

A INTERNET DAS COISAS E AS ENERGIAS RENOVÁVEIS¹

Adaní Cusin Sacilotti²; José Roberto Madureira Junior³; Reginaldo Sacilotti⁴; Adriana Rodrigues⁵

Resumo

A tecnologia onde os objetos tornam-se inteligentes e conectados a internet é uma tendência que foi surgindo nos últimos anos, conhecida como Internet das Coisas. Este artigo apresenta uma pesquisa bibliográfica sobre os desafios energéticos renováveis, com o objetivo de mostrar o potencial oferecido pela Internet das Coisas e seus benefícios através da mobilidade, integração e inteligência das aplicações. Como resultado, apresenta-se a otimização das energias renováveis, o aumento da qualidade do serviço gerado e a redução de custos.

Palavras-chave: Internet das Coisas, Energias Renováveis, Agilidade, Economia, Sustentabilidade.

Abstract

Technology where objects become intelligent and connected to the internet is a trend that has been emerging in recent years known as the Internet of Things. This article presents a bibliographical research on renewable energy challenges, with the aim of showing the potential offered by the Internet of Things and its benefits through the mobility, integration and intelligence of the applications. As a result, we present the optimization of renewable energies, the increase of the quality of the service generated and the reduction of costs.

Palavras-chave: *Internet of Things, Renewable Energies, Agility, Economy, Sustainability.*

¹. Artigo apresentado ao Eixo Temático 08 - Ecologia/Sustentabilidade/Economias Solidárias do IX Simpósio Nacional da ABCiber.

². Faculdade de Tecnologia de Jundiaí. E-mail: prof.adani@fatec.sp.gov.br

³. Faculdade de Tecnologia de Jundiaí. E-mail: prof.madureira@fatec.sp.gov.br

⁴. Faculdade de Tecnologia de Jundiaí. E-mail: prof.regsac@gmail.com

⁵. Universidade Federal de São Paulo. E-mail: arodrigues.adriana@gmail.com

1. Introdução

A fabricação em massa de um determinado produto tecnológico leva a sua investigação e com ela, sua miniaturização, sua otimização e a queda dos seus preços. Um exemplo dessa situação é o microprocessador, como um i486, fabricado pela Intel. Ele já chegou a custar o preço de um carro e hoje, está presente em um pequeno chip com poder de processamento similar e com custo próximo a uma barra de chocolate. Essa evolução abre a possibilidade de colocar processadores em qualquer objeto seja ele um telefone, uma lâmpada de cabeceira ou até mesmo em um medidor de eletricidade.

Com o poder de processamento acessível a qualquer objeto comum, é possível ver a transformação desse em um objeto inteligente, essa nova tendência da tecnologia antes chamada de computação física e computação ubíqua, hoje tem recebido o nome de Internet das Coisas (MCEWEN; CASSIMALLY, 2013).

Nos últimos anos, a internet era composta basicamente de computadores conectados uns aos outros através de uma rede. Hoje ela se estende a objetos físicos que não se encaixam na classificação de computadores no sentido clássico. Sensores, tecnologias de identificação e tecnologias inteligentes incorporadas vem sendo conectadas a internet e tem levando a um rápido desenvolvimento da Internet das Coisas (MACAULAY; BUCKALEW; CHUNG, 2015; SUN et al., 2012).

Este trabalho tem como objetivo analisar os potenciais benefícios da utilização da Internet das Coisas na otimização das energias renováveis. A energia eólica e a solar são duas escolhas para o setor de energia que tem o foco na redução do consumo onde os preços de mercado ou a demanda são altos para reduzir custos e balancear a carga de utilidade. Tais soluções são projetadas para resolver um déficit de energia. Hoje, a Alemanha produz cerca de 30% da sua eletricidade a partir de energias renováveis e estabeleceu uma meta para chegar a 45% da produção em 2030 (MICROSOFT, 2016).

No desenvolvimento do artigo, será apresentado como essa tecnologia tem sido aplicada atualmente na criação de soluções, seu potencial inexplorado e como ela possibilita um controle eficiente das energias renováveis, desde um moinho de vento até a cadeia de abastecimento e o cliente final.

2. Internet das Coisas

Apesar de ser objeto de estudo ao longo dos anos, a Internet das Coisas⁶ ainda é uma tecnologia que não possui uma definição clara e já aponta um cenário de rápida evolução com amplo potencial de expansão muito além dos horizontes idealizados (BASSI *et al.*, 2013; LI; XU; ZHAO, 2014). Segundo Gartner (2016), ela pode ser caracterizada como uma rede de objetos físicos com tecnologia embarcada para se comunicar, sentir ou interagir com seus estados internos ou com o ambiente externo⁷.

O conceito de Internet das Coisas foi introduzido pela primeira vez pela *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e desde então continua a ganhar destaque com os vendedores e as empresas, que começam a abraçar as oportunidades que este mercado apresenta. De acordo com a pesquisa da IDC (2015), em 2014 essa tecnologia teve um potencial econômico de 655,8 bilhões de dólares que tende a aumentar para 1,7 trilhões de dólares no ano de 2020, o que representa uma taxa composta de crescimento anual de 16,9%.

O Gartner apontou em seu anual *Hype Cycle for Emerging Technologies* que a Internet das Coisas é uma das tecnologias emergentes com maior potencial econômico e que encontrará seu ápice⁸, nos próximos cinco a dez anos, conforma apresentado a seguir na Figura 1.



Figura 1 - Gartner's 2015 Hype Cycle for Emerging Technologies

Fonte: Rivera; Meulen (2015).

⁶ Internet das coisas, em inglês, Internet of Things, também muito conhecido como simplesmente IoT.

⁷ "The Internet of Things is the network of physical objects that contain embedded technology to communicate and sense or interact with their internal states or the external environment" (GATNER, 2016).

⁸ Maturidade onde se tem ampla aplicabilidade e relevância no mercado de TI, sendo claro sua viabilidade.

Na Internet das Coisas, muitos objetos que nos rodeiam estarão na rede dando a essa tecnologia um domínio bem diferente do ambiente tradicional de trabalho. As redes de sensores e o *Radio-Frequency Identification* (RFID) vão enfrentar novos desafios nos quais os sistemas de informação e comunicações estarão embutidos no ambiente que nos rodeia de maneira quase imperceptível. Como resultado, teremos a geração de uma grande quantidade de dados que têm que ser armazenados, processados e apresentados de maneira eficiente e de fácil interpretação (GUBBI *et al.*, 2013).

Essa tecnologia tem potencial para revolucionar a tomada de decisão, criando um potencial incrível para os seus usuários melhorarem a velocidade e a precisão na tomada de decisão. Isto é possível por conta da agilidade e potencial ganho obtidos por meio dos processos altamente dinâmicos e do novo ecossistema que interliga pessoas e tecnologia (MACAULAY; BUCKALEW; CHUNG, 2015).

Neste sentido, a startup Britânica *The Dandy Lab* destaca-se pela sua inovação no modelo tradicional de varejo. Com a Internet das Coisas, ela revolucionou o conceito das suas lojas que passaram a utilizar a tecnologia para o reconhecimento do cliente final por todos os departamentos, para a criação de interações inteligentes entre os seus produtos e os seus clientes e tudo isso, em um ambiente sensível ao contexto e que permite experiências únicas de compras. Outro exemplo que merece destaque é o da fabricante de alimentos *Mondelez*, que usa sensores associados ao poder analítico dos gestos, as características e ao tempo de interação de seus clientes em frente aos seus monitores para a criação de anúncios inteligentes (MACAULAY; BUCKALEW; CHUNG, 2015).

O impacto dessa tecnologia emergente sobre a área de manufatura é gigante o que afeta conseqüentemente, a cadeia produtiva. Enquanto que para os usuários corporativos sua adoção é uma questão vital para a sobrevivência no mercado, para a redução dos custos e para a melhoria da qualidade dos serviços para os usuários finais, ela está associada a questões relacionadas com o status, a moda ou a tendência o que gera uma evolução diferente para cada um desses grupos.

Suas aplicações para a manufatura são diversas e incluem, por exemplo, o rastreamento de produtos dentro de uma fábrica permitindo identificar qual deles irá para um determinado cliente. Esse inventário influencia a cadeia de fornecedores e a logística de distribuição uma vez que, reconhece em tempo real quais os componentes que mais geram problemas dentro de cada dispositivo (ABREU, 2015).

3. Cloud Computing

O *Cloud Computing*⁹ é um modelo de novas operações que reúne para execução dos negócios, de maneira diferenciada, um conjunto existente de tecnologias. A utilização de tecnologias já conhecidas, tais como a virtualização e preços baseados no uso, em um novo modelo de computação gera diferentes percepções sobre o assunto.

Um exemplo dessa situação é visualizado no trabalho de Vaquero *et. al.* (2009) que apresenta mais de vinte definições desse modelo que são comparadas entre si para a obtenção de uma definição padrão (ZHANG *et.al*, 2010). Neste trabalho, adotamos a definição fornecida pelo *National Institute of Standards and Technology* (NIST) que define *Cloud Computing* como:

Um modelo para permitir conveniente acesso à rede sob demanda e a um conjunto compartilhado de recursos de computação configurável (por exemplo, redes, servidores, armazenamento, aplicativos e serviços) que podem ser rapidamente fornecidos e liberados com mínimo esforço de gestão ou interação do fornecedor de serviços (NIST, 2011, tradução nossa)¹⁰.

A definição do NIST descreve o *Cloud Computing* por meio de cinco características essenciais, três modelos de serviço e quatro modelos de implementação. As características essenciais são (BAUN *et al.*, 2011; NIST, 2011):

- *Self-service* sob demanda: os recursos computacionais podem ser adquiridos pelo usuário unilateralmente conforme a sua necessidade sem qualquer interação humana;
- Amplo acesso à rede: recursos computacionais são disponibilizados na rede em tempo real e acessados por meio de mecanismos padronizados que possibilitam a utilização por meio de plataformas *thin* ou *thin client* (por exemplo, celulares, *tablets*, *laptops* e *desktops*);
- *Pool* de recursos: os recursos computacionais do fornecedor são agrupados de forma a atender múltiplos usuários (modelo *multi-tenant*), com diferentes recursos físicos e virtuais que são dinamicamente distribuídos de acordo com a demanda de cada usuário;

⁹ *Cloud Computing*, em português, Computação em Nuvem, também muito conhecido como simplesmente *Cloud*, Nuvem, em português.

¹⁰ “A model for enabling convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction” (NIST, 2011).

- Elasticidade rápida: os recursos computacionais são provisionados de forma rápida e elástica, em certos casos automaticamente, para atender a necessidade do usuário dando a impressão de serem ilimitados;
- Serviços mensuráveis: para garantir a transparência tanto para o fornecedor como para o usuário, a utilização dos recursos deve ser monitorada, controlada e reportada de forma quantitativa e qualitativa.

As cinco características essenciais acima se aplicam a todos os serviços de *Cloud Computing*, mas, cada *Cloud* oferece aos usuários serviços em um nível diferente de abstração e/ou modelo de entrega. Os três modelos de entrega mais comuns são (BAUN *et. al.*, 2011; NIST, 2011):

- *Software as a Service* (SaaS) - é o modelo de implantação de *software* no qual, a aplicação é licenciada para ser usada como serviço que será provido para clientes sob demanda através da internet. Exemplos: *Salesforce CRM* e *Google Docs*;
- *Platform as a Service* (PaaS) - modelo que fornece uma plataforma para o desenvolvimento, suporte e entrega de aplicações e serviços disponíveis por meio da internet. Exemplos: *Google App Engine* e *Microsoft Azure Cloud Services*;
- *Infrastructure as a Service* (IaaS) - modelo que fornece infraestrutura de hardware (servidores, *storage*, redes) e é típico de um ambiente virtualizado disponível como serviço por meio da internet. Exemplos: *Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)* e *Rackspace Cloud Servers*.

Os modelos de entrega descritos na definição do NIST são implantados em *Clouds*, mas há diferentes graus de compartilhamento e de modelo de implantação. Os quatro modelos de implantação mais comuns são (NIST, 2011; REESE, 2009):

- Públicos - são centros de dados virtualizados fora do *firewall* da empresa. Geralmente, um provedor de serviços disponibiliza pela internet recursos sob demanda para as empresas;
- Privados - são centros de dados virtualizados dentro do *firewall* da empresa. Podem também ser um espaço privado dedicado a uma determinada empresa dentro de um centro provedor de *Cloud Computing* de dados;
- Comunitários - ocorrem quando diversas organizações compartilham os recursos de uma mesma infraestrutura de *Cloud Computing*;
- Híbridos - combinam os aspectos de implantação dos públicos e privados.

Uma visão geral dos modelos de implantação mais comuns em serviços de *Cloud Computing* é apresentada na Figura 2, onde os três modelos de serviço de entrega podem ser aplicados sob quaisquer dos quatro modelos de implantação.



Figura 2 - Visão geral dos modelos de entrega e de implantação

Fonte: NIST, 2011; SRIRAM; KHAJEH-HOSSEINI, 2010

O SaaS oferece serviços para o consumidor utilizar um provedor de aplicações rondando na nuvem sem a necessidade de gerenciar a infraestrutura necessária. O PaaS fornece a plataforma necessária para rodar um aplicativo e o controle do consumidor sobre implementações, configurações e hospedagens. No IaaS a infraestrutura é disponibilizada ao consumidor para processamento, armazenamento, redes e recursos necessários para implantar e executar um software que pode ser desde um sistema operacional até um aplicativo.

Nos modelos de implantação, a nuvem privada é destinada exclusivamente a uma organização, permitindo que esta apresente vários consumidores ou unidades de negócio. Na nuvem pública o uso é aberto ao público em geral. A nuvem comunitária é exclusiva para o uso de uma comunidade de consumidores de organizações, com objetivos e preocupações comuns. A infraestrutura de uma nuvem híbrida mostra a composição de pelos menos dois modelos de implantação.

4. Platform as a Service

Na revisão de literatura realizada para elaboração desse artigo, não foi encontrado um estudo específico sobre o modelo de entrega PaaS entretanto, o material consultado permitiu apresentar os benefícios, os serviços e o valor agregado desse modelo de entrega.

Em pesquisas recentes realizadas pela Dzone Research (2014), foi revelado que 58% dos entrevistados utilizam serviços de PaaS para produção de softwares.

O modelo de entrega de PaaS consiste em sistemas operacionais, componentes prontos e em frameworks de aplicação construídos sobre a camada de infraestrutura. Ele tem por

finalidade minimizar as dificuldades de implantação de uma aplicação diretamente em máquinas virtuais. Por exemplo, o *Google App Engine* é um serviço que utiliza esse modelo de entrega para dar suporte para implementação da lógica de negócios e para o armazenamento e banco de dados para aplicações (VECCHIOLA *et.al*, 2009; ZHANG *et.al*, 2010).

Na utilização do PaaS, dois benefícios principais podem ser destacados (VIVEIROS, 2014):

- Produtividade - o modelo facilita e agiliza a implantação da aplicação uma vez que, elimina a necessidade de um pessoal dedicado à administração de sistemas (balanceamento de carga, replicação, *cluster*, instalação e configuração *middlewares*¹¹). Além disso, a maior parte dos fornecedores de serviços de PaaS oferece aos seus usuários uma camada de componentes prontos visando maior agilidade no desenvolvimento.
- Desenvolvimento focado no negócio - uma vez que os serviços de PaaS liberam a equipe de tarefas ligadas a administração do sistema, essa pode se concentrar no crescimento do negócio. Além disso, a utilização do PaaS permite que uma aplicação com demanda de milhares de requisições por segundo tenha o mesmo grau de complexidade técnica de uma requisição por segundo.

Apesar das grandes vantagens, alguns pontos de atenção devem ser destacados na hora de trabalhar com o PaaS, a saber (PIETERS, 2011; REESE, 2009; VIVEIROS, 2014):

- Segurança - cada modelo de entrega possui características relacionadas à segurança bem diferentes no caso do PaaS, o usuário divide com o fornecedor a responsabilidade pela segurança;
- Aprisionamento (*lock-in*) - ao utilizar uma camada proprietária com o objetivo de reduzir o custo e acelerar a entrega de produto, como ocorre no modelo de PaaS, pode ser gerado o efeito de *lock-in* que dificulta a migração da plataforma do produto para outro fornecedor de serviço de PaaS;
- Restrição a produtos prontos - aplicações que façam uso de produtos prontos como base para desenvolvimento (como exemplo *Sharepoint*, *Drupal* e *Magento*) necessitam de maior flexibilidade e controle sobre a infraestrutura sendo mais adequado neste caso, a utilização de serviços IaaS.

¹¹ Programa que realiza a mediação entre software e demais aplicações, sendo exemplo servidores de aplicação.

Embora os serviços de PaaS não tenham o mesmo grau de maturidade dos outros modelos de entrega, eles estão utilizados para a criação de uma ampla gama de serviços para atender o mercado consumidor de *Cloud Computing*. No Quadro 1, serão apresentados alguns dos principais serviços oferecidos pelos fornecedores do modelo de entrega de PaaS.

Quadro 1 - Principais serviços PaaS

Serviços de PaaS	Fornecedor de Serviços	Linguagens Suportadas	Principais Pontos Fortes
AWS Elastic Beanstalk	<i>Amazon Web Services</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>.NET</i>; ▪ <i>Docker</i>; ▪ <i>Go</i>; ▪ <i>Java</i>; ▪ <i>Node.js</i>; ▪ <i>PHP</i>; ▪ <i>Python</i>; ▪ <i>Ruby</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dimensionamento e balanceamento de carga automático; ▪ Monitoramento do status do aplicativo. ▪ Liberdade para escolha instância ideal para necessidade.
Google App Engine	<i>Google</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Go</i>; ▪ <i>Java</i>; ▪ <i>PHP</i>; ▪ <i>Python</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dimensionamento e balanceamento de carga automático; ▪ Integração com outros serviços em <i>Cloud</i> do Google e APIs; ▪ Filas de tarefas assíncronas para a realização de trabalhos fora do âmbito de um pedido; ▪ Possibilidades de criar tarefas agendadas para execução em horários específico.
Cloud Services	<i>Microsoft Azure</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>.NET</i>; ▪ <i>Java</i>; ▪ <i>JavaScript</i>; ▪ <i>Node.js</i>; ▪ <i>PHP</i>; ▪ <i>Python</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contando com faturação por minuto; ▪ Dimensionamento e balanceamento de carga automático; ▪ Kits de desenvolvimento de software e integração com ferramentas do Visual Studio, facilitando a criação e implantação de aplicativos.
BlueMix	<i>IBM</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Go</i>; ▪ <i>Java</i>; ▪ <i>PHP</i>; ▪ <i>Python</i>; ▪ <i>Ruby</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plataforma baseado em padrões abertos do projeto <i>Cloud Foundry</i>; ▪ Gerenciamento rápido de aplicações e dimensionamento automático; ▪ Plataforma de computação cognitiva com <i>IBM Watson</i>;
OpenShift Online	<i>Red Hat</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Java</i>; ▪ <i>JavaScript</i>; ▪ <i>Perl</i>; ▪ <i>PHP</i>; ▪ <i>Python</i>; ▪ <i>Ruby</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Segurança refinada para ambiente de <i>multi-tenant</i>. ▪ Baseado em aplicações de código aberto e altamente customizável; ▪ Provisionamento de servidores, configuração e dimensionamento de maneira automática.
Heroku	<i>Sales Force</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Clojure</i>; ▪ <i>Go</i>; ▪ <i>Java</i>; ▪ <i>Node.js</i>; ▪ <i>PHP</i>; ▪ <i>Python</i>; ▪ <i>Ruby</i>; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disponibiliza de uma biblioteca de add-ons mais de 140 serviços; ▪ Gerenciar configurações de ambientes específicos separadamente de fonte.

Serviços de PaaS	Fornecedor de Serviços	Linguagens Suportadas	Principais Pontos Fortes
		▪ <i>Scala</i> .	

Fonte: AMAZON (2015); DZONE RESEARCH (2014); HEROKU (2015); IBM (2015); MICROSOFT (2015); REESE (2009); SULLIVAN (2014).

Os benefícios dos serviços de PaaS são notados a medida que mais empresas os utilizam na construção de suas aplicações web e móveis. Todos os serviços apresentados anteriormente oferecem ferramentas necessárias para a codificação ágil, teste e implantação de aplicações em ambiente de *Cloud Computing* (KNORR, 2013).

5. Integração da Internet das Coisas e *Cloud Computing*

Com definições distintas e evolução baseadas em cenários específicos, as tecnologias de *Cloud Computing* e Internet das Coisas evoluíram de forma independente e integração e convergência delas foi chamada de *Cloud IoT*. Essa nova plataforma estende os recursos computacionais atuais da Nuvem para apoiar novas e inovadoras soluções de Internet das Coisas.

Os fatores que motivaram essa integração podem ser divididos em três categorias, a saber (COUTINHO; CARNEIRO; GREVE, 2016):

- **Processamento** - fatores motivadores relacionados ao processamento estão ligados às limitações dos dispositivos de Internet das Coisas no que diz respeito à capacidade de execução de algoritmos complexos por conta da sua restrição de energia. Coletando os dados transmitindo para dispositivos agregadores como uma plataforma de *Cloud Computing* poderia propiciar a economia de energia. Além disso, seu processamento de forma virtualizada possibilitaria a realização de controle de eventos complexos e a análise dos dados;
- **Comunicação** - fatores relacionados a comunicação estão ligados a aplicações de uma infraestrutura que otimize o gerenciamento dos objetos e a conexão entre os elementos e sem esquecer do compartilhamento de dados. As soluções de *Cloud* proprietárias oferecem uma maneira otimizada de gerenciar, conectar e controlar dispositivos remotos através de redes de alta velocidade e aplicativos embutidos em interfaces customizadas na Internet, sem preocupações de localidade e ou tempo;
- **Armazenamento** – fatores relacionados ao armazenamento estão ligados as restrições de espaço para arquivos de dados nos dispositivos da Internet das Coisas através de uma forma de armazenamento em larga escala, sob demanda e não volátil baseada em soluções de *Cloud Computing*. A Internet das Coisas envolve muitas fontes ou

elementos que geram uma imensa quantidade de dados, com grande variedade e em grande velocidade, típico de ambientes de Big Data. Uma vez que os dados estão na Nuvem, esses dados podem ser protegidos com níveis configuráveis de segurança de acesso indevidos e podem facilmente ser manipulados de maneira compartilhada usando uma *Application Programming Interface* (API) bem especificada.

Algumas questões que vem sendo trabalhadas no modelo de *Cloud Computing*, também precisam ser abordadas na Internet das Coisas. Essas questões podem ser classificadas como motivadores transversais uma vez que se encaixam nas três categorias. Por exemplo, as soluções propostas para questões de segurança, eficiência, heterogeneidade, interoperabilidade, confiabilidade, escalabilidade, flexibilidade e disponibilidade que são motivadores de integração da Internet das Coisas e *Cloud Computing* e igualmente transversais (COUTINHO; CARNEIRO; GREVE, 2016).

Além disso, para reduzir os riscos envolvidos, proporcionar meios para aumentar as receitas e facilitar a implantação dos serviços seria possível combinar o fluxo de dados dos objetos em uma infraestrutura unificada que tornaria possível uma rápida integração e configuração de novos elementos.

A Internet das Coisas também pode trazer benefícios para *Cloud Computing* fornecendo suporte a uma grande quantidade de diferentes situações do mundo real e conseqüentemente ampliando seus limites. A arquitetura de *Cloud IoT* pode fornecer uma camada entre objetos e aplicações abstraindo a complexidade e provendo as funcionalidades necessárias para seu funcionamento (COUTINHO; CARNEIRO; GREVE, 2016).

Em uma arquitetura compartilhada onde os dispositivos interagem para submeter dados em repostas ou ativar ações aos pedidos de outros componentes superiores em uma rede de sensores. De forma a permitir uma conexão segura entre diferentes redes físicas, o uso de diferentes protocolos de comunicação (de redes guiadas ou não guiadas) colabora com tarefas como o cache de dados, geolocalização, cobrança, pré-processamento, armazenamento temporário e descoberta de serviços. Sem a necessidade de *gateways* dedicados ou agir como *gateways* intermediários para outros dispositivos, os objetos com dispositivos embarcados são capazes de enviar dados ou receber comando de atuação diretamente para Nuvem.

A Nuvem possui um papel principal nesta arquitetura comum em especial nos motivadores de integração. Uma importante função seria a manutenção dos registros com metadados e informações sobre os objetos gerenciados no sistema. Para que os desenvolvedores possam obter informações de diferentes interfaces dos usuários (por exemplo, mobile e Web) usualmente seria criado um componente para fornecer uma API de

programação independente da solução de armazenamento utilizada. Em um exemplo mais simplista, os registros poderiam ser armazenados em um banco de dados contendo as *Uniform Resource Locator* (URL) ou identificadores de cada dispositivo (COUTINHO; CARNEIRO; GREVE, 2016).

Sistemas escaláveis com tolerância a falhas e replicação massiva como em ambientes de *Cloud Computing* podem representar uma interessante conquista para o armazenamento de dados.

Com um número cada vez maior de dispositivos sendo conectados à Internet das Coisas, as tecnologias de armazenamento de dados em Nuvem poderiam ser empregadas para armazenar o grande volume de dados gerados por esses objetos. Com o objetivo de apresentar informações úteis aos usuários ou mesmo ao sistema de ferramentas da *Cloud Computing* de análise e visualização podem ser empregadas para examinar, relacionar e transformar os dados obtidos por esses dispositivos. Diferentes algoritmos de mineração de dados e aprendizado de máquina como árvores de decisão, redes neurais ou algoritmos genéticos podem ser aplicados na análise dos dados gerados por esses dispositivos, por conta da velocidade, volume e variedade de informações geradas por esses objetos. A integração de tecnologias de *Big Data* e *Cloud Computing* vêm gerando valor e possibilidade de inovação para as plataformas de Internet das Coisas.

A programação dos dispositivos e configuração de ações baseadas em um histórico de informações ou mesmo nas informações instantâneas dos objetos pode ser definida de forma ampla e segura nesta arquitetura. Neste sentido *Cloud Computing* é um ambiente extremamente atraente para o desenvolvimento de aplicações por conta de seus modelos de programação que facilitam o desenvolvimento de serviços de larga escala. Uma vez que sua execução envolve diferentes sensores e dispositivos móveis a oferta de interfaces integradas e confiáveis para programação remota dos elementos é essencial para assegurar uma visão ubíqua para a Internet das Coisas (COUTINHO; CARNEIRO; GREVE, 2016).

Conforme novos tipos de dispositivos são conectados mais usuários ao redor do mundo passam a fazer parte da Internet das Coisas, onde a arquitetura de *Cloud IoT* permitirá lidar com uma série de cenários futuros por meio de novos serviços inteligentes (COUTINHO; CARNEIRO; GREVE, 2016).

6. Internet das Coisas e as Energias Renováveis

Segundo a Microsoft (2016), países como Estados Unidos e Havaí tem um plano para atingir 100% de energias renováveis até 2045. No entanto, este caminho para a energia sustentável tem sido construído e ampliado ao longo de décadas, as redes de energia do mundo são projetadas para lidar com uma oferta e demanda consistente e previsível. Porém, esta geração pode sobrecarregar a rede elétrica e/ou ser insuficiente, o que pode levar empresas de serviços públicos a lutar por soluções de *backup*.

Neste sentido, a *Steffes Corporation* destaca-se pela sua inovação, oferecendo soluções em energia. Com crescimento desde 1940, hoje possui mais de 300 empregados. Especializada em tecnologias elétricas e armazenamento térmico, a empresa criou produtos de aquecimento extremamente eficientes. O objetivo foi a redução do consumo de energia e a redução de custos. Porém, problemas ocorriam sempre que as fontes de energia de repente davam picos, maiores do que a rede de energia conseguia segurar. Estas oscilações rápidas poderiam causar danos à rede, bem como, afetar diretamente os consumidores. No uso doméstico, um pico de milissegundo de instabilidade poderia danificar sistemas ou outros equipamentos sensíveis de computação. O difícil era equilibrar a geração existente, a nova geração a partir de fontes renováveis e a demanda que era imprevisível.

A solução que a *Steffes Corporation* encontrou, foi ligar um dispositivo que consumia energia em algo que não só armazenava energia, mas que também poderia ser utilizado de forma interativa para estabilizar a rede e todo o sistema de distribuição de energia. Esse dispositivo poderia ser encontrado em famílias comuns de todo o mundo: os aquecedores de água elétricos, dispositivos relativamente baratos, que representam entre 20% e 40% da demanda residencial ou carga sobre a rede de energia.

Desta forma, foi projetado um sistema de armazenamento térmico com a ajuda da Microsoft. A *Mesh Systems* foi uma das primeiras empresas a adotar a Microsoft *Azure*, incluindo o Serviço de Internet das Coisas e um *framework open source* da Microsoft *Orleans Research* utilizado para construir aplicações interativas distribuídas, e criar na memória cópias virtuais de dispositivos físicos.

Com um conceito inovador chamado de torre de energia, possível graças a *Orleans* e *Azure IoT Services*, a torre de energia é um espelho em tempo real de cada unidade na nuvem e tem uma lógica sofisticada que ajuda a utilizar maiores volumes de energia renovável.

Milhares de aquecedores de água foram conectados simultaneamente, abastecidos à noite pela energia eólica, ou ao meio-dia pela energia solar. A *Azure* permitiu a criação de uma

ferramenta mais flexível para gerenciar a demanda, pois com mais energia renovável, foi preciso fazer um melhor acompanhamento desta distribuição.

Os aquecedores de água foram fabricados com sensores que permitiam que a empresa monitorasse até 150 pontos de dados. Além de monitorar remotamente os dados, a empresa pode controlar cada aquecedor para aumentar ou reduzir sua carga a qualquer momento. A variabilidade e volatilidade acompanham os recursos de geração de energia renovável. Isso é o que acontece quando um simples aquecedor de água se encontra com a Internet das Coisas.

O controle em tempo real permite criar redes de energia renováveis, com novos serviços de regulação de frequência que são muito mais ágeis do que os métodos convencionais. No Havaí, a instalação do sistema criado pela *Steffes Corporation* entra em um novo desenvolvimento chamado *Kapolei Lofts* que irá incluir 499 casas de aluguel. (MICROSOFT, 2016).

O resto do mundo está assistindo de perto esta solução altamente escalável. Não só o Havaí tem alta demanda diária, mas 1/3 desta demanda já é fornecida por energia renovável, e eles estão empenhados a chegar em 100%. A Califórnia se comprometeu a chegar em 50% e a Alemanha em 45% de energia renovável.

Com o tempo, a ideia é cortar o custo inicial dos aquecedores de água para os consumidores. Porém, o mais importante é oferecer oportunidades para as pessoas se interessarem pela energia renovável e conseqüentemente isto melhoraria o meio ambiente.

A utilização das tecnologias da Internet das Coisas para conexão de dispositivos de consumo comuns, como aquecedores de água, preserva o meio ambiente, projetando economia e sustentabilidade para o futuro.

7. Método

A pesquisa para a realização deste artigo foi feita por meio da revisão da literatura sobre Internet das Coisas e sua utilização na integração de aplicações empresariais, a partir de bases bibliográficas de artigos científicos e livros especializados nos temas da pesquisa. A pesquisa aborda um exemplo prático disponibilizado pela Microsoft, que abrange a abordagem da *Steffes Corporation* e o uso da Internet das Coisas na otimização das energias renováveis, com o objetivo de extrair informações sobre tendências para sua utilização, benefícios, vantagens, serviços oferecidos e desafios do uso desta tecnologia.

8. Resultados e Discussão

Com a utilização de aquecedores de água com sensores e da parceria com a *Microsoft Orleans* e *Azure IoT Services*, a *Steffes Corporation* criou um sistema de controle de energias renováveis, permitindo que em alguns países que já empregavam esta tecnologia, pudessem reduzir o uso de energia elétrica e aumentar o uso das energias renováveis, com é o caso da Alemanha, Estados Unidos e Havaí.

Com o foco na redução de custos, o desafio está na administração de picos de uso sob demanda e oscilações de energia que possam danificar aparelhos e equipamentos utilizados.

Esta tecnologia possui a vantagem de ser aplicada em uma região ou um estado. Para acelerar a adoção da energia renovável qualquer indivíduo, família ou comunidade pode se mobilizar para melhorar a sua utilização e conseqüentemente observar as alterações provocadas pelo meio-ambiente como as climáticas.

9. Considerações finais

Foi realizada uma análise das atuais aplicações da Internet das Coisas no dia-a-dia dos serviços de energias renováveis, e de como essa tecnologia pode ser explorada, melhorando-se a performance e oferecendo custos mais baixos. Ao longo desse trabalho, o estado da arte da Internet das Coisas foi exposto por meio de exemplos de utilização.

Esse artigo também apresentou importantes aspectos relacionados à utilização dessa tecnologia pelos seus usuários e de como eles poderiam ser beneficiados pela mesma. Acredita-se que o verdadeiro valor do uso da Internet das Coisas será obtido quando ela for aplicada em uma solução que englobe uso, economia e sustentabilidade.

Desta forma, a energia renovável é incentivada pelo uso da energia eólica, através de seus moinhos de vento e pela energia solar que não agride e nem polui o meio ambiente. Quando bem administrada pode gerar um serviço de qualidade e atender a demanda de seus clientes, além de oferecer grande economia. A Internet das Coisas é uma tecnologia emergente que oferece soluções que atendam as mais diversas demandas de mercado, ampliando os horizontes comerciais na obtenção de lucro, como o exemplo da *Steffes Corporation*.

10. Referências bibliográficas

ABREU, Marcelo. REVOLUCIONANDO A INDÚSTRIA. **Computação Brasil**, Porto Alegre, n. 29, p. 50–53, dez. 2015. Quadrimestral. Disponível em: <<http://sbc.org.br/component/flippingbook/book/23>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

AMAZON Web Services. **AWS Elastic Beanstalk**: Plataforma como serviço. Disponível em: <<http://aws.amazon.com/pt/elasticbeanstalk/>>. Acesso em: 13 jun. 2015.

BASSI, Alessandro et al (Ed.). **Enabling Things to Talk: Designing IoT solutions with the IoT Architectural Reference Model**. Berlin, Germany: Springer, 2013. 352 p.

BAUN, Christian et al. **Cloud Computing: Web-Based Dynamic IT Services**. Berlin, Germany: **Springer Publishing Company**, 2011. 109 p.

COUTINHO, Antônio Augusto Teixeira Ribeiro; CARNEIRO, Elisângela Oliveira; GREVE, Fabíola Gonçalves Pereira. **Computação em Névoa: Conceitos, Aplicações e Desafios**. In: SIQUEIRA, Frank Augusto; LUNG, Lau Cheuk; GREVE, Fabíola Gonçalves Pereira; FREITAS, Allan Edgard Silva. **Minicursos / XXXIV Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2016. Cap. 6, p. 266-315.

DZONE RESEARCH. **2014 CLOUD PLATFORM RESEARCH REPORT**. Disponível em: <<http://library.dzone.com/assets/download/whitepaper/d03572db96ad57b0dd5857c8bce239ed>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

GARTNER. **IT Glossary: Internet of Things**. 2016. Disponível em: <<http://www.gartner.com/it-glossary/internet-of-things/>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

GUBBI, Jayavardhana et al. **Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions**. **Future Generation Computer Systems**, v. 29, n. 7, p.1645-1660, set. 2013.

HEROKU. **What is Heroku**. Disponível em: <<https://www.heroku.com/what>>. Acesso em: 12 maio 2015.

IBM. **Visão geral do Bluemix**. Disponível em: <<https://www.ng.bluemix.net/docs/overview/overview.html>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

IDC. **Explosive Internet of Things Spending to Reach \$1.7 Trillion in 2020**. 2015. Disponível em: <<http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS25658015>>. Acesso em: 02 jun. 2015.

KNORR, Eric. **9 trends for 2014 and beyond**. Disponível em: <<http://www.infoworld.com/t/cloud-computing/9-trends-2014-and-beyond-230099>>. Acesso em: 04 nov. 2013.

MACAULAY, James; BUCKALEW, Lauren; CHUNG, Gina. **Internet of Things in Logistics: A collaborative report by DHL and Cisco on implications and use cases for the logistics industry**. Disponível em: <http://www.dhl.com/content/dam/Local_Images/g0/New_aboutus/innovation/DHLTrendReport_Internet_of_things.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2016.

MCEWEN, Adrian; CASSIMALLY, Hakim. **Designing the Internet of Things**. Chichester (UK): Wiley, 2013. 336 p.

MICROSOFT. **Cloud Services: Deploy web apps & APIs**. Disponível em: <<http://azure.microsoft.com/en-us/services/cloud-services/>>. Acesso em: 21 jun. 2015.

MICROSOFT. **Steffes Corporation: Resolver os desafios de energia renováveis com a Internet das Coisas**. Disponível em: <<https://customers.microsoft.com/Pages/CustomerStory.aspx?recid=26745>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

NIST. **The NIST Definition of Cloud Computing**. Disponível em: <<http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2011.

PIETERS, Wolter. **Security and privacy in the clouds: a bird's eye view**. In: **Computers, Privacy and Data Protection: an Element of Choice**. Springer Netherlands, 2011. Cap. 21, p. 445 - 457.

REESE, George. **Cloud Application Architectures: Building Applications and Infrastructure in the Cloud**. CA, United States/Sebastopol: O'Reilly Media, 2009. 208 p.

RIVERA, Janessa; MEULEN, Rob van Der. **Gartner's 2015 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies the Computing Innovations That Organizations Should Monitor**. Disponível em: <<http://www.gartner.com/newsroom/id/3114217>>. Acesso em: 18 ago. 2015.

SRIRAM, Ilango; KHAJEH-HOSSEINI, Ali. Research Agenda in Cloud Technologies. In: 1st ACM Symposium SYMPOSIUM ON CLOUD COMPUTING (SOCC 2010), 2010, Indianapolis, IN, EUA. Proceedings... . New York, NY, EUA: ACM Press, 2010.

SULLIVAN, Dan. **PaaS Providers List: Comparison And Guide**. Disponível em: <<http://www.tomsitpro.com/articles/paas-providers,1-1517.html>>. Acesso em: 31 jan. 2014.

SUN, Yunchuan et al. A holistic approach to visualizing business models for the internet of things. **Communications In Mobile Computing**, v. 1, n. 1, p.1-7, 2012.

VAQUERO, Luis M. et al. A break in the clouds: towards a cloud definition. **ACM Sigcomm Computer Communication Review**, New York, NY, USA, v. 39, n. 1, p.50 - 55, jan. 2009.

VECCHIOLA, Christian; CHU, Xingchen; BUYYA, Rajkumar. **Aneka: A Software Platform for .NET-based Cloud Computing**. In: W. Gentsch, L. Grandinetti, G. Joubert (Eds.). High Speed and Large Scale Scientific Computing. Amsterdam, Netherlands: IOS Press. 2009. p.267 – 295.

VIVEIROS, Daniel. **Plataforma como serviço é o verdadeiro pote de ouro de Cloud Computing**. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/ciandt/cloud-paaspt>>. Acesso em: 20 out. 2014.

ZHANG, Qi; CHENG, Lu; BOUTABA, Raouf. Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. **Journal of Internet Services and Applications**, Springer London, v. 1, p.7 - 18, 01 maio 2010.