

## EMPREGO DE ABORDAGENS PEER-TO-PEER PARA REDUÇÃO DE DISSIPAÇÃO DE ENERGIA EM REDES DE DISPOSITIVOS MÓVEIS E REDES DE SENSORES SEM FIO<sup>+</sup>

FONSECA, Lucas Dutra<sup>\*</sup>  
Curso de Bacharelado em Ciência da Computação - UFPel

PILLA, Maurício Lima  
Universidade Federal de Pelotas

### 1 INTRODUÇÃO

A área de Redes de Computadores sofreu uma grande evolução impulsionada pelo desenvolvimento de novas tecnologias de redes sem fio, como o Bluetooth e a família de protocolos IEEE 802.11 (Tanenbaum, 2003). Este fato, seguido pela crescente evolução dos dispositivos móveis e embarcados nos últimos anos, permite cada vez mais a integração de equipamentos computacionais em nosso dia-a-dia. Este novo cenário previsto por Mark Weiser (1991) propicia o surgimento de uma área chamada por ele de **Computação Pervasiva**.

A Computação Pervasiva é a integração de dispositivos computacionais ao ambiente de forma transparente, com o intuito de auxiliar o usuário nas tarefas cotidianas sem que haja grandes mudanças na forma como tais tarefas são realizadas. Para isso é necessário que tais dispositivos estejam interligados através de uma rede, para troca de informações.

Os primeiros estudos na área tiveram grande ênfase na evolução da Computação em Grade onde era necessário o desenvolvimento de *middlewares* que possibilitassem a comunicação de forma transparente entre os diversos tipos de dispositivos presentes na rede. Concluída esta etapa, já era possível gerenciar o ambiente monitorado com o fim de entender os requisitos deste.

Atualmente, o principal fator que impede avanços maiores na área é a dificuldade de utilizar corretamente os dispositivos móveis e embarcados que formam a rede que monitora o ambiente pervasivo. Tais dispositivos ainda apresentam grande escassez de recursos, como memória, processamento e energia e, portanto, há a preocupação de como otimizar a utilização destes recursos mantendo a funcionalidade do sistema. Ao utilizar redes para prover comunicação entre estes dispositivos um dos fatores críticos é a energia dissipada na organização da rede.

Neste sentido, este trabalho propõe o desenvolvimento de alternativas, por meio de uma abordagem *peer-to-peer* (P2P), que reduzam e distribuam de

---

<sup>+</sup> Financiamento parcial pelo projeto CNPq Universal 482063/2009-2  
<sup>\*</sup> Previamente bolsista IC FAPERGS

forma eficiente o consumo de energia em redes de dispositivos embarcados e redes de sensores sem fio (RSSF).

## 2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Na atual fase de desenvolvimento da Computação Pervasiva, uma grande barreira que impede o avanço da área é a restrição de recursos dos sensores e dispositivos móveis usados nas redes que monitoram e interagem com o ambiente do usuário. Para otimizar a utilização destes recursos é necessário encontrar uma maneira de distribuir de modo uniforme a carga computacional da rede entre os vários nós desta de forma a minimizar a energia e o tempo de processamento gastos em cada nó.

Uma abordagem válida na organização da rede é a utilização de uma arquitetura Cliente-Servidor (Tanenbaum, 2003). Nesta arquitetura há vários nós da rede, chamados de *clientes*, conectados a um nó central, chamado de *servidor*. Quando os clientes desejam algum recurso da rede realizam requisições ao servidor. O servidor, por sua vez, atende e processa as requisições de todos seus clientes. Devido a essas propriedades, o modelo cliente-servidor não apresenta uma boa eficiência energética no sentido de distribuição da energia dissipada, já que o nó servidor sofrerá grande parte da carga da rede enquanto os nós clientes serão subutilizados.

Em contraponto a essa abordagem, existem as arquiteturas *Peer-to-Peer*. As Redes P2P são redes de computadores onde todos os nós da rede possuem funcionalidades equivalentes sem uma hierarquia, diferentemente do modelo cliente-servidor (Kurose; Ross, 2006). Em um dado instante, os nodos podem fazer o papel de clientes, servidores ou ambos. Sendo assim, este modelo tende a realizar uma distribuição mais uniforme da carga computacional da rede e, conseqüentemente da energia consumida.

Para viabilizar a pesquisa nesse contexto, existem diversas ferramentas em software que permitem simular redes. Estas ferramentas de simulação permitem avaliar diferentes configurações para uma determinada rede antes que sua implementação física seja realizada, evitando a onerosidade da implementação desta. Este trabalho faz uso da ferramenta SimGrid (Casanova, 2008) e do sistema operacional para sensores TinyOS (Levis, 2005), aliado à ferramenta de simulação de sensores Avrora (Titzer, 2005). Estas possuem serviços de *benchmark* que calculam a energia gasta por cada nó da rede.

O SimGrid é um conjunto estruturado de serviços que disponibiliza quatro interfaces de programação para o usuário, a serem usadas de acordo com o objetivo de simulação. Este trabalho faz uso da interface MSG (*Meta SimGrid*) utilizada para simulações simples em nível de aplicação.

TinyOS é um sistema operacional de código aberto desenvolvido para redes de sensores sem fio. Possui uma arquitetura baseada em componentes com o objetivo de minimizar o tamanho do código executável devido as restrições de memória dos sensores. Avrora é um conjunto de ferramentas de simulação e

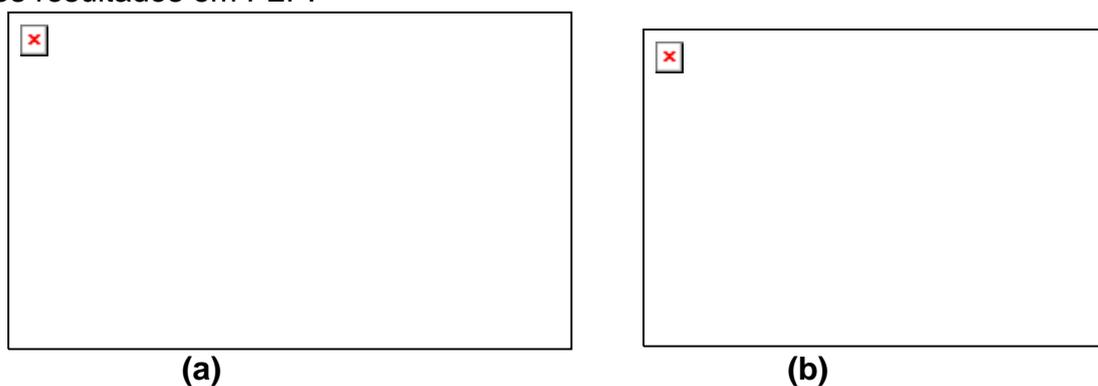
análise de sensores ou de redes de sensores. Este trabalho utiliza o Avrora para simulação de aplicações desenvolvidas para TinyOS.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para realizar comparações entre as abordagens cliente-servidor e P2P foi criado um cenário onde há uma rede com dez nós e um arquivo a ser distribuído. Há três tipos de mensagens que serão utilizadas: a mensagem de requisição, com 160 *bytes* de tamanho, a mensagem que encapsula o arquivo, com um *megabyte* e, por fim, a mensagem de confirmação de recebimento do arquivo, com 32 *bytes*. O tamanho das mensagens de requisição e de confirmação foram escolhidos baseados no protocolo TFTP (Sollins, 1992). O tamanho do arquivo foi escolhido com o objetivo de produzir uma carga significativa na rede, sem que houvesse sobrecarga da mesma.

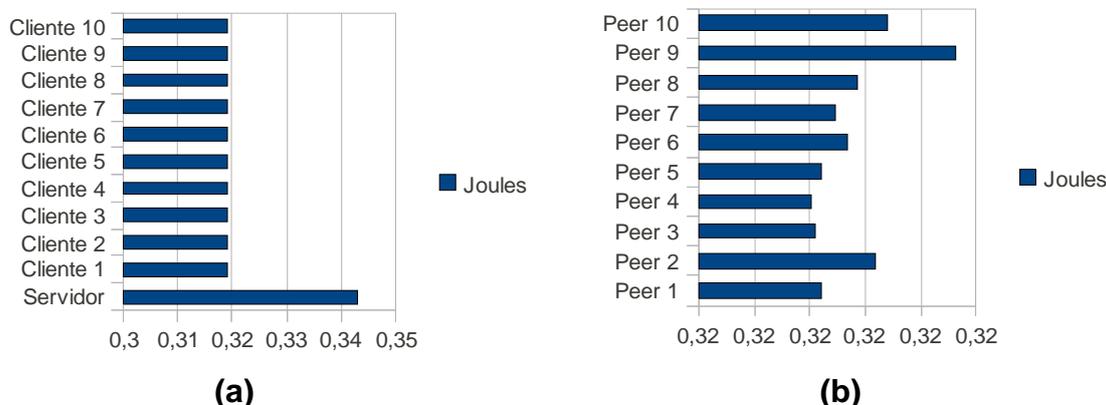
Na arquitetura P2P um dos nós da rede possui o arquivo. O restante dos nós realiza requisições a todos seus nós vizinhos. Os vizinhos, por sua vez, também encaminham a mensagem para todos os seus contatos. Essa busca acaba quando o recurso for encontrado ou quando a mensagem passar por um certo número de nós, evitando que a busca fique indefinidamente na rede. Esta abordagem foi baseada no protocolo Gnutella (Ripeanu, 2001).

Na Figura 1 pode ser observado o gasto de energia de todos os nós da rede de acordo com as implementações para SimGrid. A Figura 1.a mostra os resultados em cliente-servidor e a Figura 1.b mostra os resultados em P2P. A Figura 2 apresenta os resultados obtidos nas implementações para TinyOS. A Figura 2.a apresenta os resultados em cliente-servidor e a Figura 2.b apresenta os resultados em P2P.



**Figura 1** – Energia gasta em cada nó nas implementações para SimGrid das abordagens (a) Cliente-Servidor e (b) Peer-to-Peer

Pode-se observar que quase metade da carga da rede fica sobre o nó servidor na abordagem cliente-servidor. Na abordagem P2P, apesar de haver um gasto de energia médio mais elevado, a dissipação de energia é mais uniformemente distribuída entre os nós da rede.



**Figura 2** – Energia gasta em cada nó nas implementações para TinyOS das abordagens (a) Cliente-Servidor e (b) Peer-to-Peer

#### 4 CONCLUSÕES

Com os dados apresentados conclui-se que o emprego de arquiteturas P2P mostra-se mais interessante que a abordagem cliente-servidor no sentido de eficiência na distribuição da dissipação de energia da rede.

Em trabalhos futuros espera-se implementar protocolos P2P baseados em tabela *hash* distribuída com o objetivo de analisar qual protocolo apresenta os melhores resultados em termos de redução e melhor distribuição do consumo de energia.

#### 5 REFERÊNCIAS

- CASANOVA, Henri, Legrand, Arnaud, Quinson, Martin. SimGrid: a Generic Framework for Large-Scale Distributed Experiments. In: **10TH IEEE INTL. CONF. ON COMPUTER MODELING AND SIMULATION**. Março, 2008.
- KUROSE, J. F.; Ross, K. W. **Redes de Computadores e a Internet**. 3.ed. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2006.
- LEVIS, P. et al. **Tinyos: An operating system for wireless sensor networks**. *Ambient Intelligence, Springer-Verlag*, 2005.
- RIPEANU, M. Peer-to-peer architecture case study: Gnutella network. Anais do: **FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON PEER-TO-PEER COMPUTING (P2P 2001)**, p 99–100, Linköping, Suécia, Ago. 2001.
- SOLLINS, Karen R. The TFTP protocol (revision 2). **Technical report**. MIT, 1992.
- TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**, Campus, 3a Edição, 2003.
- TITZER, B. L., Palsberg, J., and Lee, D. K. Avrora: Scalable sensor network simulation with precise timing. In: **FOURTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION PROCESSING IN SENSOR NETWORKS**. 2005.
- WEISER, M. The Computer of the 21st Century. **Scientific American**, New York, v.265, n.9. 1991.