

SB-FOG: Uma Proposta para o Servidor de Borda do Middleware EXEHDA Direcionada à Fog Computing

LEONARDO DA ROSA SILVEIRA JOÃO¹; HUBERTO K. FILHO²; TAINÃ R. CARVALHO³; ANDERSON A. CARDozo⁴; ANA M. PERNAS⁵; ADENAUER C. YAMIN⁶

Universidade Federal de Pelotas

{¹ldrjoao, ²hkaiser, ³trcarvalho, ⁵marilza, ⁶adenauer}@inf.ufpel.edu.br

⁴Universidade Católica de Pelotas – kledac@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A popularização crescente da Internet e a qualificação dos sistemas distribuídos, associado ao fato das tecnologias modernas potencializarem o emprego de soluções baseadas em hardware móvel, criou um cenário oportuno para a Computação Ubíqua (UbiComp). Este conceito, introduzido por Mark Weiser (Weiser, 1993), tem como objetivo transpor as funcionalidades dos computadores convencionais (centralizados) apontando para um cenário constituído por diversos objetos inteligentes, cada um com suas funcionalidades, dotados de dispositivos computacionais distribuídos e interligados por diferentes canais de comunicação (Lopes, 2014).

A popularização de dispositivos computacionais embarcados e sua miniaturização consolidou a evolução da Internet, tal cenário é conhecido como Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*), o qual tem se consolidado como a evolução da Internet.

A IoT tem como característica a capacidade de comunicação e transferência de dados entre objetos, pessoas, animais e até mesmo sistemas, onde cada elemento possui um identificador único, sendo a Internet o meio de comunicação utilizado. Considerando os cenários típicos da IoT, diversos desafios surgem no suporte ao desenvolvimento das aplicações, tais como: a capacidade de processamento e gerenciamento das informações coletadas através de dispositivos heterogêneos; o tratamento da escalabilidade; a interpretação das informações contextuais coletadas, entre outros.

O trabalho desenvolvido nesta Bolsa de Iniciação Científica tem como objetivo central, uma nova arquitetura para o Servidor de Borda do *middleware* EXEHDA com a capacidade de lidar com a aquisição e processamento distribuído de dados contextuais na IoT, empregando as bordas computacionais e assim viabilizando o emprego da abordagem de *Fog Computing*.

A *Fog Computing* é implementada nas bordas computacionais, provê o armazenamento e processamento das informações contextuais, de tal forma possuindo uma capacidade de "raciocínio", auxiliando na tomada de decisões dos dados coletados. Transferindo para os dispositivos mais próximos do nodo final, de certa forma considerada uma nuvem mais próxima do chão, provendo assim a baixa latência, ciência de localização e aprimoramento a *Quality of Service (QoS)*.

Os nodos da *Fog Computing* necessitam possuir um poder computacional e capacidade de armazenamento, para lidar com as requisições dos usuários locais e externos. A seguir são apresentadas características essenciais da *Fog Computing* (BONOMI, 2012) (HONG, 2013): proximidade com a borda, organização hierarquia, consciência de localização, distribuição geográfica densa, escalabilidade, suporte a mobilidade, aplicações em tempo real.

2. METODOLOGIA

A arquitetura proposta, SB-FOG, o estudo de caso foi direcionado a Viticultura de Precisão (VP), tratando as possíveis contribuições com a utilização da *Fog Computing*, uma área que possui um grande potencial econômico e social em diversas regiões do Brasil, e em particular do Rio Grande do Sul. A Viticultura de Precisão 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, 2009).

Nesse sentido, uma das questões fundamentais na produção de vinhos de alta qualidade é o momento certo de irrigar, onde o uso da água por vinhedo varia conforme o estágio de desenvolvimento da planta. Outro aspecto considerado em relação ao gerenciamento de irrigação é a capacidade do solo para retenção de água, a fim de não prejudicar o desenvolvimento e a produção de frutos, deve-se evitar o esgotamento da reserva hídrica do solo (Conceicao, 2008).

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 sol, 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 o acionamento 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

Através desse cenário pretende-se avaliar a arquitetura proposta quanto à 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 à 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 DISCUSSÃO

Para avaliar a capacidade da arquitetura, no que diz respeito a transmissão de dados entre as bordas e a avaliação dos mesmos, realizou-se testes relativos ao volume de dados publicados no Servidor de Contexto, considerando o emprego ou não dos recursos de *Fog Computing*.

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 seguir é apresentada a descrição dos procedimentos realizados:

- **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;

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 com/sem uso da *Fog Computing* para os diferentes intervalos de tempo previstos.

Tabela 1 – Período de Acúmulo de Dados

Período	Sem Fog	Com Fog
1 Hora	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.

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 esses intervalos pequenos para a aquisição de informações contextuais, pode ocasionar problemas operacionais em arquiteturas que trabalham com um conceito de inteligência centralizada, uma vez que todos estes dados são transmitidos para estes locais. E os que necessitam de uma transmissão via Internet, pode sobrecarregar a rede existente ou limitar a banda

disponível ao usuário, causando assim um dilúvio de dados ou congestionamento do canal de transmissão.

Na Tabela 2 é apresentado a comparação ao utilizar uma 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 *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

Intervalo	Sem Fog	Com Fog
1 Minuto	159 MBytes	0,556 MBytes
5 Minutos	31,968 MBytes	0,556 MBytes
10 Minutos	15,984 MBytes	0,556MBytes

Assim, é possível notar que o volume de dados enviado ao Servidor de Contexto fica significativamente reduzido. Dessa forma, é possível que o tempo de aquisição das informações contextuais seja pequeno.

4. CONCLUSÕES

Avaliações realizadas na arquitetura do SB-FOG, 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.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- WEISER, M. Some computer science issues in ubiquitous computing. Communications of the ACM, New York, NY, USA, v.36, n.7, p.75–84, 1993.
- LOPES, J.; SOUZA, R.; GEYER, C.; COSTA, C.; BARBOSA, J.; PERNAS, A.; YAMIN, A. A Middleware Architecture for Dynamic Adaptation in Ubiquitous Computing. J.UCS, v.20, n.9, p.1327–1351, sep 2014.
- BONOMI, F.; MILITO, R.; ZHU, J.; ADDEPALLI, S. Fog computing and its role in the internet of things. In: MCC WORKSHOP ON MOBILE CLOUD COMPUTING, 2012. Proceedings. . . , 2012. p.13–16.
- HONG, K.; LILLETHUN, D.; RAMACHANDRAN, U.; OTTENWÄLDER, B.; KOLDEHOFE, B. Mobile fog: A programming model for large-scale applications on the internet of things. In: ACM SIGCOMM WORKSHOP ON MOBILE CLOUD COMPUTING, 2013. Proceedings. . . , 2013. p.15–20.
- BRAGA, R.; PINTO, P. Alterações climáticas e agricultura. Inovação e Tecnologia na Formação Agrícola, v.12, n.2, p.34–56, 2009.
- CONCEIÇÃO, M. A. F. C. A irrigação na produção de uvas para elaboração de vinhos finos. Embrapa Uva e Vinho, 2008.