



Universidade Federal de Campina Grande  
Centro de Engenharia Elétrica e Informática  
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica

Trabalho de Conclusão de Curso

Gerenciamento de Dados em Hospitais utilizando Sensores e

RFID

Aluno:

Leandro de Souza Vilante

leandrovilante@gmail.com

Orientador:

José Sérgio da Rocha Neto

zesergio@dee.ufcg.edu.br

Campina Grande, Fevereiro de 2007.



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

## Sumário

1. Objetivo.....	3
1.1 Objetivo Geral.....	3
1.2 Objetivos Específicos.....	3
2. Introdução.....	4
3. Tecnologia RFID.....	4
2.1 Componentes de um Sistema RFID.....	5
2.1.1 Leitor.....	5
2.1.2 Tags.....	6
2.2 Princípios de Operação.....	8
2.2.1 Tags.....	8
2.2.2 Procedimentos seqüenciais, <i>full</i> e <i>half duplex</i> .....	9
2.2.3 Acoplamento.....	10
2.2.4 Modulação.....	11
2.3 Limitações na Comunicação.....	11
4. Redes de Sensores.....	12
5. Banco de Informações de Centros de Saúde.....	13
5.1 Visão Geral.....	13
5.2 Descrição do Sistema.....	14
5.2.1 Servidor Web.....	15
5.2.2 PDA.....	16
6. Sistema de Monitoramento de Pacientes.....	17
6.1 Visão Geral.....	17
6.2 Descrição do Sistema.....	18
6.3 Modelo do Projeto.....	19
6.3.1 Sensores.....	19
6.3.2 Tags.....	19
6.3.3 Software para o Leitor RFID.....	20
6.3.4 Leitor RFID.....	20

6.4 Exemplo de projeto .....	21
7. Propostas Futuras .....	22
8. Conclusões .....	22
8. Referências Bibliográficas .....	23

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - COMPONENTES BÁSICOS DE UM SISTEMA RFID. ....	6
FIGURA 2 - LAYOUT BÁSICO DE TAGS. ESQUERDA, TAG ACOPLADO INDUTIVAMENTE. DIREITA, TAG DE MICROONDA COM ANTENA DIPOLAR. ....	7
FIGURA 3 – EXEMPLOS DE TAGS. ....	8
FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO DE SISTEMAS <i>FULL DUPLEX</i> , <i>HALF DUPLEX</i> E SEQÜENCIAIS AO LONGO DO TEMPO. TRANSFERÊNCIAS DO LEITOR PARA O TAG SÃO <i>DOWNLINKS</i> E DO TAG PARA O LEITOR SÃO <i>UPLINKS</i> . ....	10
FIGURA 5 – ACOPLAMENTOS INDUTIVO E <i>BACKSCATTER (PROPAGATION)</i> . ....	11
FIGURA 6 - <i>INTERFACE DO SERVIDOR WEB - SELEÇÃO DA INFORMAÇÃO</i> .....	15
FIGURA 7 - <i>INTERFACE DO SERVIDOR WEB – RESULTADOS DA BUSCA NO BANCO DE DADOS</i> .....	16
FIGURA 8 - LEITOR RFID CFC (ESQUERDA) E PDA (DIREITA) UTILIZADOS NOS TESTES.....	17
FIGURA 9 – MONITOR CARDÍACO HOLTER.....	19

# 1. Objetivo

## 1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um *software* para gerenciamento das informações dos pacientes de hospitais e centros de saúde, adquiridos através de sistema RFID, a fim de agilizar a pesquisa por histórico de pacientes e de doenças e reduzir o uso do papel.

## 1.2 Objetivos Específicos

Estudar a tecnologia de identificação RFID.

Desenvolver *softwares* para a rede de gerenciamento como um todo e para partes específicas do sistema.

Projetar um sistema integrando a tecnologia RFID e sensores a fim de auxiliar hospitais no monitoramento de pacientes.

Realizar simulações digitais das estruturas analisadas e implementar as estruturas práticas possíveis. Testar os modelos propostos, com o uso de dados obtidos por simulação digital e com dados reais obtidos com arranjos experimentais.

## 2. Introdução

RFID – *Radio Frequency Identification* – é uma área de identificação automática que tem ganhado bastante impulso nos últimos anos e está agora sendo vista como uma forma radical de melhorar processos de gerenciamento de dados.

A tendência para sistemas utilizados nas empresas é a integração dos mesmos. No caso dos hospitais, espera-se, num futuro próximo, ter pacientes crônicos com etiquetas RFID, de modo que será possível saber, além de sua localização, seus sinais vitais, proporcionando-lhe assistência quase imediata em situações de risco. Generalizar-se-á o uso de cartões eletrônicos que conterão o histórico clínico do paciente ou informações mais relevante do mesmo. Históricos clínicos de pacientes poderão ser acessados por equipes médicas de qualquer hospital cadastrado.

Já se utiliza, amplamente, implantes de *tags* RFID integrados a sensores para medição de temperatura em rebanhos de animais, mas o uso em aplicações biomédicas em seres humanos, embora muito pesquisado e cobijado, possui poucas implementações até o momento.

Sistemas de gerenciamento de dados são bastante difundidos. A proposta é utilizar RFID para ter as informações dos pacientes digitalizadas, desde sua chegada até a saída do hospital, substituindo os atuais prontuários. Estas informações serão passadas a um banco de dados, e estarão acessíveis a médicos e enfermeiros, cadastrados, a partir de qualquer computador dentro da rede local, ou virtual privada, do hospital.

No presente trabalho é apresentado um resumo acerca da tecnologia de identificação RFID e explana-se brevemente sobre sensores. O projeto do sistema de gerenciamento de dados de hospitais e os *softwares* desenvolvidos são apresentados. Adicionalmente, um projeto a ser aplicado a UTI's utilizando sensores e RFID para monitoramento de pacientes é discutido.

## 3. Tecnologia RFID

Em sistemas RFID a informação é armazenada num dispositivo eletrônico - o *transponder* (ou *tag*) - que é acoplado ao objeto a ser identificado. O fornecimento de energia para o

dispositivo portador de dados e a permuta de informações entre este dispositivo e o leitor (*reader*), é realizada utilizando-se campos magnéticos ou eletromagnéticos (FINKENZELLER 2003).

A frequência de operação do sistema pode variar de acordo com as especificações, padrões e regulamentações. As faixas de frequências mais comuns são as de baixa frequência (*Low Frequency*), em torno de 125 kHz, alta frequência (*High Frequency*) a 13,56 MHz, ultra alta frequência (*Ultra High Frequency*) a partir de 433 MHz e microondas (*Microwave*) entre 2,45 e 5,8 GHz. Basicamente a frequência define a taxa de transferência de dados entre o *tag* e o leitor. Quanto menor a frequência, menor será a taxa de transferência. Por outro lado, quanto maior a frequência, menor o tamanho da antena (portanto, menor o *tag*) e, maior será o alcance (BHUPTANI & MORADPOUR, 2005).

## 2.1 Componentes de um Sistema RFID

Um sistema RFID é basicamente composto de dois componentes (Figura 1):

- O interrogador ou leitor, que, dependendo do *design* e da tecnologia usada, pode ser um dispositivo de leitura ou leitura/escrita (neste documento, este dispositivo será referido como leitor, independente do tipo);
- O *tag*, que está localizado no objeto a ser identificado.

### 2.1.1 Leitor

Um leitor é um sistema tipicamente constituído de um módulo de rádio frequência (transmissor e receptor), uma unidade de controle e um elemento de acoplamento para o *tag* (bobina ou antena). Tem a função de energizar e efetuar a leitura/escrita nos *tags*, definir a frequência de operação do sistema RFID e comunicação com o *host*.

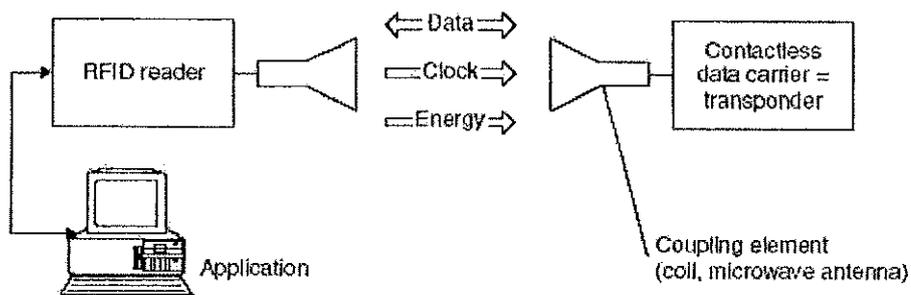


Figura 1 - Componentes básicos de um sistema RFID.

A função do leitor depende do tipo de *tag* utilizado no sistema RFID. No caso de *tags* passivos ou semi-ativos, o leitor fornece a energia requerida para ativar ou energizar o *tag* por meio do seu campo eletromagnético. O alcance deste campo é geralmente determinado pelo tamanho da antena de ambos os dispositivos e pela potência do leitor. O tamanho da antena geralmente é definido pelas necessidades da aplicação. Entretanto, a potência do leitor, que define a intensidade e o alcance do campo, é limitada por órgãos reguladores. Cada país tem seu próprio conjunto de padrões relacionado com a potência irradiada nas várias frequências.

As tarefas de ler e escrever dados nos *tags* requerem *softwares* sofisticados para assegurar confiabilidade, segurança e velocidade. Se o *tag* permite que dados sejam escritos em sua memória, esta pode ser inicializada de acordo com a aplicação específica. No caso de *tags* RW (*Read-Write*, de leitura e escrita) os dados podem ser alterados a qualquer momento, dependendo da necessidade.

O leitor é responsável pelo fluxo de dados entre o *tag* e o *host*. Ele se comunica com o *host* através de comunicação serial, *ethernet* ou *wireless* (sem fio).

### 2.1.2 Tags

O *tag* (Figura 2), que representa o 'dispositivo portador de dados' de um sistema RFID, normalmente consiste de um elemento de acoplamento (bobina ou antena) e um *microchip* eletrônico (CI), embora existam *tags* que não possuem CI (*tags* de 1-bit).

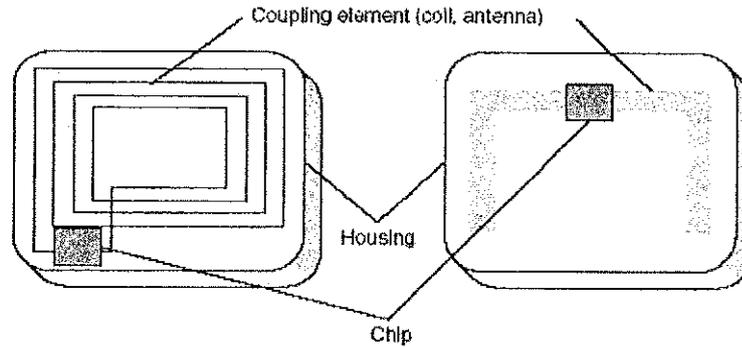


Figura 2 - Layout básico de tags. Esquerda, tag acoplado indutivamente. Direita, tag de microonda com antena dipolar.

Alguns tags só são ativados quando se encontram dentro da zona de interrogação de um leitor (tags passivos, descritos a seguir). Nesse caso, a energia requerida para ativar o tag é suprida através da unidade de acoplamento (sinal de rádio frequência), assim como a sincronização e os dados.

Quando um tag é interrogado, o dado em sua memória é recuperado e transmitido. Ele pode executar tarefas básicas de leitura/escrita ou manipular os dados em sua memória.

A memória do tag pode ser *read-write* (RW), *read-only* (RO) ou *write once-read many* (WORM). Na Figura 3 são apresentados exemplos de tags. Quanto ao tipo de alimentação, os tags podem ser classificados em passivos, ativos ou semi-ativos (semi-passivos).

A fonte de energia interna dos tags ativos permite que sua operação independa da presença do leitor, de modo que este tipo de tag pode realizar outras tarefas especializadas, além do envio de informações para o leitor, através de circuitos constituídos de microprocessadores, sensores e portas de entrada/saída alimentados pela fonte interna.

Os tags semi-ativos possuem uma bateria para prover energia de operação e para a realização de tarefas isoladas, como sensoriamento, mas utilizam a energia do leitor para transmissão de dados. Um tag semi-ativo pode oferecer melhor confiança de leitura no caso dos objetos não permitirem passar ou absorverem ondas de rádio frequência.

Tags passivos dependem exclusivamente da energia do leitor para funcionar, não podendo realizar outras tarefas que não a de responder ao leitor. Por não possuírem partes móveis são mais resistentes a ambientes rigorosos e geralmente são menores que os tags ativos e semi-ativos.



Figura 3 – Exemplos de tags.

Os sistemas mais comumente utilizados em aplicações que requerem leitura de ou sobre materiais metálicos, são os de baixa frequência, pois os tags nessa frequência são mais facilmente lidos 'através' de diversos materiais e não são tão sensíveis à orientação do campo de leitura como os de alta frequência.

Genericamente, tags de alta frequência possuem maior alcance de leitura e são menos sensíveis a ruídos que os de baixa frequência. Por outro lado, tags na faixa de microondas lêem a taxas mais altas que os de baixa frequência, mas tendem a ser dependentes de linha de visão (sensíveis à orientação do campo do leitor) e requerem mais potência.

## 2.2 Princípios de Operação

Alguns tipos de tags são descritos nesta sessão: tags sem *microchip* (de *1-bit*) e com *microchip*. Os processos de comunicação e acoplamento entre tags e leitor são citados, assim como os processos de modulação.

### 2.2.1 Tags

Sistemas baseados em tags de *1-bit* usualmente interpretam esses estados como: "tag na zona de interrogação" e "nenhum tag na zona de interrogação". A principal área de aplicação para esses tipos de tags é em sistemas eletrônicos antifurto de lojas, chamados de EAS (*Electronic Article Surveillance*).

*Tags* de 1-bit não utilizam *microchips*, armazenando e transmitindo seu estado de acordo com os seguintes processos de acoplamento: rádio frequência, microondas, divisão de frequência, eletromagnético e acustomagnético.

*Tags* que usam *microchips* como dispositivos de armazenamento de dados, possuem uma capacidade de armazenamento de até alguns kilobytes. A transferência de dados, para leitura ou escrita dos *tags*, é feita de maneira seqüencial, *full* ou *half-duplex*.

Os acoplamentos empregados nos sistemas que possuem *tags* com *microchip* podem ser indutivo, eletromagnético (*backscatter*), elétrico ou acoplamento próximo.

### 2.2.2 Procedimentos seqüenciais, *full* e *half duplex*

Os processos de transferência de dados para *tags* que utilizam *microchips* definem não apenas a comunicação, mas também a forma de alimentação para os *tags* sem bateria e, por conseguinte, a energia gasta pelo leitor para realizar as operações de leitura e escrita.

No processo *half duplex* (HDX) a transferência de dados do leitor para o *tag* se alterna com a transferência do *tag* para o leitor. Em frequências abaixo de 30 MHz ele é usado em conjunto com processo de 'modulação de carga' (*load modulation*) e acima de 100 MHz é usado com o processo de 'seção cruzada refletida modulada' (*modulated reflected cross-section*).

No processo *full duplex* (FDX) a transferência de dados do *tag* para o leitor ocorre ao mesmo tempo que a transferência do leitor para o *tag*. Em ambos os processos (FDX e HDX) a transferência de energia do leitor para o *tag* é contínua, ou seja, é independente da direção do fluxo de dados.

Em sistemas seqüenciais (SEQ), por outro lado, a transferência de energia do leitor para o *tag* ocorre apenas por um período de tempo limitado. A transferência de dados do *tag* para o leitor ocorre nas pausas entre o suprimento de energia para o *tag* (Figura 4).

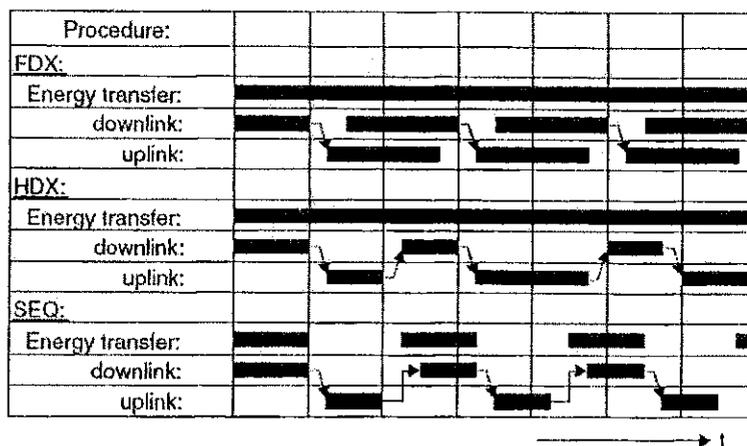


Figura 4 - Representação de sistemas *full duplex*, *half duplex* e seqüenciais ao longo do tempo. Transferências do leitor para o *tag* são *downlinks* e do *tag* para o leitor são *uplinks*.

### 2.2.3 Acoplamento

A transferência de dados, e energia de alimentação, nos sistemas RFID ocorre através de uma conexão entre o *tag* e o leitor conhecida como acoplamento. Este pode ser classificado como magnético (indutivo) ou eletromagnético (*backscatter* ou de propagação).

No acoplamento magnético o comprimento de onda do sinal emitido pelo leitor é várias vezes maior que a distância entre ele e o *tag*. O campo eletromagnético pode então ser tratado como um campo magnético alternado com relação à distância entre o *tag* e o leitor. Quando se trabalha em frequências superiores as do caso anterior, tem-se comprimentos de onda menores que a distancia de comunicação entre leitor e *tag*, portanto não podemos simplificar a análise da onda em termos da componente magnética, nesse caso o acoplamento é classificado como eletromagnético (Figura 5).

O *tag* absorve a energia enviada pelo leitor através de acoplamento magnético. Já no acoplamento *backscatter*, o *tag* "reflete" a resposta de volta para o leitor (similar à operação de um radar).

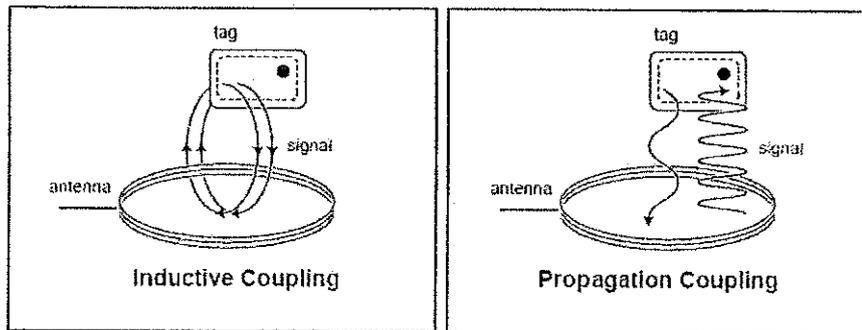


Figura 5 – Acoplamentos indutivo e *backscatter* (*propagation*).

### 2.2.4 Modulação

Todos os processos de modulação digital podem ser usados na transferência de dados do leitor para o *tag* em sistemas *full* e *half duplex*, independente da frequência de operação ou processo de acoplamento. Há três processos básicos:

- ASK: *amplitude shift keying*;
- FSK: *frequency shift keying*;
- PSK: *phase shift keying*.

Uma descrição acerca destes processos de modulação foge ao escopo do trabalho.

### 2.3 Limitações na Comunicação

Devido à natureza analógica dos sinais de rádio frequência, estes estão sujeitos a degradações causadas por interferências de fontes espúrias de RF e condições ambientais. A interferência pode ser causada pela proximidade de:

- Líquidos (como a água);
- Objetos metálicos;
- Elevada umidade;

- Temperaturas extremas;
- Máquinas;
- Dispositivos ou redes de comunicação *wireless* (operando na mesma frequência).

O grau com o qual cada um desses fatores afeta o desempenho de um sistema RFID depende da frequência de operação deste sistema. A capacidade de identificar a fonte de interferência tem um papel importante no sucesso da aplicação. Por esta razão, testes extensivos para permitir uma ótima implantação e instalação de cada componente são extremamente importantes.

No projeto do sistema de monitoramento de pacientes em UTI's, foi considerada a existência de materiais metálicos (leitos e outros móveis) e máquinas (equipamentos para monitoramento dos sinais vitais) como possíveis fontes de interferência.

## 4. Redes de Sensores

Em Fevereiro de 2003 o MIT's *Technology Review* (Revista de tecnologia do Instituto de Tecnologia de Massachusetts) previu que as redes de sensores seriam uma das mais importantes tecnologias num futuro próximo. Dependendo do tipo de aplicação para a qual a rede de sensores é projetada, ela possui diferentes características. São geralmente auto-organizadas, não possuem administração central e respondem dinamicamente às falhas em nós (conjunto sensor-*transceiver*, podendo incluir um micro-controlador) importantes na rede. Adicionalmente, gerenciam o movimento de nós na rede e possuem algum tipo de capacidade de roteamento "multi-salto" entre os nós. Os algoritmos de roteamento atuais geralmente são simplificados pelo fato dos esquemas de rotina serem predefinidos quando o objetivo dentro da rede for coletar dados dos nós. Desta forma, cada nó precisa apenas saber como enviar os dados na direção do nó que os coleta.

Usualmente deseja-se obter nós tão autônomos quanto possível, o que é importante em aplicações onde vigilância automática é desejável ou onde o ambiente é prejudicial aos humanos. Técnicas atuais tornam possível construir unidades extremamente pequenas que podem funcionar como nós numa rede de sensores e executar diversas tarefas.

A utilização de uma rede de sensores para auxílio no monitoramento de pacientes é uma opção viável. Ao se integrar sensores e *tags* RFID, obtém-se uma rede de sensores sem fios onde toda comunicação remota fica a cargo do sistema RFID. As informações do sensor serão armazenadas no *tag* que enviará a um leitor RFID em intervalos regulares para que este as repasse para o PC (computador) ao qual está conectado.

## **5. Banco de Informações de Centros de Saúde**

### **5.1 Visão Geral**

Atualmente a maioria dos hospitais e centros de saúde utiliza os chamados ‘prontuários’ para registrar informações relevantes sobre cada paciente, durante sua estadia no hospital. Estes prontuários são usados como referência para cada médico ou enfermeiro que auxilia no tratamento do paciente, tendo registrado sua patologia e tipo de medicação a ser administrada. Algumas vezes prontuários são trocados por engano e o profissional de saúde acaba administrando medicamentos errados, em alguns casos levando à morte do paciente. Os mesmos prontuários são arquivados nos hospitais e centros de saúde após os pacientes receberem alta, para posterior pesquisa dos profissionais daquela unidade de saúde, acumulando grandes quantidades de papel.

O uso da tecnologia RFID permitirá a digitalização destas informações e facilitará a identificação dos pacientes pelo uso de *tags* tipo crachás, que ficarão no hospital quando o paciente receber alta. Estas informações serão então passadas para um banco de dados que poderá ser acessado por qualquer profissional cadastrado, de qualquer unidade de saúde.

Ao se digitalizar tais informações, é possível eliminar a necessidade do uso de papel em quase 100%, reduzir a chance de se medicar erroneamente um paciente, pois o crachá ficará todo o tempo com o mesmo durante sua estadia no hospital, e haverá rápida partilha de informações entre hospitais cadastrados, pois estas estarão disponíveis na *internet* através de um servidor *web*.

## 5.2 Descrição do Sistema

As informações acerca dos pacientes e seu respectivo tratamento, histórico de doenças, sua vacinação, intervenções cirúrgicas a que foi submetido, bem como a sua história familiar, são atualizados num banco de dados. Uma vez que os centros de saúde de uma mesma rede hospitalar estejam ligados em rede de acesso privado, as informações contidas no banco de dados de qualquer unidade estarão disponíveis para as outras. Além de reduzir significativamente ou até dispensar o uso de papel, as informações poderão ser acessadas pelos médicos e enfermeiros em seus computadores de trabalho (MNI.PT, 2007).

O *software* para o servidor HTML (ROBINSON et al., 2004) foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação C# em conjunto com a tecnologia ASP (*Active Server Pages*). O *software* de leitura dos *tags* salva os dados dos crachás no PC servidor, podendo facilmente ser utilizados para atualizar o banco de dados, o qual foi criado utilizando o Microsoft Access. O ambiente permite que um funcionário possa atualizar as informações do banco de dados manualmente, de forma que toda a informação dos pacientes arquivada anteriormente em papéis pode ser disponibilizada no servidor.

O computador onde será executado o servidor *web* possuirá um leitor RFID para realizar o cadastro dos pacientes quando de sua chegada ao hospital e para resgatar as informações referentes ao seu tratamento, quando este deixar o hospital, para fins de atualização do banco de dados. Serão utilizados PDAs (*Personal Digital Assistant*), com leitores RFID CFC (*compact flash card*), para armazenar e coletar informações dos *tags* quando os pacientes estiverem em tratamento. Em cada sala onde repousarão os pacientes portando os *tags* RFID, deve haver um PDA para atualização do estado de saúde dos mesmos e de sua medicação pelo profissional responsável.

Os *softwares* foram testados com um sistema RFID operando a 125 kHz. A frequência de operação, a princípio, não é um fator limitante, pois não se precisa de uma elevada taxa de transferência de dados, e as leituras geralmente ocorrerão com o *tag* próximo ao leitor.

Os *tags* possuem memória limitada. Seus dados são, portanto, codificados antes de serem armazenados e decodificados após recuperados pelo leitor RFID.

## 5.2.1 Servidor *Web*

As informações do banco de dados estarão disponíveis aos médicos e enfermeiros através de um servidor *web* na *internet*. O usuário precisa ter um nome de usuário e senha cadastrados a fim de acessar as informações disponíveis no banco de dados, isto impede que alguém não pertencente às unidades hospitalares tenha acesso ao sistema.

Um computador, não necessariamente dedicado, deve executar o *software* para gerar o servidor *web* que receberá as conexões dos outros computadores, via *intranet* ou rede virtual privada. Nas figuras 6 e 7 vê-se a *interface* do servidor que foi desenvolvido.

O nome de usuário e a senha são digitados, permitindo ou não o acesso do usuário às informações do sistema, então uma patologia é escolhida (Figura 6).

http://localhost:1613/WebSite5/WebForm5.aspx

...: Sistema de Matrícula da UFCG (...), Mail :: INBOX, Centro de Saude de ...

---

**Bem Vindo ao Servidor Web do Centro de Saude de ...**

---

Busca de históricos clínicos online. 11:01:58

Seu Nome:	leandrovilante
Senha:	*****
Patologia:	Anemia Anemia Asma Depressão Disritmia cerebral Eczema atópico Hemofilia Infecção respiratória Leucemia Pneumonia

Figura 6 - *Interface* do servidor *Web* - Seleção da informação

Após clicar no botão de busca, todos os pacientes com aquela patologia, que já foram tratados no centro de saúde, são exibidos na tela (Figura 7).

A fim de inserir novas informações no banco de dados, executa-se um *software* no computador onde está sendo executado o servidor e efetua-se a leitura dos crachás com o leitor

RFID conectado a este computador. Este *software* lê as informações codificadas do *tag* compara com uma tabela, onde estão as informações textuais relativas a cada código, escrevendo o texto no banco de dados.

Seu Nome:

Senha:

Patologia:  ▼

Resultados da busca:

Código	Patologia	Paciente	Entrada no Hospital	Saída do Hospital	Tratamento
1	Asma	Joao	25/2/2006 00:00:00	28/2/2007 00:00:00	Inalacao de soro 3 vezes ao dia e uso de bomba quando fora do hospital.
2	Asma	Maria	26/2/2006 00:00:00	27/2/2006 00:00:00	Inalacao de soro 2 vezes ao dia.
6	Asma	Eva	28/8/2006 00:00:00	30/8/2006 00:00:00	Inalacao de soro 3 vezes ao dia.

Figura 7 - Interface do servidor Web – Resultados da busca no banco de dados

### 5.2.2 PDA

Utilizou-se um leitor RFID (CFC Reader AHL810), adquirido através da AcuProx (ACUPROX 2007), em conjunto com um PDA da Itronix (ITRONIX 2007) (Figura 8 - Leitor RFID CFC ). O leitor sendo inserido no PDA e controlado por *software*. A comunicação entre leitor e PDA é bidirecional sobre conexão RS-232, sem *handshaking*, a 9600 bps, 8 bits, 1 bit de paridade e 1 bit de parada (9600, 8E1).

O aplicativo utilizado nos testes, TCEDemo, foi desenvolvido e disponibilizado pela empresa alemã Elatec (ELATEC 2007), sendo carregado e executado no PDA, o qual possui a versão 4.20 do Windows CE.

O PDA é utilizado pelo médico ou enfermeiro para atualizar as informações no crachá do paciente, de acordo com a evolução de seu quadro clínico, e para recuperar essas informações sempre que necessário, dispensando o uso do prontuário.

Após um operação de leitura, o *software* armazena a informação do *tag* num arquivo de texto '.txt'. No caso do PDA o usuário deve consultar uma tabela contendo as informações textuais a fim de compreender o código gravado no *tag*. Da mesma forma, para atualizar as informações do *tag* a tabela deve ser consultada para se gravar o código correto.

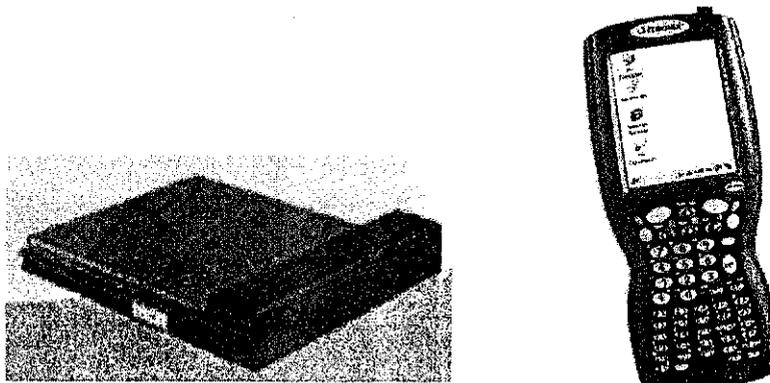


Figura 8 - Leitor RFID CFC (esquerda) e PDA (direita) utilizados nos testes.

## 6. Sistema de Monitoramento de Pacientes

### 6.1 Visão Geral

Nesta parte do trabalho é apresentada uma proposta de implementação de um sistema para monitoramento de pacientes em UTI's de centros de saúde e hospitais, composto de sensores de sinais biomédicos, micro-controladores, *tranceivers* e leitor RFID e um computador.

Vale ressaltar que esta proposta não foi efetivamente implementada durante o período de realização deste projeto, sendo apenas discutida aqui e deixada como ponto de partida para sua possível implementação num projeto futuro.

Usualmente, os pacientes internados em UTI precisam de monitoramento constante dos sinais vitais, além de equipamentos para mantê-los vivos (como os respiradores, por exemplo)

(MALUTA, 2007), não tendo condições de se locomover nem mesmo em cadeira de rodas. Nesse ambiente, usualmente existe um plantonista para atender os pacientes durante seu período de internação e garantir sua saúde no caso de anormalidades.

O sistema proposto facilitará o trabalho do profissional, pois permite a redução da quantidade de fios sobre o paciente, fornece aviso, sonoro e visual, através de um computador onde se encontra o enfermeiro de plantão, indicando qual paciente precisa de atenção e qual anormalidade e registra estas ocorrências para posterior análise e construção de histórico clínico.

## 6.2 Descrição do Sistema

O sistema visa substituir alguns equipamentos sensores que monitoram os sinais vitais dos pacientes internados em UTI's de centros de saúde por sensores integrados a *tags* RFID portáteis.

Um exemplo de equipamento portátil é o monitor Holter (Figura 9) utilizado para monitoramento cardíaco. É um dispositivo *store-and-forward* (de armazenamento e envio) que armazena o histórico cardíaco e eventos cardíacos irregulares do paciente e envia os dados para o hospital quando o paciente “disca” àquele em intervalos regulares. O sistema proposto tem características semelhantes, como portabilidade e monitoramento constante do paciente.

Admiti-se que numa sala de UTI de um centro de saúde ou hospital existe um computador. Este será usado para controlar o leitor RFID. Uma sala de UTI bem projetada é circular para permitir que os enfermeiros e médicos plantonistas vejam todos os leitos e possam distinguir qual (ou quais) paciente precisa de atenção ou medicação imediata, na ocorrência de eventos irregulares.



Figura 9 – Monitor cardíaco Holter

## 6.3 Modelo do Projeto

### 6.3.1 Sensores

O sensor integrado ao *tag* medirá a pressão sangüínea, pulso ou batimentos cardíacos do paciente. Um micro-controlador lerá estas informações a intervalos regulares e as armazenará na memória do *tag*, para serem enviadas ao leitor RFID.

### 6.3.2 Tags

As informações coletadas pelo sensor serão enviadas pelo *tag* RFID, a intervalos regulares, para o leitor, que repassa para um computador onde os dados são armazenados.

É preciso obter o maior alcance possível de leitura. Para garantir esse alcance sugere-se utilizar *tags* ativos, ou seja, que possuam bateria e possam iniciar o envio de dados para o leitor RFID. A bateria, além de suprir a potência para a transmissão do *tag*, servirá para alimentar o sensor conectado ao mesmo. A desvantagem do uso da bateria é que esta precisa ser substituída quando sua carga acabar, caso contrário o sistema de sensoriamento, (*tag* + micro-controlador + sensor) ficará inoperante.

Os *tags* devem possuir memória suficiente para armazenar, além dos dados do sensor, informações acerca do paciente, como nome, patologia e medicação. As informações do paciente

serão armazenadas na forma de um código que referencia uma tabela, num banco de dados, com a informação respectiva. Dependendo do sensor conectado ao *tag* uma memória de 8 *bytes* é suficiente para armazenar os códigos e os dados do sensor.

### **6.3.3 Software para o Leitor RFID**

Será executado num computador no centro da sala da UTI. O *software* tem a função de controlar o leitor RFID, analisar e gerenciar os dados recebidos pelo mesmo e fornecer alertas em caso de anormalidade com algum dos pacientes monitorados.

O *software* avaliará os dados dos sensores, enviados regularmente pelos *tags*, e determinará quando ocorre uma anormalidade. No caso de uma ocorrência deste tipo, o computador emitirá aviso sonoro e visual indicando qual paciente está sofrendo o evento e qual a anormalidade. Esses eventos irregulares são armazenados para uma posterior análise e para construção do histórico clínico do paciente.

### **6.3.4 Leitor RFID**

A frequência de operação do sistema RFID definirá a taxa de transferência de dados entre o *tag* e o leitor. À frequência de operação de UHF, em torno de 900 MHz, é possível ler cerca de 48 *bytes* por segundo, ou seja, 6 *tags* de 8 *bytes*. Numa UTI com 12 pacientes, todos os *tags* são, portanto, lidos em 2 segundos. Somando o tempo necessário para o leitor passar os dados ao computador através da serial numa taxa de 9600 bps, o que leva cerca de 40 ms, mais o tempo de processamento do *software*, que varia de computador para computador, temos a limitação de atualização dos dados como sendo uma vez a cada 3 segundos ou pouco mais de 2 segundos caso o computador utilizado possa processar rapidamente. A rapidez do computador conectado ao leitor é uma característica desejável, e objetiva, além de não atrasar a atualização dos sinais dos pacientes, permitir que outras atividades, como atualizar o banco de dados e dar aviso sonoro e visual ao plantonista, sejam realizadas concomitantemente, quando necessário.

O alcance a ser definido para envio e recebimento de dados entre leitor RFID e *tags* dependerá, sobretudo, do tamanho da sala onde os pacientes se encontram. Sugere-se o projeto de

um leitor com raio de leitura de 4 m, devendo ser este alcance incrementado caso necessário, dadas as dimensões da sala de UTI.

#### **6.4 Exemplo de projeto**

Álvarez et al. (2005), projetou um sistema para monitoramento de parâmetros biológicos e fisiológicos de desportistas. Em seu projeto utilizou, para cada módulo sensor, um microcontrolador PIC16F88 da microchip, uma bateria CR2032 da Panasonic, e um *transceiver (tag)* do fabricante Chipcon, CC2500, que opera na faixa de microondas a 2,4 GHz.

Seu projeto pode servir como referência para a implementação do sistema de monitoramento de pacientes, aqui apresentado e discutido.

## 7. Propostas Futuras

O servidor pode fornecer mais informações acerca de cada paciente, como endereço, médico responsável pelo tratamento, um *link* para o histórico do paciente e da família do paciente, entre outros, em sua implementação real.

Um *software* pode ser desenvolvido para o PDA a fim de servir de codificador e decodificador para o usuário, eliminando a necessidade de consulta a uma tabela, e conseqüentemente reduzindo as chances de erro de interpretação.

O sistema de monitoramento pode ser expandido para permitir mais de um leitor RFID conectado ao computador no centro da UTI, de modo a cobrir uma sala com mais leitos.

O *hardware* discutido, para o monitoramento de pacientes, pode ser desenvolvido.

## 8. Conclusões

O projeto desenvolvido, lida com o uso da tecnologia RFID para, diretamente, implementar um banco de dados digital de pacientes e indiretamente reduzir o acúmulo de papel ou até mesmo eliminar sua necessidade em hospitais. A idéia além do projeto é contribuir com a preservação do meio ambiente através da redução do desmatamento, uma questão que deve ser lembrada em todo e qualquer projeto de engenharia.

Uma proposta de projeto para monitoramento de pacientes em UTIs foi idealizada e discutida. Sua idéia é facilitar a vida dos plantonistas de UTI's. Atualmente estes profissionais devem estar atentos para ouvir os "bips" dos equipamentos de monitoramento, identificar de onde vem o som para saber qual paciente precisa de atenção imediata, verificar qual o problema com ele e então prestar os devidos cuidados. O sistema proposto elimina todas as etapas, sendo capaz de identificar o paciente e o problema prontamente, através de análise por *software*.

Embora o sistema de monitoramento não tenha sido desenvolvido, deve ficar como referência para trabalhos futuros nesta área que utiliza engenharia para auxiliar profissionais de saúde no tratamento de pacientes crônicos.

## 8. Referências Bibliográficas

ÁLVAREZ, A. A.; DURO, J. A.; HIGUEIRA, A. G.; RUZ, M. F. Biosensores para medicina deportiva mediante tecnología RFID aplicados en el entrenamiento de alto rendimiento. In: IX CONGRESO DE INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN, 9, 2005, GIRÓN.

ACUPROX, <http://www.acuprox.com>. Acesso em 12 de março de 2007.

BHRUPTANI, Manish; MORADPOUR, Shahram. **RFID Field Guide – Deploying Radio Frequency Identification Systems**, Prentice Hall, February 2005.

ELATEC, <http://www.elatecworld.com>. Acesso em 20 de abril de 2007.

FINKENZELLER, Klaus. **RFID Handbook**, 2nd ed., Wiley, 2003.

ITRONIX, <http://www.itronix.com>. Acesso em 10 de março de 2007.

LAHIRI, Sandip. **RFID Sourcebook**, IBM Press, September 2005.

MALUTA, Lílíam Carla Gaioto. **Pesquisa e Projeto de uma Aplicação em Computação Móvel para Monitoramento de Pacientes em UTI**. [http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/lilíam\\_maluta/monitor\\_uti\\_02.html](http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/lilíam_maluta/monitor_uti_02.html). Acesso em 28 de Abril de 2007.

MNI.PT. **Hospital de Chaves e Centros Saúde Odemira e Portalegre livres de todo o papel**. [http://www.mni.pt/mni-noticia.php?sel\\_men=&mni\\_noticia\\_id=89&MNI=0158fb3635abc42ae012bc822f056966](http://www.mni.pt/mni-noticia.php?sel_men=&mni_noticia_id=89&MNI=0158fb3635abc42ae012bc822f056966). Acesso em 28 de Abril de 2007.

ROBINSON, Simon; NAGEL, Christian; GLYNN, Jay; SKINNER, Morgan; WATSON, Karli; EVJEN, Bill; **Professional C#**, 3<sup>rd</sup> ed., Willey, 2004.

SHEPARD, Steven. **RFID – Radio Frequency Identification**, Mc Graw Hill, 2005.