



**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**

**Computação Pervasiva e as Redes de Sensores**

**Caio Augustus Morais Bolzani**

**© 2004 – caio@bolzani.com.br**

Nos últimos anos tem crescido bastante o interesse da comunidade científica sobre o tema Redes de Sensores e muitos trabalhos têm sido publicados documentando algumas experiências realizadas em campo com essa nova abordagem de rede e como ela pode auxiliar no monitoramento e na automação de processos. E não é para menos, pois são inúmeras as aplicações que podem ser criadas com a interligação em redes de sensores diversos. O trabalho de Hill e Culler [1] demonstra a criação e aplicação de uma rede de sensores sem fio na automação agrícola, bem como relata os benefícios trazidos pelos módulos de hardware e software denominados *Mica*.

Redes de sensores são um conjunto de nós individuais (sensores) que operam sozinhos, mas que podem formar uma rede com o objetivo de juntar as informações individuais de cada sensor para monitorar algum fenômeno. Estes nós podem se mover juntamente com o fenômeno observado. Por exemplo, sensores colocados em animais para observar seu comportamento. Ao observar o conjunto de sensores estaria monitorando toda a manada.

Sensores podem ser vistos como pequenos componentes que combinam energia computacional, capacidade de computação sem fio e sensores especializados [2]. Estes componentes (ou nós) podem ser utilizados de forma eficiente, mesmo que sejam milhares, para alcançar uma missão comum. Os sensores podem ser usados para monitorar ambientes que sejam de difícil acesso ou perigosos, tais como o fundo do oceano, vizinhanças de atividades vulcânicas, territórios inimigos, áreas de desastres e campos de atividade nuclear. Eles, também, podem ser usados para tarefas interativas como encontrar e detonar minas dos inimigos, buscar sobreviventes de desastres naturais ou conter e isolar óleo derramado para proteger a costa marítima.

O avanço que tem ocorrido na área de microprocessadores, novos materiais de sensoriamento, micro sistemas eletro-mecânicos e comunicação sem fio têm

estimulado o desenvolvimento e uso de sensores inteligentes em áreas ligadas a processos físicos, químicos, biológicos, dentre outros. A tendência é produzir esses sensores em larga escala, barateando o seu custo, e investir ainda mais no desenvolvimento tecnológico desses dispositivos, levando a novas melhorias e capacidades.

Redes de sensores sem fio (RSSFs) diferem de redes de computadores tradicionais em vários aspectos [3]. Normalmente essas redes possuem um grande número de nodos distribuídos, têm restrições de energia, e devem possuir mecanismos para auto-configuração e adaptação devido a problemas como falhas de comunicação e perda de nodos. Uma RSSF tende a ser autônoma e requer um alto grau de cooperação para executar as tarefas definidas para a rede. Isto significa que algoritmos distribuídos tradicionais, como protocolos de comunicação e eleição de líder, devem ser revistos para esse tipo de ambiente antes de serem usados diretamente.

Os desafios e considerações de projeto de RSSFs vão muito além das redes tradicionais. A variedades dos sensores (acústico, sísmico, infravermelho, vídeo-câmera, calor, temperatura, pressão, etc), a distância entre os sensores e o meio que estão submersos são fontes de inúmeros problemas, tanto na troca de mensagens entre os módulos como no gerenciamento do sistema como um todo. As redes de sensores são consideradas um tipo de rede ad hoc por muitos autores e assim são comparadas com as mesmas. Essa associação é devido às suas características de auto-configuração, resistência à falhas, dinamicidade, a capacidade de comunicação direta entre dois nós sem a necessidade da presença de um ponto de acesso e a não necessidade de infra-estrutura pré-estabelecida. As principais diferenças entre as redes de sensores e redes ad hoc são:

- Aplicação de tipo específico: As redes de sensores têm a sua aplicação pré-definida enquanto as Ad Hocs possuem maior flexibilidade e maior poder computacional.
- Encaminhamento de pacotes: As redes de sensores, na maioria das aplicações, não podem rotear pacotes com fazem as Ad Hocs.
- Limitação de energia: Os sensores têm uma quantidade de potência finita que quando acaba o torna sem utilidade. Os nós de uma rede ad hoc podem recarregar energia, além de possuir uma capacidade de armazenamento superior.
- Limitação de hardware: As redes de sensores não possuem poder de memória e processamento para armazenar chaves criptográficas e processar algoritmos.

- Grande número de nós: o número de nós numa rede de sensores é bem maior do que numa rede ad hoc comum.
- Facilidade de falhas: Os sensores estão susceptíveis a falhas que os nós ad hoc não estão.
- Mobilidade: Na maioria das aplicações os nós sensores são fixos enquanto os nós em redes ad hoc devem levar em consideração a mobilidade.

Existem muitos desafios que os pesquisadores ainda terão que enfrentar no desenvolvimento das redes de sensores. O desafio físico encontra-se em se ter um sensor com capacidade de armazenamento de tamanho razoável e que a rede funcione sem falhas, fornecendo informações atuais e corretas do fenômeno observado. Outros desafios incluem propostas de novos protocolos de comunicação, de gerenciamento de tolerância a falhas, entre outros pontos, para tornar mais concreto e viável a utilização destas redes.

## **Bibliografia**

- [1] Hill, J., Culler, L., **Mica: a wireless platform for deeply embedded networks**, Micro, IEEE, Volume: 22 , Issue: 6 , Nov.-Dec. 2002, Pages:12 - 24
- [2] de Aquino, A. L. L. **Uma ferramenta para monitorar aplicações com redes de sensores sem fio**. Dissertação de Mestrado, UFMG, 2003.
- [3] Pereira, M. R., et al, **Tutorial sobre Redes de Sensores**, disponível em <http://magnum.ime.uerj.br/cadernos/cadinf/vol14/3-clicia.pdf>, acesso em 10/11/2004.