

# Rede de sensores sem fio para o controle de contaminação industrial e hospitalar

## Introdução

Ter à disposição e fazer uso de redes de telecomunicações, principalmente relacionada à troca de informações entre computadores ou entre dispositivos móveis como os telefones celulares, já é algo tão corriqueiro quanto abrir-se uma torneira e esperar que dela saia água. A maioria das redes, neste sentido, está focada na interação do homem com a máquina. Mas a expectativa nos próximos anos é que a conectividade esteja presente em qualquer lugar, a qualquer momento e entre quaisquer dispositivos, como define a ITU (*International Telecommunication Union*) - Figura 1. O conceito de disponibilidade conforme esta ideia é a base para o crescimento, nos últimos anos, das chamadas Redes de Sensores Sem Fio (RSSF).

Vários pesquisadores vêm publicando, ao longo dos anos, trabalhos que demonstram a aplicabilidade da RSSF em vários segmentos com considerável ênfase para uso na saúde humana e em processos de controle industrial e ambiental. Em uma visão contemporânea as RSSF, aliadas aos dispositivos de identificação por

radiofrequência conhecidos por RFID comporão o grande nicho de dispositivos que, ligados a redes ethernet, formarão a “Internet das Coisas” (IoT – Internet of Things) [1].

Em termos gerais uma RSSF é formada por dispositivos móveis chamados “Nós Sensores” que são capazes de monitorar, teoricamente, qualquer grandeza presente no meio onde estão inseridos e interferir de forma controlada nos sistemas para manter o ambiente dentro de determinados parâmetros. Estes Nós Sensores são dispositivos pequenos formados basicamente por um dispositivo de radiofrequência, um microcontrolador, sensores e algumas vezes sistemas micromecânicos. A alimentação de energia pode ser feita por baterias ou até mesmo por células solares em ambientes abertos. Na ótica da engenharia, as RSSF representam a junção da tecnologia de redes de telecomunicação com a mecânica de precisão.

Um exemplo de transceptor utilizado na montagem de RSSF é o apresentando na Figura 2.

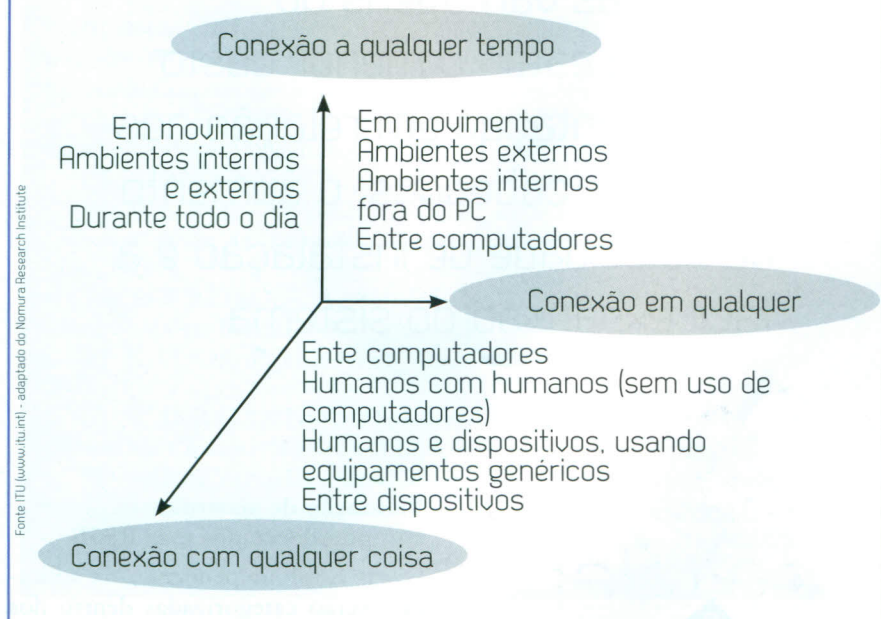
As aplicações de RSSF vão desde o uso militar [2] até a aplicação em

agronomia [3], tecnologia aeroespacial e saúde humana [4]. As RSSF podem ser compostas desde algumas unidades até centenas ou milhares de elementos que formam uma rede local sem fio [5] e, com o uso de interfaces apropriadas, integradas a outras redes como, por exemplo, a ethernet.

## Vantagens do uso da rede de sensores sem fio

O uso de redes de sensores sem fio em um ambiente de produção industrial, áreas controladas e ambientes hospitalares pode apresentar algumas vantagens em relação aos sistemas convencionais de monitoração e controle de processos e ambientes. De acordo com Poor e Hodges [6] estão entre as vantagens o menor custo de implantação em relação aos sistemas cabeados (na ordem de 15 a 30 dólares por metro de conexão entre dois sistemas), o aumento da velocidade de instalação e de configuração e a fácil expansão do sistema. Outra grande vantagem das RSSF é o fato de podermos utilizar várias unidades para monitorar e controlar ambientes

Figura 1 - A nova dimensão da telecomunicação



confinados, sem a necessidade de intervenção constante e sem passagens físicas entre áreas ocasionadas pelos cabos de comunicação [7].

Por outro lado, a instalação das redes sem fio demanda alguns cuidados importantes, como um bom planejamento do enlace de comunicação, disponibilidade, imunidade a ruídos, segurança de dados, etc. o que pode desestimular certas empreitadas em ambientes mais agressivos ou com grandes obstáculos à propagação de sinais eletromagnéticos.

De um modo geral as redes de sensores sem fio para uso em ambientes sujeitos às Boas Práticas de Fabricação (BPF) devem atender a alguns requisitos como:

- a) Confiabilidade: Estabilidade do enlace melhor que 99,9999%;
- b) Velocidade adequada ao processo;
- c) Segurança de dados;
- d) Interoperabilidade;
- e) Escalabilidade;

Adicionalmente o sistema deve atender a parâmetros técnicos de telecomunicações como o controle de banda, sincronização, sensibilidade, criptografia dos dados, correção de erros e algoritmos adequados de roteamento.

**Exemplos de aplicações de RSSF**  
 Salas limpas: podem-se utilizar

alguns “Nós Sensores” para monitorar a umidade, a temperatura e o número de partículas em suspensão, enviando estas informações a um sistema supervisorio que pode, de forma automática, controlar as variáveis do ambiente. Suprimentos: Os Nós Sensores de uma RSSF podem ser utilizados na monitoração de linhas de água, ar comprimido ou outros insumos, medindo e registrando as grandezas relevantes como temperatura, pressão, condutividade, ponto de orvalho, entre outros. Linhas de vapor podem ser monitoradas [8] e controladas a distância por operadores ou pelos dispositivos consumidores a elas conectados.

Em HVAC: a rede pode proporcionar autonomia aos compressores, trocadores de calor e direcionadores de ar, tornando o sistema inteligente. Com a monitoração das condições ambientais e locais é possível controlar todas as áreas garantindo pressões, temperaturas e umidades dentro de parâmetros pré-definidos e com máxima economia de energia. Contando com algoritmos adequados e sistemas de conectividade entre áreas, a falha de um setor pode ser compensada por outra unidade sem perda considerável do desempenho global do sistema e sem intervenção humana.



A solução na condução e controle de fluidos



SAINT-GOBAIN  
 PERFORMANCE PLASTICS

**Pure Fit™**

Tecnologia inovadora que possibilita criar verdadeiras conexões estéreis fora de área limpa. Fácil de montar. Disponível em 04 diâmetros: 1/4", 3/8", 1/2" e 1".

Mecanismo de bloqueio triplo elimina as chances de erro do operador. Pode ser esterilizado por radiação gama ou autoclave.

Stockval Tecno Comercial Ltda.  
 Rua da Paz, 1.557

CEP 04713-002 - São Paulo - SP  
 Fone / Fax: 55 11 5186-3444

stockval@stockval.com.br | www.stockval.com.br



Sistemas de acesso: Combinando a RSSF com a tecnologia RFID pode-se proporcionar controles de acesso efetivo de pessoas nas áreas sem a quebra das barreiras micro-biológicas.

Logística: O trânsito de matérias primas, produtos acabados ou até mesmo instrumentais e ferramentas podem ser acompanhados no interior da instalação, combinando RSSF com dispositivos de identificação por radiofrequência. Se um material tomar uma rota incorreta ou estiver fora dos parâmetros de aceitação (como, por exemplo, sem esterilização) a RSSF pode enviar estes dados a um supervisor alertando sobre a não conformidade.

Centro de materiais e esterilização: Um CME é um local propício para o uso desta nova tecnologia. Sistemas que combinam RSSF e RFID podem controlar o acesso aos equipamentos de limpeza, desinfecção e esterilização, permitindo ao profissional responsável acompanhamento a distância, gerenciamento de materiais, pessoas e processos. Equipamentos como o da Figura 3, por exemplo, fazem a identificação do operador e do suprimento de agente esterilizante utilizando a tecnologia de RFID e envia seus dados de processo e parâmetros de esterilização via RSSF a um computador do(a) enfermeiro(a) responsável que pode tomar decisões de liberação de materiais, reprogramar parâmetros ou documentar a rastreabilidade do processo, sem que nenhuma intervenção de instalação predial seja necessária para a implantação. Se a enfermagem mudar de local basta um direcionamento de antenas e as informações estarão disponíveis no novo posto.

Dentre as vantagens do sistema estão o menor custo de implantação em relação aos sistemas cabeados, o aumento da velocidade de instalação e a fácil expansão do sistema

Figura 2 - Dispositivo para nó sensor



Cortesia Radiot (www.radiot.com.br)

Figura 3 - Esterilizador com recursos de RSSF e RFID.



Cortesia Baumer S.A

### Validação de sistemas computadorizados e as RSSF

As RSSF, dependendo da aplicação, serão categorizadas dentro dos sistemas passíveis de validação em conformidade com a GAMP categorias 3 ou 4.

Se o sistema estiver enquadrado na categoria 4 uma verificação fim a fim deve ser realizada [9] e algumas questões devem ser respondidas como:

a) Confiabilidade e integridade: como garantir a integridade e confiabilidade da totalidade dos dados mesmo no caso de falhas de comunicação da RSSF?

b) Banco de dados: Meu banco de dados é seguro e redundante?

c) Interferências: O que pode interferir no meu sistema? Qual a interação entre os sistemas?

d) Auditoria Wireless: Mapa do que está instalado (interno e externo). Quais são as bandas de frequência e os tipos de modulação utilizados? Quais os dispositivos presentes no meio com Wi-Fi, walkie-talkie, repetidores celulares, dispositivos sem fio ligados?

A validação ainda deve demonstrar que a confiabilidade dos dados é melhor que 99,99% em toda a amostra, que os dados enviados com sincronismo nunca estarão errados ou corrompidos sem que haja algum algoritmo de recuperação e que as potências de operação e os tempos de acesso estarão adequados para que não existam interferências na vizinhança do sistema.

## Referências bibliográficas

- [1] INFSO D.4 NETWORKED ENTERPRISE & RFID INFSO G.2 MICRO & NANOSYSTEMS in co-operation with the WORKING GROUP RFID OF THE ETP EPOSS, "Internet of Things 2020 – Roadmap for the Future". Version 1.1. European Commission Information Society and Media – May – 2008.
- [2] I. F. AKYILDIZ, W. SU, Y. SANKARASUBRAMANIAM, E. CAYIRCI, "A Survey on Sensor Networks", IEEE Communications Magazine, Ago. 2002.
- [3] A. BAGGIO, "Wireless sensor networks in precision agriculture", Delft University of Technology – The Netherlands, 2009.
- [4] V. A. KOTTAPALLI, A. S. KIREMIDJIAN, J. P. LYNCH ; E. CARRYER, T. W. KENNY, K. H. LAW, Y. LEI, "Two-tiered wireless sensor network architecture for structural health monitoring", Internet. Symposium. Smart Structures and Materials, Mar. 2003.
- [5] LOUREIRO, A. A., RUIZ, L. B., NOGUEIRA, J. M. S., and Mini, R. A. (2002). Rede de sensores sem fio - Porto, I. J., editor, Simpósio Brasileiro de Computação, Jornada de Atualização de Informática.
- [6] R. POOR, B. HODGES, "Reliable Wireless Networks for Industrial Applications" – MIT's Media Lab., Boston, MA – 2003.
- [7] W. IKRAM & N. F. THORNHILL, "Wireless Communication in Process Automation: A Survey of Opportunities, Requirements, Concerns and Challenges", Control 2010, Coventry, UK, September 2010.
- [8] NIRAJ VINAİK, "Use of Wireless Technology in a GMP Environment", Pharma Bio World , October 2009.(disponível em [www.pharmabioworld.com](http://www.pharmabioworld.com)).
- [9] THE GOOD AUTOMATED MANUFACTURING PRACTICE (GAMP) *Guide for Validation of Automated Systems in Pharmaceutical Manufacture.*, February 2008.

## Conclusão

Com a rápida evolução dos sistemas de telecomunicações e como advento da "Internet das Coisas" os sistemas industriais ganharão, ao longo dos anos, mais dispositivos e recursos baseados em RSSF combinados com outras tecnologias como o RFID, Ethernet e outros representando um avanço considerável na forma com que tratamos e interagimos com os ambientes e processos que requerem controle de contaminação.

O maior desafio para a implantação destes sistemas será, certamente, a implantação e validação dentro dos critérios da GAMP a qual demandará uma mão-de-obra bastante especializada e ainda relativamente escassa em nosso país.

Gerson R. Luqueta  
Professor do Centro Estadual de  
Educação Tecnológica Paula Souza,  
Faculdade de Tecnologia Arthur de  
Azevedo, São Paulo (SP).  
[gerson.luqueta@fatec.sp.gov.br](mailto:gerson.luqueta@fatec.sp.gov.br)

Omar C. Branquinho  
Professor do Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Elétrica  
Pontifícia Universidade Católica de  
Campinas, Campinas (SP).  
[omar.branquinho@gmail.com](mailto:omar.branquinho@gmail.com)



## INOVAÇÃO

AUTOMAÇÃO COMPLETA PARA INDÚSTRIAS FARMACÊUTICAS

### O que você precisa?

- Ambientes controlados?
- Pressurização em cascata?
- Adequação às normas do setor?

### Salas limpas com altíssima precisão e controle.

- Precisão em temperatura e umidade para áreas de produção.
- Pressurização em cascata adequada para salas limpas.

PRODUTOS ENQUADRADOS NA NORMA CRF 21 - PARTE 11

Personalizamos o nosso produto de acordo com as suas necessidades.

Conheça o sistema único de automação.

**microblau**  
CONTROLES E AUTOMAÇÃO

[www.microblau.com.br](http://www.microblau.com.br)