Além disso, as habilidades de LA para gerenciamento de ambiente inteligente em larga escala e armazenamento / análise de Big Data são mostradas em Villari et al. (2014). Além destes benefícios, LA não é centrado em qualquer tecnologia em particular, para que cada usuário pode escolher a tecnologia necessária com base em suas necessidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Jin-Xin Hu, et al. **An Intelligent and Secure Health Monitoring Scheme Using IoT Sensor Based on Cloud Computing**, Journal of Sensors, vol. (2017), pp. 1 - 11. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/js/2017/3734764/>> Acessado em 19 Março 2017.

Ray PP, **A Survey of IoT Cloud Platforms**, Future Computing and Informatics Journal (2017), doi: 10.1016/j.fcij.2017.02.001. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2314728816300149>> Acessado em 19 Março 2017.

E. Cavalcante et al., **On the interplay of Internet of Things and Cloud Computing: A systematic mapping study**. Computer Communications (2016), pp. 17-33 , Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.comcom.2016.03.012>>. Acessado em 19 Março 2017.

Díaz M, et al. **State-of-the-art, challenges, and open issues in the integration of Internet of things and cloud computing**. Journal of Network and Computer Applications (2016), pp. 99–117, Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jnca.2016.01.010>>. Acessado em 19 Março 2017.

A.Botta, et al. **Integration of Cloud computing and Internet of Things: A survey**. Future Generation Computer Systems 56 (2016), pp. 684–700 . Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X15003015>> Acessado em 19 Março 2017.

D. Puthal, B. P. S. Sahoo, S. Mishra and S. Swain, **Cloud Computing Features, Issues, and Challenges: A Big Picture**, *Computational Intelligence and Networks (CINE) 2015*, pp. 116-123, Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/xpls/icp.jsp?arnumber=7053814>> Acessado em 19 Março 2017.

E. Borgia, **The Internet of Things vision: key features, applications and open issues**, Comput. Commun., 54 (2014), pp.1–31, Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.comcom.2014.09.008>> Acessado em 19 Março 2017.

M. Zhou, R. Zhang, D. Zeng, W. Qian., **Services in the Cloud Computing era: a survey**, Proceedings of the 4th International Universal Communication Symposium, IEEE, USA (2010) pp. 40–46, Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/IUCS.2010.5666772>> Acessado em 03 Abril 2016.

H.-L. Truong, S. Dudstar, **Principles for engineering IoT cloud systems**, IEEE Cloud Comput. vol.2 (2015), pp. 68–76, Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/MCC.2015.23>>. Acessado em 28 Março 2016.

J.A. Stankovic, **Research directions for the Internet of Things**. IEEE Internet Things J. vol.1 (2014), pp. 3-9, Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/JIOT.2014.2312291>>. Acessado em 28 Março 2016.

Alhakbani, N., Hassan, M. M., Hossain, M. A., Alnuem, M., 2014. **A framework of adaptive interaction support in cloud-based internet of things (iot) environment**. In: Internet and Distributed Computing Systems. Springer, pp. 136-146. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X15003015>>. Acessado em 28 Março 2016.

Doukas, C., Maglogiannis, I., **Bringing IoT and Cloud Computing towards Pervasive Healthcare**, Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (2012), pp. 922-926. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/6296978/citations?tabFilter=papers>>. Acessado em 28 Março 2016.