

Plataforma Web para o Armazenamento de Interações Realizadas em Objetos Conectados por IoT

**Trabalho de Conclusão do Curso de
Tecnologia em Sistemas Para Internet**

**Airton da Rocha Bernardoni
Orientador(a): Silvia de Castro Bertagnolli**

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)
Campus Porto Alegre
Av. Cel Vicente, 281, Porto Alegre – RS – Brasil
conaron@gmail.com, silvia.bertagnolli@poa.ifrs.edu.br

Resumo. *A IoT é utilizada nas mais diversas áreas do conhecimento com o propósito de interligar “coisas” ou objetos do mundo real. Na área de Educação, por outro lado, poucos são os estudos que realmente utilizam a IoT. Este artigo apresenta a descrição de uma plataforma para armazenamento de dados recuperados de dispositivos IoT com o uso destinado à educação. O desenvolvimento se dará através da modelagem do sistema utilizando um processo de desenvolvimento de software e uma linguagem para a sua modelagem. Além disso, ele utilizará a plataforma Java, com paradigma orientado a objetos, utilizando o sistema de gerenciamento de banco de dados MySql e a integração por Web Services. Espera-se que essa plataforma possibilite ao educador realizar o acompanhamento da evolução cognitiva de estudantes, através de suas interações com os objetos.*

1. Introdução

A informática tem sido utilizada nas mais diversas áreas do conhecimento, visando otimizar os processos e possibilitando o controle e o gerenciamento das informações. Na área da educação muitos trabalhos têm sido desenvolvidos para aprimorar o processo de aprendizagem dos estudantes.

Há várias tecnologias que podem ser utilizadas na sala de aula: slides, blogs, edição colaborativa de documentos através de ferramentas específicas, objetos educacionais, robótica educativa, m-learning (*mobile-learning*), entre outros. No caso deste trabalho propõe-se a criação de uma plataforma para gerenciar dados que possibilitarão realizar o acompanhamento da evolução cognitiva de estudantes que utilizam dispositivos IoT (*Internet of Things*).

Este trabalho está vinculado ao projeto de pesquisa “Ludic-RIO: Rede Interconectada de Objetos Lúdicos e Acessíveis usando IoT” que está sendo desenvolvido no IFRS campus Porto Alegre. Basicamente, o projeto consiste em criar objetos lúdicos que utilizam a tecnologia Arduino ou RaspberryPi, que se conectarão à rede e enviarão dados das interações para serem armazenados em um servidor. Esses dispositivos serão utilizados por estudantes para o desenvolvimento ou aquisição de alguma

habilidade/conhecimento. A partir da interação realizada pelos estudantes, os dados gerados serão enviados a um servidor central. Cada objeto irá se conectar através da IoT com o servidor, que armazenará as informações obtidas. Após, os professores ou profissionais qualificados poderão acessar as interações e visualizar o percurso cognitivo de cada aluno, de modo a identificar quais pontos devem ser aprimorados ou quais aspectos não foram bem compreendidos.

O potencial das ferramentas considerando seu bom uso e reconfiguração, conforme a situação, depende de um sistema que execute a administração especializada dos dados provenientes das interações. Neste sentido, o sistema aqui proposto será responsável por armazenar os dados enviados, e definir interfaces gráficas com o usuário que possibilitem a visualização destes de forma mais fácil e rápida, gerando também relatórios dos percursos cognitivos, além de gráficos que demonstrem a interação com os objetos lúdicos desenvolvidos.

Para desenvolver o sistema será utilizado um processo de desenvolvimento de software tradicional, vinculando a ele alguns artefatos e diagramas da UML. Além disso, o sistema será implementado utilizando a linguagem de programação Java, com banco de dados MySQL e a tecnologia de Web Services. O uso de todos esses recursos justifica-se pela necessidade de analisar e estabelecer usos para informações enviadas pelos equipamentos que utilizam IoT e estejam inseridos no contexto do projeto de pesquisa acima referido.

As próximas seções do artigo apresentam a fundamentação teórica na seção 2, os trabalhos relacionados na seção 3; a modelagem do sistema na seção 4 e algumas conclusões parciais na seção 5.

2. Fundamentação teórica

Para fundamentar o desenvolvimento deste trabalho foi necessário realizar um estudo bibliográfico de três aspectos teóricos essenciais ao desenvolvimento do trabalho: IoT, *Web Services* e Reflexão Computacional.

2.1 IoT

A expressão *Internet of Things* foi utilizada pela primeira vez em 1999, por Kevin Ashton, em uma apresentação para a empresa Procter & Gamble. Apesar de, na época, estar se referindo ao uso da tecnologia RFID (*Radio-Frequency Identification* - Identificação por Radio Frequência), cerca de cinco anos após o termo foi relacionado ao uso de redes lógicas por equipamentos autônomos. Este segmento surgiu da evolução de setores tecnológicos como microeletrônica, utilização de sensores, comunicação e sistemas embarcados [Santos et. al 2016].

Equipamentos (como televisores, geladeiras, câmeras de segurança, lâmpadas, termostatos, entre outros) que possam realizar funções básicas de forma independente e conectada através da Internet são identificados como dispositivos físicos na Internet [Buyya e Dastjerdi 2016]. Segundo Cajide (2016), o mercado das IoT tem expandido constantemente. Estimativas apontam que em menos de cinco anos, mais de 50 bilhões de dispositivos estarão on-line.

O crescente aumento desse tipo de dispositivo está relacionado aos ambientes "smart", tais como *smarthouses*, *cities*, *campus*, etc. [Balandin, Andreev, e Koucheryavy 2014; Santos et. al 2016]. Dentro destes espaços, os dispositivos possuem funções próprias com dependência da internet para sua operação [Buyya e Dastjerdi 2016], como, por exemplo, um irrigador de jardim que ativa automaticamente ao receber os dados de um sensor de umidade do outro lado da cidade.

A partir do ranking estabelecido pelo site Libelium é possível perceber que a IoT pode ser utilizada nas mais diversas áreas, tais como: (i) monitoramento de vagas para carros disponíveis para estacionar na cidade; (ii) monitoramento de vibrações e condições dos materiais em construções; (iii) monitoramento de fluxo de veículos e pedestres para detecção de congestionamentos; (iv) adaptação da intensidade da luz em ambientes fechados ou abertos de forma inteligente através de monitoramento climático; (v) placas inteligentes que notificam riscos em função do tempo ou de acidentes que tenham ocorrido na estrada; (vi) controle da emissão de gases tóxicos em fábricas e análise de poluentes emitidos pelos carros na cidade; (vii) monitoramento de volume de lixo em contêineres inteligentes para estabelecer rotas de coleta mais eficientes; (viii) controle dos níveis de poluição marinha; (ix) controle de clima isolado para maximizar a produção de vegetais; (x) estudo das condições meteorológicas para aprimorar a previsão do tempo.

As expectativas sobre o uso acadêmico e industrial da tecnologia IoT cresce de forma expressiva de 2012 até o presente momento. Ela é mencionada constantemente como a tecnologia do futuro e esta concepção se dá, em grande parte, à diversidade de sua aplicação. Alguns obstáculos, que serão mencionados posteriormente, ainda impedem sua larga propagação em indústrias e instituições de ensino, mas há investimentos em pesquisas para viabilizar o seu uso por pessoas comuns [Buyya e Dastjerdi 2016; Santos et. al 2016].

A utilização em ambientes que não disponibilizam acesso facilitado à Internet, que necessitem de monitoramento constante, que possuam dados cuja coleta possa auxiliar no processo de ensino e aprendizagem caracterizam a IoT como uma tecnologia que mudará a forma de aprender e se apropriar do conhecimento.

A estrutura básica adotada pela tecnologia IoT é composta pelos seguintes itens [Santos et. al 2016]:

- Identificação - é a identidade do equipamento para estabelecer a conexão à Internet. Endereçamento IP, RFID ou NFC podem ser utilizados para este fim;
- Sensores/Atuadores: os sensores permitem que dados sobre o ambiente em que o equipamento se encontra possam ser coletados e armazenados ou transmitidos para servidores. Os atuadores são componentes que interagem com o ambiente de forma ativa, geralmente representados por braços mecânicos;
- Comunicação: o método de conexão e transmissão de dados através da Internet utilizando-se das tecnologias WiFi, Bluetooth, etc.;
- Serviços: a aplicação propriamente dita do equipamento. Destaca-se atualmente o uso de medição de temperatura, umidade, luminosidade, fluxo de fluidos, peso, dentre outros.

- Semântica: a utilização adequada dos dados obtidos pelo equipamento. A forma como esses dados são providos através de um padrão ou modelo, conhecido como metadada, geralmente através de formato XML.

Apesar do crescente número de possíveis aplicações da tecnologia atualmente, há fortes empecilhos a sua implementação industrial e acadêmica. Algumas das principais restrições tem relação com a segurança de dados, consumo de energia e endereçamento.

Para equipamentos alocados em ambientes inóspitos ou em lugares onde não possua infraestrutura com abastecimento de energia, o consumo da mesma é avaliado em cada estrutura montada considerando seus componentes e frequência de uso, já que a alimentação terá de ser por baterias. Além disso, ambientes que não disponibilizam acesso à rede WiFi podem apresentar problemas para a implantação de tecnologias IoT [Buyya e Dastjerdi 2016].

Outro problema que surge na utilização de IoT diz respeito à segurança dos dados. Embora os critérios de segurança aplicados sejam os mesmos de uma rede de computadores convencional, os recursos de hardware para tal são reduzidos. A capacidade de criptografar os dados é proporcional à capacidade do processador e memória em uso. Isso, aliado ao volume de dados que depende de tráfego e consumo de energia, acaba impedindo a proteção adequada dos dados gerados e transmitidos.

2.2 Web Services

Os Web Services são uma tecnologia para comunicação entre um servidor e um sistema cliente utilizando a Web. Essa comunicação é realizada através de uma interface padronizada seguindo a especificação XML (*eXtensible Markup Language*) e o protocolo HTTP (*HyperText Transfer Protocol*). Um serviço detalha a sua interface de comunicação usando o XML através do documento chamado WSDL (*Web Service Description Language*), cujo padrão é definido pela W3C (*World Wide Web Consortium*) [Lecheta 2015].

Além da compatibilidade multiplataforma o WebService garante a segurança do banco de dados armazenados no servidor através da conversão e do filtro das informações disponibilizadas. O acesso ao banco de dados é realizado somente pelo servidor, sem o envio de uma instrução direta do sistema cliente. Ao implementar o serviço, define-se quais informações serão recebidas pelo WebService na requisição, como o servidor irá tratá-las e o que irá realizar com estes dados. Por exemplo, para fazer um *select* em uma tabela do banco de dados, o WebService pode ser configurado para receber apenas um parâmetro de filtro específico e o nome da tabela. Eles serão enviados pelo sistema cliente através de uma estrutura XML e tratados de forma segura pelo servidor, antes de realizar efetivamente a operação de *select* no banco, essa solução pode prevenir o uso de *SQLInjection*.

Entre as tecnologias utilizadas para implementar e implantar Web Services têm-se [Lecheta 2015]: o SOAP (*Simple Object Access Protocol*) e o REST (*Representational State Transfer*). O primeiro é um protocolo de transferência que usa o formato XML. Como mencionado anteriormente, recomenda-se o uso de um documento WSDL para a descrição da estrutura que atende o WebService. Embora o XML demande de um interpretador que analise a estrutura de árvore, o que consome desempenho, ele possibilita

a transferência de dados mais complexos, como a representação de uma lista de registros com camadas e subcamadas. Já o REST é uma alternativa ao SOAP desenvolvida para ser mais simples. Como não possui a obrigatoriedade de se comunicar através de XML, mas apenas pelo protocolo HTTP, dispensa o rigor da estrutura exigida e pode transmitir metadados em diversos formatos mais leves de interpretação, tais como: CSV (*Command Separated Value*), JSON (*JavaScript Object Notation*) e RSS (*Really Simple Syndication*). A comunicação poderá se dar apenas com a URL (*Uniform Resource Locator*), tendo pré-definido seu retorno no servidor.

2.3 Reflexão Computacional

A reflexão computacional é a capacidade de um programa obter informações ou modificar o seu estado ou comportamento em tempo de execução, sendo que essa característica é chamada de introspecção. Utilizando-se essa capacidade é possível criar um "código que lida com uma classe cuja estrutura ele não conhece" [Guerra 2014].

A reflexão computacional usa o conceito de metadados para conseguir extrair informações dinâmicas sobre os objetos e suas classes. As maiores desvantagens de se utilizar essa técnica são o tempo de execução e a complexidade do código que aumentam [Guerra 2014].

No caso da linguagem de programação Java a reflexão é definida através da API (*Application Programming Interface*) `java.lang.reflect` que possui um conjunto de classes e métodos que viabiliza descobrir as informações durante a execução de um programa.

A próxima seção apresenta uma lista de trabalhos relacionados com IoT e vinculados à área de Educação, que é o foco deste trabalho.

3. Trabalhos Relacionados

A partir da análise da literatura foram encontrados diversos trabalhos que descrevem dispositivos físicos baseados em sensores, que são aplicados em outras áreas e não na área de educação que é o foco deste trabalho. Desse modo, nesta seção serão descritos alguns trabalhos que abordam a temática de IoT vinculada à área de educação.

3.1. Internet das Coisas: tudo o que pode ser conectado, será conectado

Wadewitz (2016) em sua pesquisa “Sizing Up the Internet of Things”, vinculada à CompTIA, estabelece uma posição de mercado para o uso de equipamentos de IoT em diversas áreas. Embora não aborde o uso desta tecnologia na área de educação, o trabalho apresenta a estimativa atual de investimento no uso destes equipamentos.

Uma aplicação de mercado que é apontada é o desenvolvimento de aplicativos móveis, visto que esta área está em constante expansão. Ainda há muitos aspectos pendentes para normatização do uso de IoT, tais como governança e segurança, que indefinem o tempo em que o mercado a assimilará de fato. Com relação a isso, oportunidades estão sendo aprimoradas e o uso de publicidade já está em prática para adequar o público à realidade que se apresenta - o uso massivo de ferramentas IoT no cotidiano.

3.2. A internet de todas as coisas e a educação: possibilidades e oportunidades para os processos de ensino e aprendizagem.

O uso de ferramentas IoT proporciona possibilidades educacionais vastas como personalização dos ambientes e recursos didáticos de alunos com necessidades especiais com base em suas peculiaridades cognitivas. Barros e Souza (2016) apontam que várias áreas podem ser aprimoradas com IoT, entre elas a Educação. Eles ainda argumentam que a IoT pode ser vista como uma rede de redes.

Esse mesmo trabalho aponta que a IoT permitirá modificar as formas como a interação e a comunicação ocorrem, ou seja, ambas podem utilizar o tempo real ou não, além de disponibilizar para a sociedade informações interligadas e interconectadas. Um dos grandes desafios identificados têm relação direta com as questões de segurança da comunicação e dos dados.

3.3. *How IoT in education is changing the way we learn* (Como IoT na educação está mudando o modo como aprendemos)

A Internet se faz presente de forma cada vez mais impactante nas instituições de ensino, sendo que um exemplo disso é o sistema de e-learning (EaD através de plataformas online) que está ganhando espaço em cursos de diversos níveis de ensino [Meola 2016].

O aumento crescente de dispositivos que utilizam IoT, em diversas situações cotidianas, encaminha vastas possibilidades para o uso dessa tecnologia na educação. Percebe-se que, nos últimos anos, tem ocorrido uma grande mudança na forma de ver e compreender a aprendizagem, onde alunos conseguem executar tarefas auxiliados por ferramentas que dispensam a ação humana e professores que, caso existam, possam avaliá-los em tempo real sem qualquer contato presencial [Meola 2016].

3.4. *IoT in education: the internet of school things* (IoT na educação: a internet das coisas escolares)

Conforme argumenta Augur [2016] a educação não se resume às aulas. Há um grande espaço de tempo destinado à avaliação, preparação de aulas e construção do perfil dos alunos. A IoT possibilita a automatização de grande parte dessas tarefas. Os alunos podem colher informações de espécimes de ambiente selvagem, cadernos podem ser digitalizados e avaliados sem o intermédio direto do educador. Embora pareça uma visão futurista da aplicação da IoT em ambiente educacional, esta ainda é simplória considerando que seu uso depende da criatividade dos educadores e da disponibilidade de infraestrutura adequada.

3.5. *The Connected School: How IoT Could Impact Education* (A Escola Conectada: Como a IoT Impactará na Educação).

Segundo Cajide [2016] o uso de IoT na educação seguirá duas linhas: a aceleração no aprendizado dos alunos e o aumento na eficiência de como os professores poderão executar seu trabalho. Ferramentas com funções simples em conectividade incrementarão os métodos de estudos de estudantes e a comunicação entre professores e pais não dependerá somente de contato físico.

Com base na fundamentação teórica realizada e no levantamento de trabalhos relacionados foi proposta a plataforma descrita na próxima seção.

4. Proposta Metodológica

Para o desenvolvimento deste trabalho foi necessário selecionar um processo de desenvolvimento, de modo a estabelecer quais passos e artefatos de software seriam necessários para desenvolver a solução. Assim, optou-se por utilizar alguns passos que são utilizados para o desenvolvimento de diversos tipos de software: levantamento de requisitos; análise de requisitos; projeto e implementação com os testes.

4.1 Levantamento e Análise dos Requisitos

O foco dessa etapa consiste em compreender o problema, levantando e priorizando as necessidades e funcionalidades do sistema. Para realizar o levantamento dos requisitos foi necessário analisar o funcionamento dos objetos IoT.

Assim, pegou-se, por exemplo, o objeto "Urso", que compreende um urso de pelúcia que contém uma tela onde o estudante interage, seguindo uma sequência de passos, que compreendem um jogo. Esse jogo é composto por fases e níveis cujo propósito é auxiliar na aquisição do conhecimento matemático e linguístico. Por exemplo, a Figura 1 ilustra a fase inicial para a composição de palavras, onde o estudante se identifica usando uma TAG RFID (cartão A) e deve completar a palavra com a letra que está ausente. Essas letras fazem parte de um alfabeto que foi criado usando cartões RFID. Ao completar a palavra e passar para a próxima fase o objeto envia para a plataforma o número da TAG do aluno, a fase que ele realizou, o número de tentativas para completar a palavra e o número de tentativas incorretas até completar a palavra. Todos esses dados são enviados para a plataforma que será desenvolvida usando a conexão com a rede.

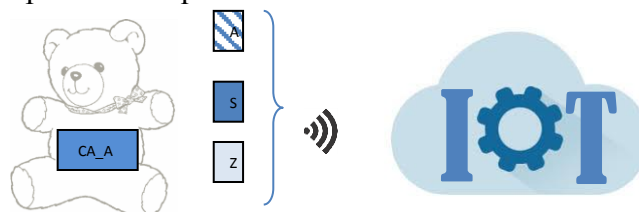


Figura 1. Representação de um Objeto IoT

A partir dessa análise chegou-se a conclusão de que a plataforma deve possibilitar mecanismos que permitam ao educador acompanhar a evolução do estudante a partir das suas interações com os objetos e que alguns cadastros serão necessários de modo a permitir esse acompanhamento.

Para modelar os requisitos optou-se por utilizar o diagrama de casos (Figura 2) de uso de modo a tornar visível as funcionalidades que farão parte da plataforma. Basicamente, a partir do envio das informações por parte do objeto a plataforma deverá permitir: ao administrador cadastrar educadores e objetos IoT, de forma que os educadores possam realizar as funcionalidades de cadastrar Turma se deseja acompanhar o desenvolvimento de todos os estudantes de uma turma, cadastrar estudante para analisar as interações de um estudante específico e extrair relatórios e gráficos específicos, como esquematiza a Figura 2. Cabe observar que o usuário administrador pode utilizar o sistema como educador, tendo acesso a todas as funcionalidades disponibilizadas pelo sistema.



Figura 2. Diagrama de Casos de Uso da Plataforma Proposta

4.3 Análise e Projeto

Nessa fase devem ser levados em consideração projeto detalhado com diagramas, a linguagem de programação e o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) que serão utilizados, os padrões de front-end ou de interface gráfica com o usuário.

A partir da análise dos requisitos observou-se a necessidade de criar um Web Service. Através do Web Service os objetos IoT enviarão dados das interações com a identificação do estudante para tratamento no servidor. Para garantir a heterogeneidade das informações, será utilizada uma estrutura XML para o consumo de dados. Como os objetos IoT são diferentes e enviarão dados diversos será utilizado o SOAP sobre o protocolo HTTP, onde os dados enviados serão encapsulados com JSON.

Os dados obtidos pelos objetos IoT serão administrados de forma dinâmica. A solução escolhida para gerenciar as relações de forma isolada foi definir uma base de dados para cada objeto IoT. A administração das bases será realizada através da aplicação pelo servidor de também dinâmica. A aplicação se encarregará de criar a base de dados, suas relações e administrá-las conforme a estrutura de dados fornecida pelo objeto IoT em questão. Como a linguagem para o desenvolvimento do sistema será Java, o recurso para executar a persistência dessa forma será o uso de reflexão computacional. Através da reflexão, serão instanciadas classes, parâmetros e métodos através de variáveis determinados em tempo de execução, permitindo que o objeto (no código) seja manipulado conforme a identificação fornecida pelo objeto IoT ao transmitir dados para o Web Service.

O diagrama de classes foi selecionado para criar o modelo vinculado a esta fase do processo, o qual levará em consideração o projeto do Webservice e alguns aspectos

da reflexão computacional. Além disso, será utilizada a linguagem de programação Java, ainda está sendo decidido se o código utilizará JSF ou Spring Boot. Com relação ao banco de dados será utilizado o MySQL.

4.4 Implementação

A implementação consiste na codificação das soluções definidas nas etapas anteriores utilizando-se as tecnologias selecionadas. Além disso, será utilizado SOAP para a implementação do serviço, de modo a possibilitar a transmissão de dados de diversas estruturas por objetos em plataformas diferentes, assim como bibliotecas e APIs que facilitem o desenvolvimento e garantam qualidade ao mesmo. Ainda serão realizados os testes do sistema testando as funcionalidades de cada módulo, visando produzir um software com mais qualidade.

5. Considerações Finais

A maior dificuldade encontrada até o momento foi encontrar trabalhos semelhantes ao aqui proposto. Outro ponto que dificultou o desenvolvimento inicial desse trabalho foi compreender a origem dos dados, pois como eles são provenientes de objetos IoT que estão sendo desenvolvidos por bolsistas vinculados ao projeto, ficou difícil entender como seriam enviados os dados e como eles se integrariam à plataforma.

O trabalho terá continuidade seguindo os passos estabelecidos pelo cronograma esquematizado pela Tabela 1.

Tabela 1. Cronograma

	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Definição do tema	x									
Trabalhos Relacionados		x	x	x						
Fundamentação Teórica				x						
Definição do processo de desenvolvimento				x						
Definição dos diagramas da UML			x							
Definição das tecnologias			x	x						
Entrega da versão parcial do TCC					x					
Construção do Web Service e testes iniciais						x				
Construção das classes e testes						x	x	x		
Mapeamento do ER							x	x		
Definição da solução com Reflexão computacional							x	x	x	
Desenvolvimento do Front-End						x	x	x	x	
Testes da plataforma						x	x	x	x	
Testes de integração						x	x	x	x	
Seminário de andamento								x		
Entrega da versão Final do TCC										x

Referências

Augur, H. (2016), “IoT in education: the internet of school things”, <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/iot-education/>. Acesso em: 23 de junho de 2017.

- Barros, A. G. e Souza, C. H. M. (2016), "A internet de todas as coisas e a educação: Possibilidades e oportunidades para os processos de ensino e aprendizagem.", <http://revista.srvroot.com/linkscienceplace/index.php/linkscienceplace/article/view/249>. Acesso em: 17 de junho de 2017.
- Buyya, R.; Dastjerdi, A. V. (2016), Internet of Things: principles and paradigms. Cambridge: Elsevier.
- Cajide, J (2016), "The Connected School: How IoT Could Impact Education", http://www.huffingtonpost.com/jeanette-cajide/the-connected-school-how-b_8521612.html. Acesso em: 23 de junho de 2017.
- Balandin, S.; Andreev, S.; Koucheryavy, Y. (2014), "Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems". In: 14th International Conference, NEW2AN 2014 and 7th Conference, SMART 2014, St. Petersburg, Russia, August 27-29, 2014, Proceedings.
- Guerra, E. (2014), "Componentes reutilizáveis em Java com reflexão e anotações". Rio de Janeiro: Casa do Código.
- Lecheta, R. R. (2015), "Web Services RESTful: Aprenda a criar web services RESTful em Java na nuvem do Google". Rio de Janeiro: Novatec.
- Libelium. "Top 50 IoT Sensor Applications Ranking". Disponível em: http://www.libelium.com/resources/top_50_iot_sensor_applications_ranking/. Acesso em: 23 de junho de 2017.
- Meola, A (2016), "How IoT in education is changing the way we learn", <http://www.businessinsider.com/internet-of-things-education-2016-9>. Acesso em: 17 de junho de 2017.
- Santos, B. P.; Silva, L.; Celes, C.; Borges, J.; Peres, B.; Vieira, M.; Vieira, L. F.; Loureiro, A. A. F. (2016), "Internet das Coisas: da teoria à prática". In: Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, Minicurso.
- Wadewitz, L. (2016) "Internet das Coisas: tudo o que pode ser conectado, será conectado". Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/tecnologia/internet-das-coisas-tudo-o-que-pode-ser-conectado-sera-conectado/92354/>. Acesso em: 17 de junho de 2017.