

# Avaliando o Uso de Fog-Computing no Servidor de Borda do Middleware EXEHDA

Leonardo Silveira João<sup>1\*</sup>; Huberto Kaiser<sup>1</sup>; Maurício Pilla<sup>1</sup>; Renato Dilli<sup>1</sup>  
Ana Pernas<sup>1</sup>; Verônica Tabim<sup>2</sup>; Adenauer Yamin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>LUPS – Laboratory of Ubiquitous and Parallel Systems - UFPEL

<sup>2</sup>G3PD - Grupo de Pesquisa em Processamento Paralelo e Distribuído - UCPEL

{ldrsjoao,hkaiser,pilla,renato.dilli,marilza,adenauer}@inf.ufpel.edu.br,  
veronica.tabim@sou.ucpel.edu.br

**Resumo.** *Este trabalho tem como objetivo central a avaliação da arquitetura do Servidor de Borda do middleware EXEHDA concebida para aquisição e processamento distribuído de dados contextuais na IoT, materializando assim a abordagem de Fog Computing no EXEHDA. As avaliações realizadas apresentaram resultados promissores e apontam para continuidade dos esforços de estudo e pesquisa no tema.*

## 1. Introdução

A qualificação dos sistemas distribuídos, associada ao fato das tecnologias modernas viabilizarem o surgimento de soluções embarcadas de custo baixo e pequeno consumo energético, criou um cenário oportuno para a Computação Ubíqua (UbiComp).

A Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT) com sua natureza distribuída, constitui uma infraestrutura oportuna para o cenário típico das aplicações ubíquas. A IoT tem como característica central a interoperação entre objetos, pessoas, animais, etc., através da troca de dados e comandos, onde cada um possui um dispositivo embarcado, dotado de um identificador único, utilizando a Internet o meio de comunicação [Perera et al. 2013].

Diferentes desafios surgem no provimento de suporte para as aplicações direcionadas a IoT, dentre estes temos o gerenciamento das informações coletadas através de dispositivos heterogêneos, e a interpretação destas informações considerando o contexto de interesse das aplicações. As informações coletadas no sentido de promover o entendimento do contexto de interesse das aplicações, denominam-se neste trabalho de dados contextuais.

Neste sentido, esse trabalho tem o objetivo de avaliar a abordagem de Fog Computing desenvolvida para o Servidor de Borda do Middleware EXEHDA, responsável pela aquisição de dados contextuais, na perspectiva dos custos de comunicação envolvidos.

Na perspectiva da Fog Computing, os equipamentos necessitam possuir suporte para lidar com as demandas de processamento contextual tanto locais, como aquelas introduzidas por outros equipamentos que constituem a infraestrutura de *Fog Computing*. As características essenciais da *Fog Computing* [Bonomi et al. 2012] [Hong et al. 2013]

---

\*Bolsista PIBIC/FAPERGS

são: (i) proximidade com a borda, (ii) organização hierárquica, (iii) consciência de localização, (iv) distribuição geográfica densa, (v) escalabilidade, (vi) suporte a mobilidade, e, (vii) aplicações em tempo real.

## 2. Servidor de Borda do EXEHDA: Avaliação da Operação em Fog Computing

A *Fog Computing* é implementada nas bordas computacionais do EXEHDA, transferindo parte do processamento para os dispositivos localizados no ambiente do usuário final, sendo assim considerada uma nuvem computacional mais próxima da ocorrência dos eventos de interesse.

Uma discussão da arquitetura proposta para o Servidor de Borda do EXEHDA, e a discussão das suas funcionalidades de Fog Computing pode ser encontrada em [João 2017].

Este artigo avalia a arquitetura proposta em [João 2017] empregando um estudo de caso direcionado a Viticultura de Precisão (VP), avaliando as possíveis contribuições decorrentes da utilização da *Fog Computing*. A viticultura é uma frente de exploração agrícola que possui grande potencial econômico e social em diversas regiões do Brasil, e em particular do Rio Grande do Sul. A Viticultura de Precisão (VP) pode ser entendida como a gestão da variabilidade temporal e espacial das áreas cultivadas com o objetivo de melhorar o rendimento econômico da atividade agrícola [Braga and PINTO 2009].

Nesse sentido, uma das questões fundamentais na produção de vinhos de alta qualidade é o momento certo de irrigar. Para determinar o momento correto de irrigar é necessário avaliar as variáveis físicas do ambiente. No cenário em estudo, as variáveis contextuais consideradas são as seguintes: tensão de água no solo, temperatura e umidade do ar. Os comandos de atuação disparados através do processamento de regras, são os seguintes: alertas visuais e sonoros, envio de mensagens (SMS/e-mail) e atuação de transdutores elétricos para os acionamentos dos sistemas de irrigação.

A Figura 1 representa um vinhedo típico da região sul do Brasil com suas respectivas zonas de manejo. Visando uma qualificação da informação e validação de consistência, foi considerado o uso de diversos sensores distribuídos ao longo das zonas de manejo. Cada zona de manejo é equipada com um Servidor de Borda capaz de gerenciar os gateways e sensores atribuídos a estes, para que o controle de irrigação não seja inviabilizado por eventuais quedas de conexão de rede perda de contato com o Servidor de Contexto.



**Figura 1. Zonas de manejo em um parreiral**  
Fonte: O Autor

Através desse cenário pretende-se avaliar a capacidade de operação em *Fog Computing*. Atualmente, grande parte das áreas rurais dependem de conexões móveis através de rede de celular para conexão à Internet, muitas vezes sujeitas a conexões instáveis, baixa largura de banda e volume de dados mensais limitados através de franquias. Esses aspectos apontam para a necessidade de uso moderado do tráfego de dados através da Internet e o uso de estratégias que garantam a operação em momentos em que esse acesso não é possível.

### 3. Resultados e Discussões

O ambiente computacional concebido para avaliação do cenário é baseado no *Common Open Research Emulator*(CORE). O CORE<sup>1</sup> é um framework *open-source* que visa a emulação de ambientes computacionais, permitindo testes em ambientes computacionais largamente distribuídos sem a necessidade de implantações de custosos hardwares reais. A seguir as avaliações feitas no cenário de testes:

- **Operação com FOG:** realiza uma operação de filtragem e agregação de dados contextuais, publicando a média dos valores coletados, em períodos de 1 hora. Além de qualificar o controle do ambiente, as operações de publicação dos eventos e média da tensão do solo para o Servidor de Contexto são antecipadas, de maneira a preservar o histórico e o registro de que um evento ocorreu e que foi necessária uma atuação sob o ambiente.
- **Operação sem FOG:** publica os dados dos sensores quando a medição é realizada e a média é realizada no Servidor de Contexto, nesse caso também não há a noção de eventos, ou seja, não há históricos de que houve ou não irrigação, pois nesse caso não há suporte a registro de eventos originados de regras;

Foram realizadas duas avaliações: (i) aquisições regulares, e (ii) leituras em intervalos reduzidos cuja descrição está a seguir.

A primeira avaliação realizada, **aquisições regulares**, foi considerado a aquisição de dados contextuais dos sensores de tensão do solo em intervalos de 5 minutos. A Tabela 1, apresenta os resultados encontrados, onde foram agrupados em quatro intervalos de tempo: hora, dia, semana e mês. É possível analisar o volume de dados trafegado, considerando o emprego da *Fog Computing* para os diferentes intervalos de tempo previstos.

**Tabela 1. Período de Acúmulo de Dados**

	<b>Sem Fog</b>	<b>Com Fog</b>
1 Horas	0,044 MBytes	0,001 MBytes
1 Dia	1,066 MBytes	0,02 MBytes
7 Dias	7,462 MBytes	0,14 MBytes
30 Dias	31,968 MBytes	0,566 MBytes

Conforme o aumento do período observado com o emprego da *Fog Computing*, a economia de recursos se mostra mais presente. Isso ocorre devido a comunicação do Servidor de Borda e os controladores de atuação, não necessitarem de intervenção do Servidor de Contexto no ambiente em questão.

<sup>1</sup><https://www.nrl.navy.mil/itd/ncs/products/core>

A segunda avaliação realizada, **leituras em intervalos reduzido**, aumentou a frequência de aquisição das grandezas físicas do ambiente, seja porque há uma necessidade de manter um rigoroso controle sobre o ambiente, ou para manter um registro das possíveis variações das informações contextuais. Utilizando intervalos pequenos para a aquisição de informações contextuais, pode ocasionar problemas operacionais em arquiteturas que trabalham com o conceito de inteligência centralizada.

Na Tabela 2 é apresentado a comparação ao utilizar um estratégia de *Fog Computing* quando a necessidade de verificação mais frequente às variáveis contextuais. No cenário, utilizou-se dados de 30 dias, onde no ambiente com o emprego de *Fog Computing* são realizadas publicações para fins históricos a cada hora, enquanto no ambiente sem *Fog Computing* as publicações são realizadas de acordo com a coleta dos dados.

**Tabela 2. Intervalo de Aquisição de Dados Contextuais**

	<b>Sem Fog</b>	<b>Com Fog</b>
1 Minuto	159 MBytes	0,556 MBytes
5 Minutos	31,968 MBytes	0,556 MBytes
10 Minutos	15,984 MBytes	0,556 MBytes

#### **4. Conclusão e Trabalhos Futuros**

Avaliações feitas com o estudo de caso exploraram as funcionalidades em relação a gerência dinâmica para aquisição de dados contextuais e seu processamento distribuído. Os resultados obtidos se mostraram oportunos na redução de volume de dados transmitidos ao Servidor de Contexto, promovendo a ciência de contexto empregando as bordas computacionais de maneira distribuída.

Como trabalhos futuros, destacaríamos a implantação do SB-FOG na EMBRAPA Clima Temperado, substituindo a antiga versão do Servidor de Borda que somente interopera com o Servidor de Contexto, e por fim disponibilizar publicamente a API do SB-FOG, facultando o emprego da mesma por terceiros.

#### **Referências**

- Bonomi, F., Milito, R., Zhu, J., and Addepalli, S. (2012). Fog computing and its role in the internet of things. In *Proceedings of the first edition of the MCC workshop on Mobile cloud computing*, pages 13–16. ACM.
- Braga, R. and PINTO, P. (2009). Alterações climáticas e agricultura. *Inovação e Tecnologia na Formação Agrícola*, 12(2):34–56.
- Hong, K., Lillethun, D., Ramachandran, U., Ottenwälder, B., and Koldehofe, B. (2013). Mobile fog: A programming model for large-scale applications on the internet of things. In *Proceedings of the second ACM SIGCOMM workshop on Mobile cloud computing*, pages 15–20. ACM.
- João, L. R. S. (2017). SB-FOG: Uma Proposta para o Servidor de Borda do Middleware EXEHDA Direcionada à Fog Computing. Master’s thesis, Universidade Federal de Pelotas, Brasil, Pelotas.
- Prerera, C., Zaslavsky, A. B., Christen, P., and Georgakopoulos, D. (2013). Context aware computing for the internet of things: A survey. *CoRR*, abs/1305.0982.