

## **AUTOMAÇÃO HOSPITALAR: O ESTADO DA ARTE**

### **Ricardo Alessandro de Medeiros Valentim**

Doutor em Engenharia Elétrica e de Computação, Coordenador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde do Hospital Universitário Onofre Lopes, Professor do Departamento de Engenharia Biomédica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: ricardo.valentim@ufrnet.br

### **Bruno Gomes de Araújo**

Professor de Sistemas de Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Câmpus Santa Cruz. Doutorando em Engenharia Elétrica e de Computação na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação (PPgEEC). E-mail: bruno.gomes@ifrn.edu.br

### **João Marcos Teixeira Lacerda**

Mestre em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação (PPgEEC). E-mail: jonymac@ufrnet.br

### **Priscilla Cibelle Oliveira de Souza**

Graduando em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Bolsista de Iniciação Científica (CNPq) do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde. E-mail: cibelle.priscilla@gmail.com

### **Túlio de Paiva Marques Carvalho**

Analista de Tecnologia da Informação e Coordenador de Sistemas da Informação no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Mestrando em Engenharia Elétrica e de Computação na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação (PPgEEC). E-mail: tulio.paiva@ifrn.edu.br

---

## **RESUMO**

Os conceitos da automação industrial já estão a algum tempo sendo incorporados na área médica, passando também a ser utilizados na automação hospitalar. Nesse sentido, várias pesquisas têm sido desenvolvidas e geralmente tem abordado vários dos problemas que são pertinentes aos processos que podem ser automatizados no ambiente hospitalar. Nesta perspectiva, este artigo apresenta uma visão geral e o Estado da Arte sobre a Automação Hospitalar.

**PALAVRAS-CHAVE:** Automação, Automação Hospitalar.

## **HOSPITAL AUTOMATION: A SURVEY**

## **ABSTRACT**

The concepts of the industrial automation are being incorporated in the medical area, in other words, they also pass to be used in the hospital automation. In this sense, researches have been developed and have usually been approaching several of the problems that are

pertinent to the processes that can be automated in the hospital environment. In this perspective, this paper presents an overview and a survey on Hospital Automation.

**PALAVRAS-CHAVE:** Automation, Hospital Automation.

## 1 – INTRODUÇÃO

Nos processos de automação existem conceitos que são fundamentais e alguns deles foram previstos em 1976 por Nitzan e Rosen (1976), tais como: aquisição de dados para controle de processos; monitoramento e processamento de sinais; redução de custos; otimização de processos. Esses conceitos foram descritos como sendo possíveis de serem automatizados através de dispositivos programáveis, por exemplo, os CLPs (Controladores Lógicos Programáveis). As previsões de Nitzan e Rosen (1976) foram de fato concretizadas, e são atualmente implementadas em diversos setores da automação, por exemplo, na automação industrial, as quais são implementadas também através de processos que utilizam sistemas distribuídos.

Esses conceitos da automação já há algum tempo estão sendo incorporados na área médica, ou seja, passam também a ser utilizados pelos processos oriundos da automação hospitalar (Brooks e Brooks, 1998). É neste sentido que requisitos emergentes surgem na área médica como forma de automatizar os processos encontrados no ambiente hospitalar. Como exemplo, é possível citar trabalhos de pesquisas de Murakami, et. al. (2006), Várady, et. al. (2002) e Varshney (2006), os quais desenvolveram sistemas de monitoramento de pacientes e Florentino et. al. (2008) que desenvolveu um sistema de automação hospitalar baseado em RFID (*Radio-Frequency Identification*) com smart cards. No contexto específico da Automação Hospitalar na Engenharia Biomédica, as pesquisas são orientadas ao desenvolvimento de:

- Sistemas para o monitoramento de pacientes;
- No uso de tecnologias para melhorar o nível de usabilidade dos sistemas hospitalares;
- Na definição de arquiteturas de redes para a transferência de sinais biomédicos e de dados;
- Na especificação de protocolos aplicados a uma área médica específica;
- No desenvolvimento de biodispositivos e biosensores;

Sobre a perspectiva do monitoramento de pacientes, os trabalhos normalmente são dirigidos à automatização deste processo através de sistemas que utilizam biodispositivos ou biosensores para fazer a aquisição dos sinais vitais dos pacientes. O objetivo é permitir que os membros da equipe médica tenham acesso a esses sinais e possam então realizar os procedimentos médicos com maior segurança e precisão.

No contexto de sistemas de monitoramento, Murakami (2006) desenvolveu o vMonGluco que implementa o monitoramento em tempo real dos níveis de glicose dos pacientes. Este sistema foi desenvolvido sobre dispositivos móveis, sendo utilizado em UTIs (Unidade de Terapia Intensiva). Esse trabalho apresenta bons resultados, pois permite que pacientes com altas taxas de glicose possam ser monitorados de forma automatizada e com uma frequência maior e mais precisa, melhorando a qualidade do atendimento do paciente e também possibilitando o escalonamento mais eficiente da equipe médica, uma vez que um processo que demandava tempo e recursos humanos foi automatizado. Apesar de propor e

demonstrar a ferramenta utilizada para medir os níveis de glicose do pacientes, Murakami (2006) não aborda em seu trabalho um mecanismo que garanta que as medições dos níveis de glicose do paciente serão de fato amostradas nos períodos desejados. Portanto, o vMonGlucó não oferece garantias de que as informações serão de fato entregues, ou que serão entregues nos prazos estabelecidos.

Seguindo também a linha de monitoramento de pacientes, Varshney (2006) apresenta alguns requisitos, e propõe um modelo orientado a redes wireless para processo de monitoramento de pacientes. Um aspecto bastante positivo deste trabalho é a utilização do padrão IEEE 802.11, que é aberto e tem se tornado bastante popular, com fácil acesso e baixo custo. Todavia, Varshney (2006) não considera no trabalho os problemas provenientes dos ambientes hospitalares para este tipo de tecnologia, tais como: ruído, interferência ou perda de sinal. Os sinais que as redes wireless propagam estão mais suscetíveis a ruído, visto que o meio físico é o ar, e a interferência ou a perda de sinal podem ser ocasionadas por diversos motivos, por exemplo, as salas de Raio X e de Tomografia que são revestidas com chumbo e portanto podem ser um obstáculo isolante do sinal das redes wireless. A interferência pode ser representada pelo o impacto que este tipo de transmissão pode ocasionar em um dispositivo médico, ou também sofrer de outros dispositivos hospitalares.

*Os sistemas de monitoramento sem fios que são utilizados por muitos hospitais podem ser potencialmente mortais criando falhas de dispositivos médicos, como por exemplo, respiradores, máquinas de diálise, e marca-passo externo (Neumann, 2008).*

Essas observações sobre o uso das tecnologias wireless em redes hospitalares não invalidam a sua aplicação nesses ambientes. Contudo, tais aspectos devem ser considerados em projetos desta natureza, os quais necessitam ser providos de testes e uma análise de risco (Palmer, 2008).

Na mesma direção Shin et. al. (2000) desenvolveram uma pesquisa também orientada ao monitoramento de pacientes. Neste trabalho aplicam um sistema Fuzzy para inferir diagnósticos de pacientes, onde foram monitorados alguns sinais vitais (frequência cardíaca, pressão arterial, oximetria SpO<sub>2</sub>), os quais era atualizados a cada 10 segundos. Um aspecto importante descrito neste trabalho é a infra-estrutura de comunicação no monitoramento de pacientes, que neste caso é realizada sobre a tecnologia Ethernet 802.3. Essa característica apresenta-se bastante positiva, pois mostra o uso de uma tecnologia de padrão aberto, de baixo custo e alta interoperabilidade, fatores estes que contribuem na viabilização de projetos de automação hospitalar.

O monitoramento de pacientes, apesar de ser um processo lento, quando comparado aos da indústria, demandam, no entanto uma observação contínua e com uma frequência determinada pelo tipo de monitoramento e gravidade na qual o paciente se encontra, (Baura, 2004) e (Brooks e Brooks, 1998). Esse aspecto é um requisito que exige dos sistemas de monitoramento garantias de disponibilidade e correteude temporal. Nesse contexto, os trabalhos citados apresentam soluções aplicadas ao monitoramento de pacientes nos processos da automação hospitalar. Entretanto, as pesquisas apontadas não apresentam em suas propostas mecanismos que garantam que os sinais adquiridos através do processo de monitoramento de pacientes, serão de fato entregues aos atuadores ou aos

sistemas de supervisão. Este é um fator relevante, uma vez que o processo de monitoramento de pacientes deve-se manter estável e eficaz no envio e no recebimento dos dados produzidos pelos dispositivos médicos, através da rede, visto que, a ineficiência nesse processo pode causar problemas aos pacientes que necessitam de uma observação mais restrita, e/ou que necessitam de processos de atuação (por exemplo, sistemas de infusão).

Murakami (2006) mostra que o controle restrito dos níveis de glicemia é benéfico para pacientes diabéticos ambulatoriais. Este argumento também é reforçado por Van den Berghe (2004) quando mostra que o procedimento de monitoramento restrito dos níveis de glicemia pode reduzir a mortalidade entre os pacientes críticos de uma UTI. Malmberg (1997) e Baura (2004) também afirmam que existem benefícios clínicos no monitoramento de alguns grupos de pacientes específicos, como por exemplo, os diabéticos cardiopatas, onde o controle restrito de glicose reduz a mortalidade após um infarto agudo de miocárdio.

Esses argumentos estão consoantes e servem para justificar que as aplicações de monitoramento de pacientes por terem essas exigências devem ser executadas sob mecanismos de troca de dados que garantam uma execução eficiente do processo, visto que um mau funcionamento dos sistemas de monitoramento pode gerar prejuízos à vida humana.

Um aspecto importante dos sistemas hospitalares diz respeito à usabilidade (quão fácil de usar e intuitivo é um sistema). As equipes médicas usam vários dispositivos, que se encontram por diversas áreas do hospital, ou seja, o local das atividades médicas é volátil em função das demandas. Neste caso, os sistemas com baixa usabilidade, devido aos critérios de segurança, exigem para cada estação uma nova autenticação, fator este que segundo Bardram, (2005) dificulta o uso do sistema, criando muitas vezes rejeição ao uso da tecnologia. Neste sentido, Florentino et. al. (2008) desenvolveu um sistema baseado na tecnologia RFID para a automação do laboratório de análises clínicas do Hospital Universitário Ana Bezerra (HUAB) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), onde foi possível aumentar a usabilidade do sistema, otimizando a interação dos usuários através do uso de smart cards com RFID. Todavia, esse trabalho não apresentou uma modelagem que descrevesse os sistemas da automação hospitalar, aspecto esse que representaria uma relevante contribuição, pois se teria um modelo para um problema já recorrente da área hospitalar.

Para a área de redes na automação hospitalar, existem pesquisas que propõem arquiteturas para realizar suporte aos sistemas de controle dos processos biomédicos. Várady et. al. (2002) aborda a utilização do padrão Fieldbus como tecnologia de rede para realizar o monitoramento de sinais vitais dos pacientes em tempo real. Nesta abordagem as pesquisas utilizam as tradicionais redes de campo empregadas na área da automação industrial. Um fator positivo na utilização de Fieldbus é a robustez na garantia do comprimento das metas temporais impostas pelas aplicações (Pedreira et. al. 2005), Thomesse (1999) e Thomesse (2005). Esse tipo de pesquisa é importante para o objeto de estudo desta tese de doutorado, pois efetivamente caracteriza e justifica a necessidade das redes de controle na automação hospitalar. Todavia, as redes Fieldbus por terem suas taxas de transmissão de 1 a 5 Mbps caracterizam-se como redes de baixa largura de banda em relação às demandas geradas pelas atuais aplicações nos processos de automação e transporte de dados, Decotignie (2001), Decotignie (2005) e Song (2001).

Essas características impostas pelo padrão Fieldbus limitam a sua aplicação na área da automação hospitalar, que atualmente trabalha também com processamento digital de imagens, sendo uma tecnologia inadequada aos requisitos das aplicações no processo de automação de sistemas biomédicos, os quais exigem altas taxas de transmissão, além do determinismo nos tempos das comunicações. Outro fator que torna a tecnologia Fieldbus pouco atraente é seu alto custo e baixa integração, isso quando comparado com outras tecnologias como, por exemplo, a tecnologia Ethernet (Pedreiras et. al. 2005) e (Pedreiras et. al. 2001). A tecnologia Fieldbus também não é uma tecnologia comumente encontrada nos hospitais, necessitando, portanto, de técnicos especializados para implantação e manutenção da rede. Estas são características que podem inviabilizar um projeto de automação hospitalar, uma vez que poderão gerar um impacto não muito positivo sobre os custos do projeto.

Na área dos protocolos desenvolvidos para automatização de processos no ambiente hospitalar, pode-se verificar que existem pesquisas que são orientadas a um contexto específico. Godary et. al. (2007) desenvolveram um protocolo distribuído (STIMAP - *Sliding Time Interval based Medium Access Control Protocol*) baseado no controle de acesso ao meio para acompanhamento e ativação do sistema nervoso periférico através de estimulação elétrica funcional (EEF).

O STIMAP (Godary et. al., 2007) foi validado através de um modelo formal baseado em Redes de Petri. Com base nos resultados apresentados por Godary et. al. (2007) o protocolo cumpriu exigências do contexto, as quais não eram completamente satisfeitas por outros protocolos MAC, tais como: simplicidade, confiabilidade e eficiência. No entanto, o protocolo STIMAP é aplicado especificamente ao problema da EEF, atingindo apenas uma pequena parte das demandas na área de controle hospitalar, visto que estas redes necessitam também de protocolos mais amplos, que ofereçam suporte às demais aplicações de controle no processo de aquisição e processamento de dados, de atuação e de supervisão, principalmente para a área de monitoramento de pacientes.

Nesta mesma área de protocolos para ambientes hospitalares foi desenvolvido em 1987 pelo Dr. Sam Schultz o padrão HL7 (*Health Level Seven*). Segundo Cheng et. al. (2004) o HL7 é um protocolo de nível 7 no modelo OSI (Open Systems Interconnection) já consolidado e usado na padronização da linguagem médica. Por exemplo, as informações submetidas aos centros médicos sobre pacientes, remédios e procedimentos médicos, geralmente, são constituídas de termos técnicos. Neste sentido, o HL7, através da sua especificação, universaliza a linguagem médica, eliminando a necessidade de um conversor de termos (HL7, 2003). Efetivamente o HL7 é um conjunto de especificação que permite a troca de informações entre aplicativos médicos, integrando informações clínicas e administrativas. Neste sentido, o protocolo HL7 atua na rede de sistemas da automação hospitalar, constituindo e colaborando na integração entre os diversos sistemas de informação utilizados nos hospitais. O protocolo HL7 é especificamente um protocolo da camada de aplicação (Cheng et. al. 2004) e (HL7, 2003) e, portanto, não trata de aspectos como controle de acesso ao meio. Desta forma, a fim de implementar uma rede de controle é fundamental o uso de protocolos que ofereçam suporte às exigências das aplicações utilizadas na automação hospitalar (Várady, 1999).

## 2 - AUTOMAÇÃO HOSPITALAR

A automação é uma área multidisciplinar que envolve: linguagens de programação (software), plataformas eletrônicas (*hardware*), atuação (mecânica) e fluidos fármacos. Este fator implica que estudos na área da automação são abrangentes e, portanto, envolvem uma vasta gama de conhecimentos.

O crescimento da automação está ligado, em grande parte, ao avanço da microeletrônica, que tem proporcionado uma melhora expressiva no controle de processos, permitido sua otimização, tornando-os mais eficientes, do ponto de vista do aumento da produtividade e do custo-benefício.

A automação hospitalar é uma subárea da automação que visa promover a automatização dos processos oriundos do ambiente hospitalar, buscando eficiência e produtividade, apropriando-se de muitos conceitos da automação industrial (Brooks e Brooks, 1998). Todavia, alguns destes conceitos devem ser adequados à automação hospitalar, visto que os hospitalares têm características e restrições imperativas ao ambiente médico. Por exemplo, a aquisição de dados deve ser provida de privacidade, a fim de garantir a ética do ato médico e preservar a integridade do paciente.

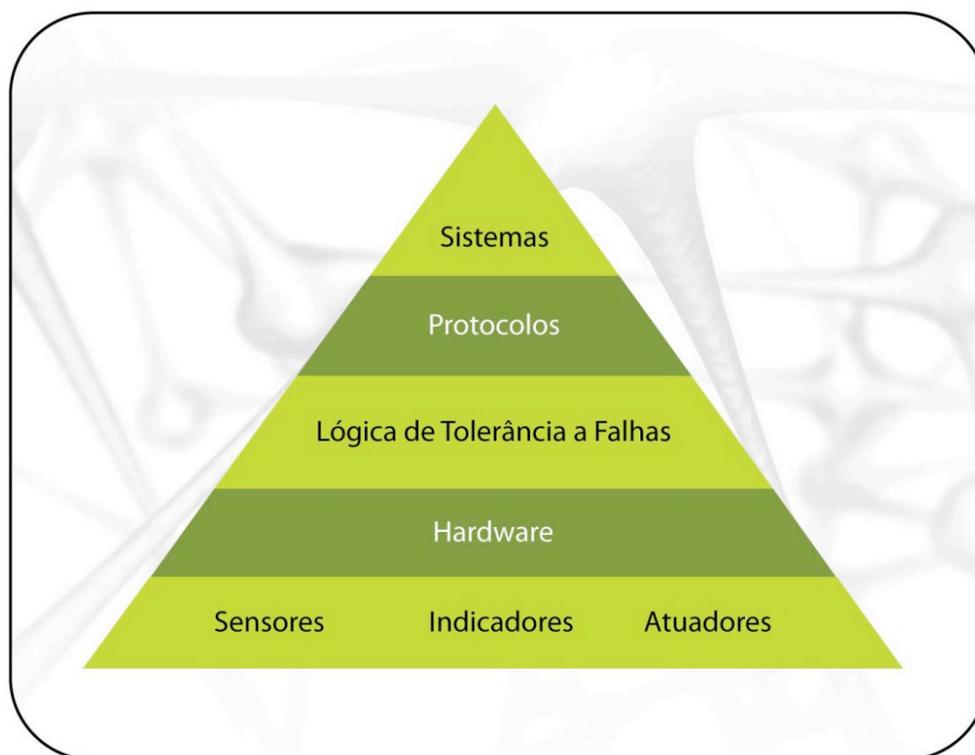
### 2.1 - AUTOMAÇÃO HOSPITALAR: ESTADO DA ARTE

Os hospitais vêm ao longo do tempo informatizando os seus processos. Para tanto, fazem uso de sistemas de informação que automatizam algumas tarefas pertinentes ao ambiente hospitalar. Muitos destes sistemas são em sua grande maioria dirigidos à gestão e, portanto buscam a redução dos custos e a otimização dos processos administrativos. Normalmente os hospitais fazem uso de alguns dos seguintes sistemas: prontuário eletrônico; marcação de consulta; controle de farmácia; internamento; laboratoriais; entre outros.

Permeando esse contexto, a área hospitalar passou também a incorporar conceitos aplicados na automação (Brooks e Brooks, 1998), buscando garantir o aprimoramento na execução de operações referentes a procedimentos médicos. Um forte exemplo desta tendência é o desenvolvimento de pesquisas voltadas ao monitoramento de pacientes, as quais através da aquisição de dados realizam operações de controle aplicadas ao monitoramento dos sinais vitais.

Neste contexto, com base em Nitzan e Rosen (1976) observa-se que os conceitos gerais da automação também permeiam a automação hospitalar. Efetivamente, a automação hospitalar em relação à industrial é uma área que ainda se encontra em processo de consolidação, apresentando uma carência significativa e uma vasta área de trabalhos a serem desenvolvidos. Neste sentido, aproveita-se de várias tecnologias emergentes, as quais oferecem subsídios sofisticados e eficientes na implementação de soluções orientadas à automação hospitalar, como por exemplo, uso de hardwares reconfiguráveis, CLPs (Controlador Lógico Programável) e outras para desenvolvimento de biodispositivos e biosensores.

Em uma visão geral, a automação hospitalar poder ser observada sobre duas perspectivas: rede de informação e rede de controle. Na primeira encontram-se os sistemas de informação utilizados na área hospitalar. Na segunda encontram-se os sistemas utilizados no monitoramento de pacientes. A Figura 1 ilustra a automação hospitalar sobre essas perspectivas, demonstrando os elementos utilizados em ambas e de forma hierárquica.



**Figura 1 - Hierarquia dos Elementos Utilizados na Automação Hospitalar**

No topo da pirâmide da Figura 1 estão os sistemas utilizados nos processos de gestão hospitalar; logo abaixo estão situados os protocolos de comunicação, os quais possibilitam a integração entre os dispositivos médicos (hardware) e os sistemas de supervisão. Um aspecto importante referente aos elementos ilustrados na pirâmide é a lógica de tolerância à falha, pois, na automação hospitalar, é fundamental que os sistemas ao falharem possam ir para um estado seguro, ou serem substituídos em tempo real (*on the fly*), visto que devem garantir a integridade dos processos relativos aos pacientes. Os sensores, indicadores e atuadores são dispositivos médicos implementados em hardwares, por exemplo, os monitores de frequência cardíaca e sensores de glicose.

## **2.2 - REDES NA AUTOMAÇÃO HOSPITALAR**

Diferente da automação industrial, onde as redes de sistemas e de controle são segmentadas através da utilização de tecnologias diferentes para cada tipo de rede, a automação hospitalar tende a utilizar a tecnologia Ethernet (Shin et. al., 2000), uma vez que este padrão é praticamente onipresente nos ambientes hospitalares. Essa característica é bastante positiva, pois facilita a integração aumentando o fator de interoperabilidade entre os ativos de rede. Esses aspectos são alcançados devido ao baixo custo e ao alto espectro de penetração das redes Ethernet no mercado (Brito, et. al. 2004).

A Figura 2 ilustra um modelo arquitetural para redes de automação hospitalar. O presente modelo é uma adaptação da tradicional arquitetura utilizada nas redes da automação industrial Várady (2002) e também é baseada em pesquisas que citam o uso de tecnologias de redes nos ambientes hospitalares (Hori et.al. 2000), Murakami (2005), Várady (1999) e Park et. al. (1998) sobre o padrão Ethernet.

O modelo proposto na Figura 2 diferencia-se fundamentalmente das redes da automação industrial por ser um modelo de rede homogêneo quanto ao padrão tecnológico aplicado. Esta concepção deu-se em função do alto índice de utilização do padrão IEEE 802.3 nos ambientes hospitalares, sendo esta característica um fator que têm facilitado a sua adoção como tecnologia de redes nos processos de automação emergentes dos ambientes hospitalares, processos esses que exigem altos índices de integração, os quais são providos pelos padrões IEEE 802.x (Sloane e Gehlot, 2005), já que estas tecnologias se fundamentam em padrões abertos Metcalfe e Boggs (1976).

A Figura 2 ilustra bem a separação lógica entre as redes, onde pode ser observada através do uso de roteador e do firewall entre ambas:

- Na rede de sistemas encontram-se as estações de trabalho utilizadas pelos usuários dos sistemas hospitalares, onde parte desses está hospedada nos servidores de aplicação;
- Na rede de controle estão localizados os leitos hospitalares, onde estão dispositivos médicos (Monitor de Frequência Cardíaca, Oxímetro de Pulso, Sensor de Glicose, Infusor de Soro, outros). Um aspecto importante na rede de controle é a presença do supervisor, que tem a finalidade de prover o monitoramento do processo, através da computação dos dados gerados na rede.

A estação de supervisão deve ser o único ponto de presença da rede de sistemas na rede controle, com isso, aumenta-se os níveis de segurança quanto à preservação dos dados dos pacientes. Neste sentido, a rede de sistema só deve ter acesso à rede de controle através de serviços providos pelo supervisor, os quais só devem ser liberados através de uma criteriosa política de segurança implantada do firewall da rede.

Um aspecto importante observado na Figura 2 é a visão de uma UTI real que esta efetivamente consoante ao modelo proposto para rede de controle ilustrada na Figura 2. A visão da UTI apresentada na Figura 2 foi obtida através de uma fotografia retirada no HUOL (Hospital Universitário Onofre Lopes) da UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte), que apresenta os seguintes pontos:

1. Infusores: utilizados para injetar medicamentos, alimentos nos pacientes;
2. Monitor de frequência cardíaca: utilizado para medir os batimentos cardíacos dos pacientes;
3. Rede elétrica: utilizada para alimentar os dispositivos de monitoramento. Esta também é utilizada no cabeamento da rede de controle;
4. Switches ou Hubs Ethernet: esses ativos conectam os dispositivos do leito, os quais trocarão dados na rede. Os Switches ou Hubs devem está conectados a um switch de borda da rede, que deve ter maior capacidade de processamento, em numero número de portas. Os switches de borda são importantes nos projetos das redes controle na automação hospitalar. Esses devem suportar os protocolos de controle de acesso ao meio desenvolvidos sobre Ethernet, os quais terão a função de garantir o alto desempenho da rede, provendo a correteza lógica e temporal das mensagens.
5. Respirador: dispositivo de monitoramento e atuação que realiza o processo de respiração artificial dos pacientes com insuficiência respiratória;
6. Oxímetro de pulso, sensor de pressão arterial, termômetro: são outros dispositivos biomédicos que realizam a aquisição dos sinais vitais dos pacientes.

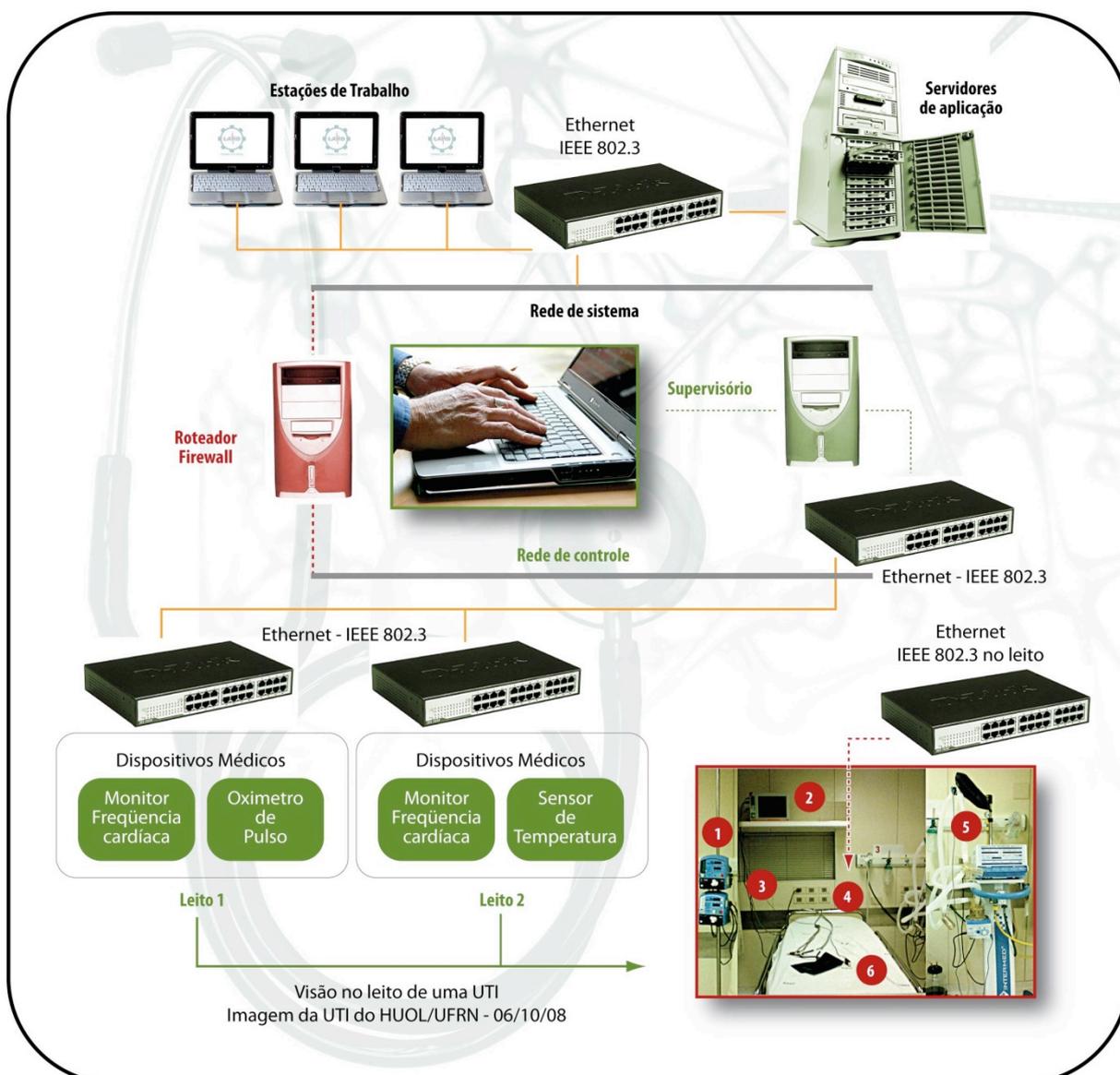


Figura 2 - Modelo Arquitetural de Rede Aplicada na Automação Hospitalar

### 3. CONSIDERAÇÕES

A automação na cadeia hospitalar surgiu da necessidade de controlar de forma eficiente o processo da gestão dos hospitais, de modo a tornar possível gerenciar o fluxo de produção, armazenagem, entrada e saída de medicamentos e prescrição médica. Neste contexto, a aplicação dos conceitos de automação pode ser aplicada em diversos pontos do hospital, como, por exemplo, no controle de cadastro de pacientes.

Com isso, caso o um hospital resolve implantar o cartão paciente (smart card) de identificação do paciente, seus dados poderão estar cadastrados em um sistema de informação com informações sobre sua localização em certa enfermaria, horas de visita, os medicamentos em uso etc. Então, a partir do momento em que o dado entrada do paciente no hospital, cada passo começa a ser registrado, portanto, permitindo ao corpo de gestores estudar melhor os processos, e realizar de forma mais embasada as tomadas de decisão,

aspecto que provavelmente resultara em na melhoria da qualidade dos serviços prestados aos pacientes, e em um ambiente de trabalho mais produtivo.

A automação hospitalar traz diversos benefícios, dos quais alguns são elencados a seguir:

- Segurança do paciente, pois minimiza radicalmente o risco dos profissionais de saúde cometerem erros ao ministrar um medicamento.
- Segurança no trabalho da equipe medica, visto que há um maior controle dos prontuários dos pacientes.
- Rapidez de reembolso aos hospitais pelos planos de saúde e/ou pelo Sistema Único de Saúde (SUS) no caso do Brasil.
- Fechamento de contas mais exato, o custo do paciente é calculado de forma mais eficiente.
- Preciso controle de estoque e farmácia, minimizando os gastos com medicamentos vencidos e/ou desviados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Baura, G.D. System theory in industrial patient monitoring: an overview Engineering in Medicine and Biology Society, 2004. IEMBS '04. 26th Annual International Conference of the IEEE. Volume 2, 2004 Page(s):5356 - 5359 Vol.7. 2004.
2. Bardram, Jakob E., 'The trouble with login on usability and computer security', Proceedings on Ubiquit Computing 2005.
3. Brito, A. E. M., Brasileiro, F. V., Leite C. E., Buriti, A. C. Comunicação Ethernet em Tempo-Real para uma Rede de Microcontroladores, Anais do XV Congresso Brasileiro de Automática (CBA 2004) – Brasil, setembro 2004.
4. Brooks, J.; Brooks, L. Automation in the medical field. Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE Volume 17, Issue 4, July-Aug. 1998 Page(s):76, 81.
5. Cheng, P. H.; Yang C. H.; Chen, H. S.; Chen, S. J.; Lai, J. S. Application of HL7 in a Collaborative Healthcare Information System. Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS. Page(s) 3354 – 3357. San Francisco, CA, USA • September 1-5, 2004.
6. Decotignie, J-D. "A perspective on Ethernet as a fieldbus," in Proc. FeT'2001—4th Int. Conf. on Fieldbus Systems and Their Applications, Nancy, France, Nov. 2001, pp. 138–143.
7. Decotignie, J-D. "Ethernet-based real-timer and industrial communications". Proc. IEEE (Special issue on communications systems), v. 93, n. 6, p. 1102 – 1117. Jun. 2005.
8. Florentino, G. H. P; Bezerra, H. U; Araújo Júnior, H. B; Araújo, M. X; Valentim, R. A. M; Morais, A. H. F; Guerreiro A. M. G, Brandão, G. B.; Araújo, C. A. P. Hospital Automation RFID-Based: Technology Stored In Smart Cards. World Congress on Engineering (WCE 2008), ICSBB 2008 - The 2008 International Conference of Systems Biology and Bioengineering. London, U.K., 2-4 July 2008.
9. Godary, K; Andreu, D. Souquet, G. Sliding Time Interval based MAC Protocol and its Temporal Validation. FeT'2007 7th IFAC International Conference on Fieldbuses

- and Networks in Industrial and Embedded Systems. INPT – ENSEEIHT. P. 119 – 126. Toulouse, France, November 7 – 9, 2007.
10. Hori, T.; Nishida, Y.; Suehiro, T.; Hirai, S. SELF-Network: design and implementation of network for distributed embedded sensors. *Intelligent Robots and Systems, 2000. (IROS 2000). Proceedings. 2000 IEEE/RSJ International Conference on Volume 2, 31 Oct.-5 Nov. 2000* Page(s):1373 - 1378 vol.2.
  11. HL7. Health Level Seven (HL7), HL7 Standard v.2.5, 2003.
  12. Malmberg, K. “Prospective randomized study of intensive insulin treatment on long term survival after myocardial infarction in patients with diabetes mellitus”, *British Medical Journal*, v. 314, p. 1512. 1997.
  13. Metcalfe, R. M. and Boggs, D. R. “Ethernet: Distributed packet switching for local computer networks”, *ACM Communications* 7(19): 395-404. 1976.
  14. Murakami, A.; Gutierrez, M. A. ; Lage, S. H. G; Rebelo, M. F. S; Ramires, J. A. F. A Continuous Glucose Monitoring System in Critical. *IEEE Computers in Cardiology*, v. 32, p. 10-14, 2006.
  15. Neumann, P. G. Forum on Risks to the Public in Computers and Related Systems. *The Risks Digest. Volume 25: Issue 21. ACM Committee on Computers and Public Policy, Peter G. Neumann, moderator. 2008. Disponível em: <<http://catless.com/Risks/25.21.html>>. Acesso em: 04 de outubro de 2008.*
  16. Nitzan, D. and Rosen, C. A. Programmable Industrial Automation. *Transactions on Computers. Volume C-25, Issue 12, Dec. 1976* Page(s):1259 – 1270.
  17. Park, S; Park J; Ryu, S; Jeong, T; Lee, H; Yim, C. Real-time monitoring of patients on remote sites. *Engineering in Medicine and Biology Society, 1998. Proceedings of the 20th Annual International Conference of the IEEE Volume 3, 29 Oct.-1* Page(s):1321 - 1325 vol.3. Nov. 1998.
  18. Palmer D. Study: Wireless systems at hospitals could cause deadly glitch in dialysis, breathing machines. *The Jakarta Post. 2008. Disponível em: <<http://www.thejakartapost.com/news/2008/06/24/study-wireless-systems-hospitals-could-cause-deadly-glitch-dialysis-breathing-machin>>. Acesso em: 04 de outubro de 2008.*
  19. Pedreiras, P., Almeida, L., Gai, P. and Giorgio, B. “FTT-Ethernet: A Flexible Real-Time communication Protocol That Supports Dynamic QoS Management on Ethernet-Based Systems”. *IEEE Transactions on Industrial Informatics, Vol. 1, N°. 3, August 2005.*
  20. Pedreiras, P., Almeida, L. and Gai, P. “The FTT Ethernet protocol: Merging flexibility, timeliness and efficiency”. *Proceedings of the 14th Euromicro Conference on Real-Time Systems, Viena, Austria, June 19-21, 2001.*
  21. Shin, H.; Suh, Y.; Kwon, D. Multicast routing protocol by multicast agent in mobile networks. *Parallel Processing, 2000. Proceedings. 2000 International Conference on 21-24 Aug. 2000* Page(s): 271 – 278. 2000.
  22. Shin, J.W.; Cha, D.Y.; Lee, K.J.; Yoon, Y.R. The Web-based fuzzy patient monitor system. *Engineering in Medicine and Biology Society, 2000. Proceedings of the 22nd Annual International Conference of the IEEE Volume 2, 23-28 July 2000* Page(s):1265 - 1266 vol.2. 2000.

23. Sloane, E.B.; Gehlot, V. Ensuring Patient Safety by using Colored Petri Net Simulation in the Design of Heterogeneous, Multi-Vendor, Integrated, Life-Critical Wireless (802.x) Patient Care Device Networks. Engineering in Medicine and Biology Society, 2005. IEEE-EMBS 2005. 27th Annual International Conference of the 2005 Page(s):162 – 165. 2005.
24. Song, Y. Time Constrained Communication over Switched Ethernet. FeT'01, 4th Int. Conf. on Fieldbus Systems and their Applications. Nancy, France. Nov. 2001.
25. Thomesse, J.-P. "Fieldbus and Interoperability" Contr. Eng. Pract., vol. 7, no. 1, pp. 81–94, 1999.
26. Thomesse, J.-P. "Fieldbus Technology in Industrial Automation". Proceedings of The IEEE, Vol. 93, N°. 6, June 2005.
27. Várady, P., Benyo, Z. and Benyo, B. An open architecture patient monitoring system using standard technologies. IEEE Transactions on Information Technologies in Biomedicine, Vol. 6, No. 1, pp.95–98, 2002.
28. Várady, P. Design aspects of modern open architecture patient monitoring systems. Engineering in Medicine and Biology, 1999. 21st Annual Conf. and the 1999 Annual Fall Meeting of the Biomedical Engineering Soc. BMES/EMBS Conference, 1999. Proceedings of the First Joint Volume 2, 13-16 Page(s): 705, vol.2. Oct. 1999.
29. Varshney, U. Patient monitoring using infrastructure – oriented wireless LANs. International Journal of Electronic Healthcare, Volume 2, Number 2 / 2006, 149 – 163, 2006.
30. Van den Berghe, G. (2004), "How does blood glucose control with insulin save lives in intensive care?", The Journal of Clinical Investigation, v. 114, n. 9, p. 1187-95. 2004.