

## **Uso de redes de sensores sem fio no apoio ao controle do reprocessamento de artigos médico-hospitalares.**

GERSON ROBERTO LUQUETA

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Faculdade de  
Tecnologia Arthur de Azevedo – São Paulo – Brasil /  
Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Campinas – SP – Brasil  
[gerson.luqueta@fatec.sp.gov.br](mailto:gerson.luqueta@fatec.sp.gov.br)

OMAR CARVALHO BRANQUINHO

Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Campinas – SP – Brasil  
[omar.braquinho@gmail.com](mailto:omar.braquinho@gmail.com)

**Resumo:** Este artigo apresenta proposta de uso de redes de sensores sem fio na monitoração das grandezas envolvidas nos processos de limpeza, desinfecção, esterilização e armazenagem de artigos médico-hospitalares dentro de um Centro de Material e Esterilização como ferramenta de apoio ao controle da qualidade do serviço e redundância na segurança do processo.

Palavras chaves: Rede, sensores, desinfecção, esterilização.

**Abstract:** This paper presents a proposal for use of wireless sensor networks in monitoring of the quantities involved in the process of cleaning, disinfection, sterilization and storage of medical products in a center of sterile materials as a support tool for quality control service and redundancy in process safety.

Keywords: Wireless, sensors, disinfection, sterilization.

### **1) Introdução**

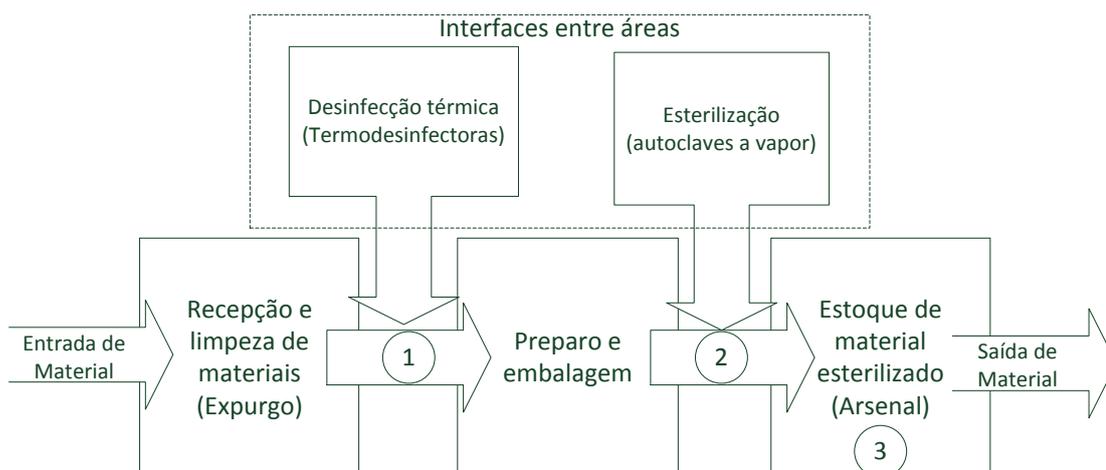
As redes de sensores sem fio (RSSF) representam uma fração emergente da tecnologia que envolve várias áreas do conhecimento tais como telecomunicações, microcontroladores, controle analógico e digital, micromecânica, etc [1]. Em termos de áreas da engenharia, as RSSF representam a união entre a tecnologia de redes de telecomunicação e a mecânica de precisão, com um potencial enorme em termos de aplicabilidade. De fato, as aplicações de RSSF vão desde o uso militar [2] até a aplicação em agronomia e saúde humana [3]. Teoricamente, qualquer grandeza pode ser monitorada e em certas circunstâncias controlada por estes dispositivos, permitindo grande abrangência da tecnologia, com a vantagem da integração destas à crescente rede de telecomunicações sem fio em todo o planeta.

As RSSF podem ser compostas desde algumas unidades (chamados “nós sensores”) até milhares de elementos que formam uma rede local sem fio [4] e, com o uso de determinadas interfaces, integradas a outras redes como, por exemplo, a ethernet. Dentro do ambiente de cuidado à saúde humana, mais particularmente junto ao Centro de Materiais e Esterilização<sup>a</sup> (CME) os sensores sem fio podem ser um importante aliado no controle de grandezas essenciais para a obtenção de artigos médico-hospitalares seguramente estéreis como parte das ações para o controle da infecção hospitalar.

A seção 2 apresenta o levantamento dos processos em cada área e a escolha das variáveis a ser monitoradas tanto nos quesitos de grandezas de monitoração do processo quanto das variáveis relativas ao desempenho da rede. A seção 3 apresenta as conclusões da fase anterior e os desdobramentos que culminarão na conclusão do trabalho científico.

## 2) Metodologia

A figura 1 mostra a segmentação de um Centro de Material e Esterilização (CME) e suas respectivas interfaces.



**Figura 1** – Fluxograma unidirecional do processo de limpeza e esterilização dentro de um CME

Baseado no fluxograma operacional unidirecional [5] foi levantado o seguinte processo dentro de um CME [6]: recepção e inspeção de artigos, limpeza mecânica (manual ou automatizada), desinfecção térmica, secagem, inspeção e embalagem, esterilização por vapor saturado e armazenagem.

Com o intuito de garantir a correta esterilização dos materiais, verificou-se que existem três pontos de controle cruciais e que são constantemente monitorados pelo grupo operacional, que são a letalidade da desinfecção, a letalidade de esterilização e as condições de armazenagem (temperatura e

<sup>a</sup> - O termo “Centro de Material e Esterilização” é proposto pela Sociedade Brasileira de Enfermeiros de Centro Cirúrgico, Recuperação Anestésica e Centro de Material e Esterilização (SOBECC) como a denominação adequada às áreas que processam ou reprocessam artigos médico-hospitalares dentro dos estabelecimentos de saúde no Brasil (2009) enquanto a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) denomina o setor como “Central de Esterilização”.

umidade relativa). Estes pontos de controle estão representados na figura 1 pelos círculos 1 a 3, respectivamente. Com base nestas observações ficou estabelecido que a RSSF irá atuar justamente nestes pontos, como elemento de automação e redundância do processo.

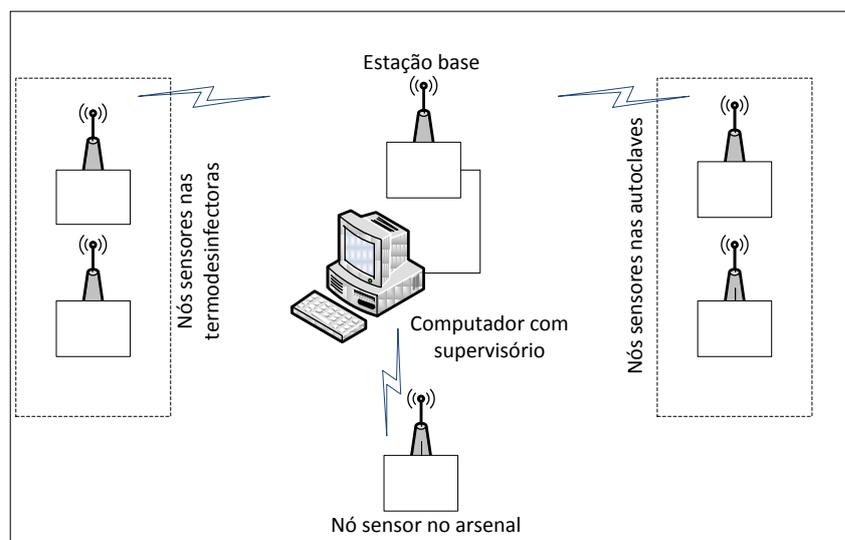
O processo de desinfecção ocorre através da circulação de água aquecida pelo material após um processo de limpeza mecânica, onde as variáveis de processo são a temperatura e o tempo, logo, os sensores utilizados neste sistema demandam apenas a verificação da temperatura e pequena capacidade computacional, de tal forma a coletar e integrar valores de temperatura no tempo, conforme a equação 1 [7]:

$$A_0 = \int_0^t 10^{\frac{(Td-80)}{10}} dt \quad (1)$$

A esterilização considera a exposição do material ao vapor saturado por um determinado intervalo de tempo. Para considerar um artigo estéril, calcula-se, assim como na desinfecção, a integral da temperatura no tempo (equação 2) [8]. Valendo-se da lei dos gases ideais, podemos considerar a relação entre pressão e temperatura como as variáveis a serem monitoradas, já que os demais parâmetros da equação são fixos e relativos ao projeto do esterilizador, dotando o nó sensor de capacidade computacional para calcular o parâmetro de letalidade.

$$F_0 = \int_0^t 10^{\frac{(Te-121,1)}{z}} dt \quad (2)$$

Na área de armazenagem o que se controla é a temperatura (que deve ficar entre 18 e 22°C) e umidade relativa (entre 37 a 70%) [9]. Os nós sensores desta área necessitam somente capacidade de monitoração das variáveis consideradas. Todas estas grandezas, uma vez coletadas, podem ser enviadas a um nó central e deste disponibilizadas na rede da instituição, servindo de métrica para a gestão dos artigos esterilizados. A configuração básica do sistema seria a apresentada na figura 2.



**Figura 2** – Configuração básica da rede de sensores sem fio no CME

Do ponto de vista da rede de sensores, as métricas a serem verificadas são: a disponibilidade do nó sensor (alive), a potência de transmissão de cada nó sensor e o estado de energia (quando em modo de bateria). Estas métricas serão utilizadas como ferramenta de apoio para a decisão sobre a quantização e disponibilização física dos nós sensores em cada ambiente considerado.

A tabela 1 resume os pontos escolhidos e as métricas a serem monitoradas para o processo e para a qualidade da rede.

**Tabela 1 – Métricas de processo e rede por área monitorada**

<b>Ambiente</b>	<b>Métricas de processo</b>	<b>Métricas de rede</b>
Lavadoras termodesinfectoras	Temperatura	RSSI, disponibilidade, estado da bateria.
Autoclaves a vapor	Temperatura e pressão	RSSI, disponibilidade, estado da bateria.
Arsenal (estoque de produtos esterilizados)	Temperatura e umidade relativa	RSSI, disponibilidade, estado da bateria.

### 3) Conclusões

O estudo preliminar demonstrou viabilidade teórica do uso de redes de sensores sem fio dentro do CME (quando se observa a aplicação fim a fim) graças à compatibilidade das grandezas de reprocessamento com a tecnologia disponível. O desdobramento do trabalho consiste na coleta de dados em um ambiente real, comparando as métricas de processo dos nós sensores com os sensores com fio e os indicadores normalmente utilizados nas unidades, a fim de corroborar com as observações preliminares.

No desenvolvimento da etapa de coleta de dados deve-se verificar também se as condições ambientais influenciarão na qualidade da rede e como esta irá se comportar dentro de uma demanda contínua de informações.

Por fim, a implantação da planta piloto irá demandar o desenvolvimento de estrutura de hardware e software compatíveis com o projeto.

### 4) Referências

#### ***Artigos em Revistas e Anais e Capítulos de Livros***

- 
- [1] 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*, pages 193 – 234.
- [2] I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci, “A Survey on Sensor Networks”, *IEEE Communications Magazine*, Ago. 2002.

- [3] 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”, *Internat. Symp. Smart Structures and Materials*, Mar. 2003.
- [4] Geoff V Merret (Editor) and Yen Kheng Tan (Editor-in-Chief), *Wireless Sensor Networks: Application-Centric Design*, InTech, Croatia, 2010.
- [5] Práticas Recomendadas SOBECC / Sociedade Brasileira de Enfermeiros de Centro Cirúrgico, Recuperação Anestésica e Centro de Material e Esterilização. – 5ª edição, São Paulo: SOBECC, 2009, pp.186.
- [6] Orientações gerais para Central de Esterilização / Ministério da Saúde, Secretaria de Assistência à Saúde, Coordenação-Geral das Unidades Hospitalares Próprias do Rio de Janeiro. – Brasília : Ministério da Saúde, 2001, pp 37-38.
- [7] ISO15883-1 (2006) “Washer-disinfectors – Part 1: General Requirements, terms and definitions and test”, International standard, Annex B, pp 59-62.
- [8] P. De Santis and V.S. Rudo, “Validation of Steam Sterilization in Autoclaves,” in *Validation of Aseptic Pharmaceutical Processes*, F.J. Carleton and J.P. Agalloco, Eds. (Marcel Dekker, New York, 2d ed., 1986), pp. 279–317.
- [9] Guadagnin SVT, Primo MGB, Tipple AFV, Souza ACS. Centro de material e esterilização: padrões arquitetônicos e o processamento de artigos. *Rev. Eletr. Enf. [Internet]* 2005;7(3):285-94.

## 5) Contato

Gerson Roberto Luqueta

Aluno do curso de Mestrado Profissional em Gestão de redes de Telecomunicação da Pontifícia Universidade Católica de Campinas e Professor Associado I do curso superior Tecnologia em Mecânica de Precisão da Faculdade de Tecnologia Arthur de Azevedo (Fatec Mogi Mirim), Centro Estadual de Educação Tecnológico Paula Souza

Endereço profissional: Av. Ariovaldo Silveira Franco, 567 - Jardim 31 de Março - Mogi Mirim/SP - Cep: 13801-005. Telefones : (19)3804-5387 / (19)3804-5441

Email: [gerson.luqueta@fatec.sp.gov.br](mailto:gerson.luqueta@fatec.sp.gov.br)