

## **EXEHDA-IOT: UMA CONTRIBUIÇÃO À ARQUITETURA DO MIDDLEWARE EXEHDA DIRECIONADA À INTERNET DAS COISAS**

**PATRÍCIA TEIXEIRA DAVET<sup>1</sup>; ANA MARILZA PERNAS FLEISCHMANN<sup>2</sup>;  
ADENAUER CORRÉA YAMIN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas, CD Tec – ptdavet@inf.ufpel.edu.br*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas, CD Tec – marilza@inf.ufpel.edu.br*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas, CD Tec – adenauer@inf.ufpel.edu.br*

### **1. INTRODUÇÃO**

A Computação Ubíqua (UbiComp) tem como pressuposto a integração dos recursos tecnológicos no cotidiano das pessoas de forma o mais transparente possível. Nesta perspectiva serviços são disponibilizados ao usuário, sem que este precise ter conhecimento de toda a infraestrutura computacional envolvida, e independentemente da sua localização e do tipo de dispositivo e/ou rede utilizados (LOPES et al., 2014).

Uma das abordagens que implementa as premissas da UbiComp e vem ganhando destaque no cenário nacional e internacional, é a abordagem que utiliza a Internet como principal meio para comunicação entre dispositivos computacionais denominada Internet das Coisas (IoT, do inglês *Internet of Things*).

A Internet das Coisas é um novo estágio na evolução da Internet (PERERA et al., 2013), nela se caracteriza um cenário onde qualquer “coisa” (pessoa, animal ou objeto) pode se comunicar através da Internet, possuindo uma identificação única e sem a obrigatoriedade de uma intervenção humana. É um conceito que une o mundo físico ao digital e que preconiza a ideia do “tudo conectado”, criando uma rede de objetos inteligentes incorporados ao ambiente de forma ubíqua.

Esses objetos inteligentes possuem dispositivos embarcados com capacidade de armazenamento e processamento dos dados sensoriados (captados por sensores físicos ou virtuais), que interconectam-se com outros dispositivos e recursos, o que permite o surgimento de novas aplicações integradas ao cotidiano do usuário (FORSSSTRÖM et al., 2014). As aplicações poderão gerenciar estes dispositivos, tendo consciência do seu contexto de interesse e assim beneficiar-se dos novos tipos de dados, serviços e operações disponibilizadas por este cenário. No entanto, há ainda uma série de desafios a serem superados para que uma disseminação do emprego da IoT possa acontecer.

Um dos principais desafios existentes em um cenário IoT típico, está relacionado com a heterogeneidade decorrente da diversidade de tecnologias de *hardware* e *software* presentes no mesmo. Esta situação demanda que haja uma busca de soluções que permitam a interoperabilidade e integração destes diferentes componentes. Uma alternativa de solução promissora que vem sendo amplamente utilizada, está na utilização de plataformas de *middleware* com o intuito de tratar os diferentes desafios da IoT, em particular aqueles relacionados com a gerência de dispositivos e sua heterogeneidade (PIRES et al., 2015).

Considerando esta motivação, o objetivo central deste trabalho é a concepção de mecanismos destinados ao atendimento das demandas inerentes à IoT. A concepção destes mecanismos deverá ter como premissa a sua integração

à arquitetura de software do *middleware* EXEHDA (*Execution Environment for Highly Distributed Applications*) (LOPES et al., 2014).

De modo mais específico, o esforço de estudo e pesquisa a ser desenvolvido irá contribuir com o Subsistema de Reconhecimento e Adaptação ao Contexto do *middleware* EXEHDA em três aspectos: (i) agregando a possibilidade de identificação e descoberta dos dispositivos de sensoriamento e atuação, (ii) provendo suporte a heterogeneidade das diversas tecnologias de hardware e software inerentes aos dispositivos empregados em IoT e, (iii) definindo estratégias de interoperabilidade entre os componentes da arquitetura de software que garantam as funcionalidades previstas, e que considerem as tendências internacionais de padronização nos protocolos de comunicação.

## 2. METODOLOGIA

Para a realização do trabalho um ciclo de pesquisa e desenvolvimento incremental foi desenvolvido, consistindo de etapas de concepção, implementação e validação. Na detecção de inconformidades em uma dada etapa, refinamentos e/ou ajustes são realizados, o que também pode acarretar ao retorno para a etapa imediatamente anterior, podendo causar modificações nas estratégias anteriormente adotadas.

Primeiramente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre temas centrais à pesquisa, como fundamentos conceituais da área, características e desafios de um cenário IoT, bem como de trabalhos relacionados ao EXEHDA-IoT. Outrossim, foram realizados estudos sobre o Subsistema de Reconhecimento e Adaptação ao Contexto do *middleware* EXEHDA, ao qual esta dissertação de mestrado irá realizar contribuições. Através destes esforços de estudo/pesquisa, requisitos funcionais foram identificados, sendo os mesmos utilizados para concepção dos módulos a serem integrados a arquitetura de software do EXEHDA.

Também em função destes requisitos funcionais, pretende-se definir as estratégias para gerência da interoperabilidade entre os componentes arquiteturais, sistematizando possíveis protocolos e tecnologias a serem considerados. A implementação das estratégias definidas serão avaliadas através de protótipação, com a realização de testes de bancada e/ou simulações, tendo como base um cenário de uso da IoT na agricultura.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Plataformas de *middleware* vem sendo utilizadas de forma a tratar grande parte dos desafios IoT. Estas plataformas são inseridas entre as aplicações e a infraestrutura subjacente de comunicação, processamento e/ou sensoriamento, provendo um meio padronizado para o acesso aos dados e serviços fornecidos pelos objetos através de uma interface de alto nível. Neste contexto, cada plataforma atende um subconjunto de requisitos necessários para viabilizar ambientes de IoT, de acordo com os objetivos e necessidades de aplicações e usuários a qual se destinam.

O projeto EcoDif (DELICATO et al., 2013) integra dispositivos físicos heterogêneos através de *drivers* customizados para cada dispositivo. As aplicações desenvolvidas na plataforma utilizam protocolos e padrões amplamente aceitos na Web tradicional, tais como HTTP e URLs.

O conceito de *drivers* também é utilizado pelo projeto Carriots, que além da integração de dispositivos, integra sistemas como se fossem dispositivos (CARRIOTS, 2015).

No projeto S<sup>3</sup>OIA (VEGA-BARBAS et al., 2012) o objetivo é contribuir para a padronização e interoperabilidade da IoT, através do desenvolvimento de uma arquitetura altamente distribuída e orientada a serviços. A arquitetura é alinhada com padrões Web RestFul e utiliza Espaço de Tuplas para expressar semanticamente informações dos diferentes dispositivos integrados pela plataforma.

Para integrar dispositivos físicos à plataforma, o projeto LinkSmart classifica os como: dispositivos nativos (com capacidade computacional para hospedar a plataforma) ou dispositivos não nativos (dispositivos restritos, sem capacidade para hospedar a plataforma), no entanto podem ser integrados a ela através de *gateways* (LINKSMART, 2015). Contempla também uma descrição semântica dos dispositivos através do uso de ontologias de dispositivos.

Pela análise dos trabalhos relacionados verifica-se a necessidade de *gateways*, que realizem a abstração e integração dos dispositivos de sensoriamento e/ou atuação com capacidade computacional restrita, além de uma forma de representação semântica dos dispositivos e seus serviços de forma a agregar conhecimento, que possibilitem a sua gerência e descoberta.

A concepção do EXEHDA-IoT levará em conta essas premissas, tendo como diferencial o ambiente ubíquo proporcionado pelo *middleware* EXEHDA, que é formado por células de execução distribuídas com o objetivo de promover computação entre aplicações distribuídas, móveis e adaptativas ao contexto.

Com relação ao serviço de Consciência de Contexto, a arquitetura atual do EXEHDA comprehende dois tipos principais de servidores em cada célula: o Servidor de Borda, cujos componentes de software são responsáveis pelas funcionalidades que permitem interação com o meio físico através de sensores e atuadores, e o Servidor de Contexto, que é constituído por componentes de software que provêm armazenamento, processamento e disseminação das informações de contexto.

Quando de sua incorporação os dispositivos de sensoriamento e/ou atuação, na arquitetura do *middleware* EXEHDA, são configurados manualmente, mesmo que sejam de um tipo já sendo utilizado. Esta situação torna-se inviável quando a demanda da inclusão ou substituição de dispositivos sensores/atuadores é elevada, como esperado em ambientes IoT. Decorrente desta motivação, surge a necessidade de conceber mecanismos ágeis para identificação e/ou descoberta de dispositivos já existentes ou a serem incorporados.

O suporte à heterogeneidade é outro desafio recorrente em IoT, e que no momento não é tratado pelo EXEHDA no que diz respeito a sensores e/ou atuadores. Para tanto, a proposta é incluir mais um módulo de gerenciamento na arquitetura, subordinado ao Servidor de Borda, denominado **Gerenciador de Dispositivos**. Este módulo de gerenciamento irá abstrair as diferenças operacionais inerentes aos diferentes sensores e/ou atuadores, provendo uma interface única acionada por um protocolo escalável. Nesta perspectiva, os sensores e/ou atuadores de diferentes tecnologias poderão ser incorporados à infraestrutura computacional do EXEHDA na condição de objetos inteligentes.

Por fim, é importante salientar que o esforço de padronização nas comunicações entre os componentes da arquitetura irá compreender além da interoperabilidade com sensores e atuadores, também a comunicação entre os Servidores de Borda e Contexto, garantindo assim o suporte aos serviços globais de identificação e descoberta de recursos.

## 4. CONCLUSÕES

Esta dissertação de mestrado visa contribuir com o Subsistema de Reconhecimento e Adaptação ao Contexto do *middleware* EXEHDA, incorporando à sua arquitetura de *software* mecanismos que atendam as demandas de um cenário IoT. Para tanto, o EXEHDA-IoT irá redefinir a interoperabilidade: (i) entre os Servidores de Borda e o Servidor de Contexto; (ii) entre os Servidores de Contexto localizados em diferentes células do ambiente ubíquo gerenciado pelo EXEHDA; e (iii) com outros serviços do *middleware* ou aplicações. Também será incluído mais um módulo de gerenciamento na arquitetura, subordinado ao Servidor de Borda, denominado Gerenciador de Dispositivos que abstrai as diferenças operacionais inerentes aos diferentes sensores e/ou atuadores, tornando-os objetos inteligentes, passíveis de serem identificados e descobertos.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**CARRIOTS. Carriots: IoT Application Platform.** Acessado em julho de 2015. Disponível em <https://www.carriots.com>.

DELICATO, F.; PIRES, P.; BATISTA, T.; CAVALCANTE, E.; COSTA, B.; BARROS, T. Towards an IoT ecosystem. **Proceedings of the First International Workshop on Software Engineering for Systems-of-Systems - ACM**, USA, p.25–28, 2013.

FORSSTRÖM, S.; KANTER, T.. Enabling ubiquitous sensor-assisted applications on the internet-of-things. **Personal and ubiquitous computing**, v. 18, n. 4, p. 977-986, 2014.

LOPES, J.; SOUZA, R.; GEYER, C.; COSTA, C.; BARBOSA, J.; PERNAS, A.; YAMIN, A. A Middleware Architecture for Dynamic Adaptation in Ubiquitous Computing. **Journal of Universal Computer Science**, v.20, n.9, p.1327-1351, sep 2014.

PERERA, C.; ZASLAVSKY, A. B.; CHRISTEN, P.; GEORGAKOPOULOS, D. Context Aware Computing for The Internet of Things: **A Survey. Communications Surveys & Tutorials, IEEE**, USA, v.16, n.1, p.414-454, 2013.

PIRES, P.; DELICATO, F.; BATISTA, T.; BARROS, T.; CAVALCANTE, E.; PITANGA, M. Plataformas para a Internet das Coisas. **Livro Texto de Minicursos -SBRC 2015**, Vitória-ES, 2015.

VEGA-BARBAS, M.; CASADO-MANSILLA, D.; VALERO, M.; IPINA, D. Lopez-de; BRAVO, J.; FL OREZ, F. et al. Smart spaces and smart objects interoperability architecture (S3OIA). **Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS), 2012 Sixth International Conference on**, USA, p.725–730, 2012.

**LINKSMART, . Middleware for Networked Embedded Systems.** Acessado em julho de 2015. Disponível em <https://linksmart.eu/redmine/projects/linksmart-opensource/wiki>.