

## SISTEMA DE LOCALIZAÇÃO INFORMATIZADA DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES

E. L. Cavalcante\*, A. F. da Fonseca\*\*, M. G. N. M. da Silva\*\*\*,  
M. A. B. Rodrigues\* e P. S. Lessa\*

\*Departamento de Eletrônica e Sistemas, UFPE, Recife, Brasil

\*\*Engenharia Clínica do HC de PE, UFPE, Recife, Brasil

\*\*\*Departamento de Engenharia Biomédica, UFPE, Recife, Brasil

e-mail: ericolcavalcante@gmail.com

**Resumo:** A gestão dos equipamentos médico-hospitalares (EMHs), ao qual o núcleo de Engenharia Clínica é responsável, demanda a necessidade de gerenciar manutenções, disponibilidade e confiabilidade dos EMHs no Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS). A determinação real da localização dos EMHs é a maior dificuldade dos núcleos de Engenharia Clínica perante o critério de disponibilidade dos EMHs. O presente trabalho realizou a integração entre o sistema de gestão de EMH, *iHospital*, e um sistema de identificação por radiofrequência (RFID) a ser implantado num Hospital Universitário. O *iHospital* é um dos primeiros *softwares* livre a ter integrado um sistema de RFID, permitindo a rastreabilidade mais fácil e precisa dos equipamentos médico-hospitalares no EAS.

**Palavras-chave:** RFID, engenharia clínica, gestão de equipamentos e sistema de informação.

**Abstract:** *Medical equipment (ME) management, which is one of the duties of the Clinical Engineering Office, requires a multitude of management tasks regarding MEs, including: maintenance, availability and reliability. Finding the actual location of the ME in need of service is the main bottleneck under the availability criterion. This work performed the integration between the ME management system, iHospital, and a radio frequency identification system (RFID), it to be deployed in a University Hospital. The iHospital is one of the first free software to have integrated an RFID system, allowing easy and accurate tracing of hospital medical equipment in EAS.*

**Keywords:** *RFID, clinical engineering, medical equipment management and information system.*

### Introdução

A procura por uma melhor gestão dos custos e serviços levou os hospitais a um processo de informatização. Tal processo culminou na adoção de sistemas de gestão ERPs (*Enterprise Resource Planning*) específicos para o segmento da saúde [1].

A gestão de equipamentos médico-hospitalares (EMH), ao qual o núcleo de Engenharia Clínica é responsável, depende de um ERP com ferramentas apropriadas ao núcleo, que deve gerenciar as

manutenções, as ordens de serviços, a disponibilidade e a confiabilidade dos EMHs do Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS) [2].

Sistemas de RFID (Identificação por Radiofrequência) tem se destacado entre os outros sistemas de identificação devido a suas capacidades de comunicação à distância, sem visada entre o leitor e a *tag*; armazenamento de dados; e localização e rastreamento automático dos itens [3].

A proposta deste trabalho é a especificação das características do sistema RFID a ser implantado num Hospital Universitário, as alterações do ERP *iHospital* e a estrutura de comunicação entre os sistemas gerada em parceria com uma empresa privada. O Hospital alvo apresenta um parque tecnológico com 1500 EMHs distribuídos em 30 setores. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi suprir as necessidades de controle dos EMHs, informando sua disponibilidade e rastreabilidade dentro do EAS.

### Materiais e métodos

Sistemas de RFID, integrados aos ERPs, vem sendo utilizados para inibir erros humanos nos registros de transporte de insumos e de equipamentos, possibilitando sua localização exata na instituição.

O presente projeto foi dividido em quatro etapas. Neste trabalho são expostas as etapas de especificação do Sistema RFID e da reestruturação do ERP *iHospital* para receber os dados do Sistema RFID. A etapa de comunicação entre os sistemas será desenvolvida por uma empresa privada, que realizará a instalação e implantação do sistema RFID especificado. A etapa de implantação da tecnologia nos setores do hospital encontra-se em licitação, com isto os resultados obtidos são oriundos do protótipo do sistema RFID.

**Sistema RFID** – A identificação por radiofrequência vem crescendo rapidamente e sendo adotada inclusive na área da saúde, como é o caso do Hospital Israelita Albert Einstein, que atualmente utiliza para rastreamento de ativos (equipamentos portáteis). Dentre as tecnologias de identificação presentes no mercado, o RFID se destaca principalmente por realizar o rastreamento e localização de forma automática. A Tabela 1 apresenta um comparativo entre as tecnologias de identificação mais utilizadas.

Tabela 1: Comparativo Entre Tecnologias de Identificação. Modificado de [3].

Aspectos	Código de Barras	Cartão de Memória	RFID Passivo	RFID Ativo
Capacidade de Alteração dos Dados.	Não alterável.	Alterável.	Alterável.	Alterável.
Segurança dos Dados.	Baixo nível de segurança.	Alto nível de segurança	Entre baixo e alto nível de segurança	Alto nível de segurança
Capacidade de armazenamento de dados.	Código de barras linear: de 8 a 30 caracteres.	Acima de 8 Mb	Acima de 64 Kb	Acima de 8 Mb
Custo relativo.	Baixo	Alto (mais de R\$ 2 por item)	Médio (menos de R\$ 0,50 por item).	Muito alto (entre R\$ 10 e 200 por item).
Padrão.	Padronizado	Proprietário, não padronizado.	Em evolução para padronização	Proprietário e evoluindo para abertura
Vida útil.	Curta	Longa	Indefinida	3 a 5 anos, dependendo da bateria.
Distância de leitura.	Até 1,5 metros com visada	Apenas por contato	15 metros, dependendo da frequência do sinal.	Até 100 metros
Rastreamento e localização.	Manual	Manual	Automático	Automático

O Sistema RFID é composto por três módulos: *tag* ou etiqueta é responsável pela identificação dos itens; o leitor constituído por leitor e antena, é responsável pelo reconhecimento da presença e leitura de suas informações; e o mediador (geralmente um computador) é responsável pela integração dos componentes a um sistema de informação. A Figura 1 apresenta um modelo de Sistema RFID.

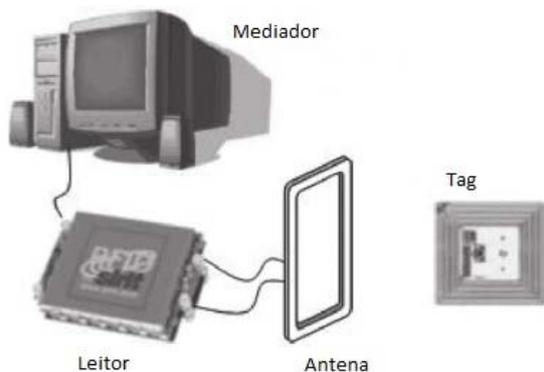


Figura 1: Composição de um sistema RFID. Modificada de [4].

A *tag* ou etiqueta é constituída de um CI (circuito integrado), uma antena e um encapsulamento. O CI é capaz de executar comandos específicos e armazenar informações e dados de identificação, sendo que a

capacidade de armazenamento de dados no CI varia de acordo com o modelo de cada *tag*. A antena prover a comunicação com o leitor RFID através da emissão de um sinal modulado. E o encapsulamento acopla o *chip* e a antena e protegendo a *tag*.

Com relação ao modelo da *tag* estes são classificados em passivo, semi-passivo e ativo. Os modelos passivos não possuem fonte própria de energia, necessitando da energia eletromagnética gerada e emitida pelos leitores RFID para o fornecimento da energia necessária ao funcionamento do CI e à comunicação. Modelos semi-passivos são dependentes do sinal do leitor para se comunicar, assim como os passivos, no entanto são constituídas por uma bateria interna, para alimentar o CI, que permite os processos de escrita e leitura como os presentes nos ativos. Os modelos ativos possuem sua própria fonte de energia, ou seja, possuem uma bateria acoplada que fornece a energia para a operacionalidade do chip e comunicação com o leitor RFID. A Tabela 2 apresenta os tipos de identificadores e suas descrições.

Tabela 2: Classes de Identificadores, [4].

Tipo	Descrição
Classe 0	Passiva, apenas leitura.
Classe 0+	Passiva, grava uma vez (mas usando protocolos da Classe 0).
Classe I	Passiva, grava uma vez.
Classe II	Passiva, grava uma vez com extras (como criptografia)
Classe III	Regravável, semi-passiva (chip com bateria, comunicações com energia do leitor), sensores integrados.
Classe IV	Regravável, ativa, identificadores “nos dois sentidos”, que podem conversar com outros identificadores, energizando suas próprias comunicações.
Classe V	Podem energizar e ler identificadores das Classes I, II e III e ler identificadores das Classes IV e V.

O leitor é responsável pelo envio da frequência portadora do comando de leitura, e também pela recepção e decodificação do sinal recebido, enviando-o diretamente ao mediador.

O mediador movimenta os dados entre as *tags* e o ERP. Além disto, a utilização do mediador para realização da interface do sistema RFID fornece recursos como: coleta de dados, direcionamento dos dados, gerenciamento de processos, gerenciamento de dispositivos, centro de processamento e interface do leitor.

A frequência operacional do sistema RFID é responsável por ativar o identificador. O espectro eletromagnético é dividido em baixa frequência (LF), alta frequência (HF), ultra-alta frequência (UHF) e microondas. O alcance de leitura de acordo com a frequência é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Aplicação dos Identificadores, conforme [3].

Características	LF	HF	UHF	Microondas
Frequência	< 135 KHz	10 a 13,56 MHz	850 a 950 MHz	2,5 a 5,8 GHz.
Alcance de Leitura	~ 10 cm	~ 1 m	2 a 5 m	~ 15 m

A Tabela 4 apresenta as características dos identificadores passivos, semi-passivos e ativos perante suas vantagens e desvantagens.

Tabela 4: Características dos identificadores, [4].

Classificação	Vantagens	Desvantagens
Passivo	Tempo de vida mais longo; Mecanicamente mais flexíveis Baixo custo.	Distância limitada entre quatro e cinco metros; Controlados rigorosamente pelas regulamentações locais
Semi-passivo e Ativo	Grande distância de comunicação; Podem ser usados para controlar outros dispositivos, como sensores; Não entram nas rigorosas regulamentações de alimentação, a que são impostos os elementos passivos.	Preço de produção maior, devido à matéria e aos materiais em que são embalados; Confiabilidade na identificação do estado da bateria, especialmente se submetidos a um ambiente com diversos identificadores; A rápida proliferação de dispositivos ativos representa um risco ambiental, devido aos produtos químicos utilizados nas baterias.

Analisando todas as informações e características definidas para o sistema, foi escolhido o uso de identificadores passivos. Essa escolha foi devida, principalmente, à vantagem de possuir baixo custo e apresentarem tempo de vida longo. O tipo de encapsulamento das *tags* foi o modelo cartão plástico, para possibilitar a limpeza dos equipamentos sem causar danos à etiqueta. Esta etiqueta será colada como as de tombamento.

Quanto à faixa de frequência escolhida, a UHF permite um alcance de leitura de 2 a 5 metros [4], como é apresentado na Tabela 3. Analisando as necessidades do hospital estudado em relação aos pontos de leituras

do sistema RFID a distância entre o leitor e a etiqueta apresenta-se nesta faixa de alcance.

O mediador utilizado no protótipo foi uma placa com microprocessador, memória flash, placa de rede e bateria de lítio CR2032. A estrutura desenvolvida possibilita o envio dos dados via rede e seu empilhamento, caso exista uma falha na comunicação com o servidor. Ainda, apresenta um custo reduzido em relação ao uso de um computador como mediador.

**Reestruturação do *iHospital*** – O *iHospital*, é um sistema de gestão de EMHs, implementado em plataforma livre, que funciona via *WEB*, desenvolvido em linguagem *PHP* e banco de dados *MySQL*, com o intuito de suprir as necessidades da rede de saúde pública do país [2].

A necessidade de gerenciar quantidades maiores de informações traz ao ERP a necessidade de reestruturação do banco de dados, bem como suas telas de cadastro e informações.

O protótipo de mediador utilizado apresenta uma placa de rede para comunicação com o servidor do *iHospital*, para aumentar a segurança, o sistema verifica o endereço MAC do mediador antes de permitir o acesso. Uma vez conectado, o mediador envia os dados alterando a localização do equipamento para o setor que o mediador pertence.

A reestruturação do *iHospital* foi realizada de forma modular para que os outros hospitais que o utilizam não sofram com a implantação da nova ferramenta. Para os testes, foi desenvolvido um clone do servidor existente no hospital alvo, para que os testes do sistema fossem validados sem interferir com o trabalho da equipe de Engenharia Clínica. Essa reestruturação foi realizada em duas fases, a análise de requisitos para a nova ferramenta, e a análise do sistema para enumerar as necessidades de alterações para o desenvolvimento da nova ferramenta.

A fase de análise de requisitos demonstrou as seguintes necessidades: diferenciar o setor ao qual o equipamento pertence da localização que este se encontra; gerar nível de permissão responsável pela modificação da localização dos equipamentos, uma vez que o sistema RFID automatiza este processo; e gerar alertas aos usuários para as mudanças de localização dos equipamentos, principalmente nos pontos de leitura RFID mais próximos às saídas do hospital.

Já a fase de análise de sistema gerou as seguintes alterações: criação dos campos *localização* e *tag\_rfid* na tabela *equipamentos*; criação do campo *alterar\_loc* na tabela *permissão*; criação dos campos *rfid* e *mac\_rfid* na tabela *usuários*; alteração das telas referentes a informações e cadastro dos equipamentos e criação de *trigger* para gerar alertas de modificações da localização dos EMHs.

## Resultados

Os resultados obtidos são referentes às mudanças estruturais do *iHospital* e aos testes cabíveis ao

protótipo (disponibilizado pela empresa privada parceira no projeto).

As mudanças estruturais do sistema demonstraram que o novo *iHospital* obteve o controle desejado para a automação da localização dos equipamentos, conforme Figura 2. O sistema gera alerta para alterações na localização dos EMHs, e previne as alterações desta informação para usuários sem permissão.

Tomb	No. Série	Equipamento	Fabricante	Local
12333		Destribulador	Ecasix	UTI

Figura 2: Tela de busca dos equipamentos, mostrando um exemplo, onde um equipamento pertencente à Urgência se encontra localizado na UTI.

A segurança do sistema conta com restrições referentes: a acesso ao endereço MAC da placa de rede do mediador; de tempo de conexão; e de acesso à rede interna do hospital. Desta forma nos testes de invasão ao sistema, mesmo com o conhecimento do endereço MAC para clonagem, ainda se torna necessário o conhecimento de como a informação é passada ao servidor, acesso rápido ao sistema e conexão com a rede interna do hospital, onde esta é “cabeada” e sem pontos extras para conexão de terceiros.

Os testes realizados no protótipo demonstraram que: o encapsulamento das etiquetas é resistente aos produtos de limpeza nos testes efetuados; a angulação de leitura do sistema RFID é próxima a 160 graus e a velocidade de movimento que permite a leitura é de 20 Km/h o suficiente para detectar um funcionário correndo com um desfibrilador de um setor a outro, por exemplo, para executar uma reanimação, um dos casos que requisita maior velocidade de deslocamento dentro do hospital.

## Discussão

Estudos, na área de Engenharia Clínica, informam a necessidade de rastreamento dos equipamentos médicos dentro dos EASs. Com isso, sistemas de identificação se revelam como uma ferramenta eficiente para o auxílio deste controle.

Na área hospitalar, sistemas de identificação por radiofrequência encontraram espaço inicial no acompanhamento dos medicamentos. Hoje, os sistemas RFID são empregados em hospitais para rastrear: equipamentos portáteis; bolsas de sangue, geralmente com o uso de *tags* ativas para acompanhar, por exemplo, a temperatura do sangue; e pacientes, geralmente com uso de *tags* ativas para gravação dos prontuários ajudando a assegurar que cada paciente receba a medicação adequada ou outros cuidados, reduzindo assim o risco de erros. Neste trabalho ele será utilizado para rastrear todos os EMHs do hospital alvo.

Os sistemas de RFID, que usam *tags* do tipo passivo, necessitam que o leitor envie energia para elas em forma de ondas de rádio, desta forma estes apresentam um valor mais elevado. Com o objetivo de redução dos custos do projeto, o mediador foi desenvolvido sendo composto por um microprocessador, uma placa de rede, uma memória flash e uma bateria de lítio CR2032.

O núcleo de Engenharia Clínica do hospital universitário está avaliando a interação entre os sistemas. Uma vez que a nova ferramenta seja aprovada, a alteração será disponível aos outros estabelecimentos cadastrados. E os devidos treinamentos para uso da nova ferramenta serão ofertados.

O *iHospital*, como *software* livre é disponível aos hospitais públicos do País. Este possibilita a verificação do parque tecnológico, e agora permite a rastreabilidade de todos os EMHs registrados no sistema, dentro de cada hospital cadastrado, em qualquer parte do Brasil. O Ministério da Saúde ou órgão competente pode analisar e verificar de forma *on-line* a situação dos equipamentos e os setores onde se encontram, nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde integrados ao sistema.

## Agradecimentos

Ao núcleo de Engenharia Clínica e a Direção do hospital que permitiram e colaboraram com a elaboração do trabalho.

Ao Ministério da Saúde pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento da primeira versão do sistema *iHospital*.

## Referências

- [1] Lucatelli MV. Estudo de Procedimentos de Manutenção Preventiva de Equipamentos Eletromédicos, [dissertação] Santa Catarina, Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.
- [2] Silva M G N M, Rodrigues M A B. Sistema de Informação para Gestão em engenharia Clínica. In: XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 2012, Porto de Galinhas-Ipojuca, p. 1233-1237.
- [3] Osaka W G. Plataforma para auxílio ao gerenciamento da tecnologia médico-hospitalar em ambientes assistenciais de saúde usando RFID, [dissertação] Santa Catarina, Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.
- [4] Marques CA, Furlan Jr. V, Muniz J, Chaves CA, Urias A. A tecnologia de identificadores de rádio frequência (RFID) na logística interna industrial: pesquisa exploratória numa empresa de usinados para o setor aeroespacial. Revista GEPROS- Gestão da Produção, Operações e Sistemas, ano 4, nº 2, 2009 abril/junho, p.109-122.
- [5] Tanenbaum AS, Wetherall D. Rede de Computadores. 5a ed. Pearson; 2011.
- [6] Centro de Excelência em RFID [internet]. 2014 Jun, Available from: [http://www.rfid-coe.com.br/\\_Portugues/SimposioRFID.aspx](http://www.rfid-coe.com.br/_Portugues/SimposioRFID.aspx).