

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E GEOTECNIA  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM LOGÍSTICA ESTRATÉGICA E  
SISTEMAS DE TRANSPORTE**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA BASEADA EM RFID PARA  
CONTROLE DE ESTOQUE E CONTROLE DE MOVIMENTAÇÕES DE  
EQUIPAMENTOS HOSPITALARES**

**Monografia**

**Bruno Perché Pinto**

**Belo Horizonte, 2013**

**Bruno Perché Pinto**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA BASEADA EM RFID PARA  
CONTROLE DE ESTOQUE E CONTROLE DE MOVIMENTAÇÕES DE  
EQUIPAMENTOS HOSPITALARES**

**Trabalho apresentado ao Curso de  
Especialização em Logística Estratégica e  
Sistemas de Transporte, da Escola de Engenharia  
da Universidade Federal de Minas Gerais, como  
requisito parcial à obtenção do Título de  
Especialista em Logística Estratégica e Sistemas  
de Transporte.**

**Orientador: Prof. Antonio Artur de Souza, Ph.D.**

**Belo Horizonte, 2013**

P659d

Pinto, Bruno Perché.

Desenvolvimento de uma ferramenta baseada em RFID para controle de estoque e controle de movimentações de equipamentos hospitalares [manuscrito] / Bruno Perché Pinto. – 2013.  
73 f., enc.: il.

Orientador: Antonio Artur de Souza.

Trabalho apresentado ao Curso de Especialização em Logística Estratégica e Sistema de Transporte, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do Título de Especialista em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte.

Bibliografia: f. 6-32.

1. Logística empresarial. 2. Hospitais - Departamento de engenharia.  
3. Hospitais - Equipamento. I. Souza, Antonio Artur de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 658.7

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA BASEADA EM RFID PARA  
CONTROLE DE ESTOQUE E CONTROLE DE MOVIMENTAÇÕES DE  
EQUIPAMENTOS HOSPITALARES**

**Bruno Perché Pinto**

**Este trabalho foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de Especialista em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora.**

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Antonio Artur de Souza, Ph. D**  
Orientador

**Prof. Leise Kelli de Oliveira**  
Avaliadora

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus a força e sabedoria.

Agradeço aos meus pais Gilberto e Ângela. Em especial a minha noiva Raquel, que foi paciente durante todo o curso e se tornou o meu braço direito para a finalização desta monografia.

Aos meus amigos do CELEST pela agradável convivência.

Aos professores, em especial ao professor Antônio Artur de Souza, pelos os ensinamentos e lições passadas durante o curso.

Aos amigos Anna Carolina e demais pesquisadores do NEGEC.

# SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	Tema e Problema .....	1
1.2	Objetivos .....	3
1.3	Justificativa.....	3
1.4	Estrutura do trabalho .....	4
2.	A TECNOLOGIA RFID.....	6
2.1	Histórico do RFID .....	6
2.2	Arquitetura Clássica da Tecnologia RFID.....	7
2.2.1	Etiquetas RFID ( <i>Tag</i> ) .....	8
2.2.2	Leitores ( <i>Reader</i> ).....	16
2.2.3	<i>Middleware</i> .....	22
2.3	Aplicabilidades do RFID .....	23
2.3.1	Sem Parar/Via Fácil.....	23
2.3.2	Uso em Bovinos .....	25
2.3.3	Uso em Indústria Automotiva.....	25
2.3.4	Segurança e Controle de Acesso.....	26
2.3.5	Uso em bagagens .....	26
2.3.6	Farmacêutica e Hospitalar .....	27
2.3.7	Estoque em lojas.....	27
3.	SISTEMAS DE INFORMAÇÕES EM HOSPITAIS .....	29
4.	METODOLOGIA.....	33
5.	DESCRIÇÃO DO CASO ESTUDADO .....	35
5.1	Departamento Engenharia Clínica .....	35
5.2	Logística Hospitalar.....	36
5.3	Gestão de Estoques em Hospitais .....	38
5.4	Gestão da Movimentação de Equipamentos Hospitalares .....	39
5.5	Desafios atuais na Logística Hospitalar .....	40
6.	PROTÓTIPO DA FERRAMENTA RFID.....	44
6.1	Projeto Arquitetural .....	44
6.2	Rifidi.....	46
6.3	<i>Fosstrak</i> .....	51
6.3.1	Arquitetura utilizada com o <i>Fosstrak</i> .....	52
6.4	Controle de Estoque e Controle de Movimentações de Equipamentos Hospitalares.....	53
6.4.1	Descrição Geral .....	53
6.4.2	Características dos Usuários .....	54
6.4.3	Diagrama de Casos de Uso .....	57
6.4.4	Requisitos .....	59
6.4.5	Diagrama de Classes.....	60

6.4.6 Modelo de dados.....	62
6.4.7 <i>Layout</i> Proposto.....	64
7. CONCLUSÃO.....	66
7.1 Limitações .....	67
REFERÊNCIAS .....	69

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Componentes de um Sistema RFID .....	8
FIGURA 2 - Estrutura da TAG. ....	9
FIGURA 3 – Regiões para normatização do uso de rádio frequência .....	13
FIGURA 4 – Estrutura do código EPC .....	16
FIGURA 5 - Componente físico de um leitor .....	18
FIGURA 6 - Componentes lógicos de um leitor .....	18
FIGURA 7 - <i>Reader</i> Portal.....	19
FIGURA 8 - <i>Reader</i> Tunel.....	20
FIGURA 9 - <i>Reader</i> Portátil.....	20
FIGURA 10 - <i>Reader</i> Embarcado .....	21
FIGURA 11 - <i>Reader</i> Prateleira Inteligente .....	21
FIGURA 12 – Veículo passando na pista devidamente sinalizada.....	24
FIGURA 13 – Partes do sistema RFID e a integração para coleta dos dados .....	24
FIGURA 14 – Bagagem com RFID .....	27
FIGURA 15 - Sistema de Informação Hospitalar Integrado .....	30
FIGURA 16 - Processo para recebimento/cadastro/distribuição/treinamento de equipamentos novos.....	41
FIGURA 17 - Diagrama de pacotes do projeto .....	45
FIGURA 18 - Ecossistema do Rifidi .....	46
FIGURA 19 - Ecossistema do Rifidi .....	48
FIGURA 20 - Tela do Rifidi Designer .....	50
FIGURA 21 - Arquitetura da utilização do <i>Fosstrak</i> .....	52
FIGURA 22 - Diagrama de classe do CECMEH .....	61
FIGURA 23 - Modelo de dados do projeto .....	63
FIGURA 24 - LayOut proposto.....	65



## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – Faixa de frequência.....	14
-------------------------------------	----

## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1 – Listagem dos tipos de mobilidades dos leitores.....	19
QUADRO 2 – Listagem dos requisitos funcionais atendidos pelo protótipo .....	59
QUADRO 3 – Listagem dos requisitos não funcionais atendidos pelo protótipo .....	60
QUADRO 4 – Descrição das funcionalidades de cada uma das classes .....	62

## RESUMO

O desenvolvimento de novas tecnologias sem fios tem permitido às empresas suportarem os seus modelos de negócio de forma automatizada. Uma das tecnologias que mais tem impulsionado esta automação é o RFID (*Radio Frequency Identifier*), que permite acesso em tempo real a informação sobre a localização de bens e equipamentos. Consistente destas novas oportunidades, o enfoque deste trabalho é desenvolver uma ferramenta baseada em RFID para controle de estoque e controle de movimentações de equipamentos hospitalares (CECMEH) integrados à logística hospitalar a fim de proporcionar a gestão dos ativos hospitalares, focada no almoxarifado do setor de Engenharia Clínica (EC) em um hospital público de Belo Horizonte. Para a consecução dos objetivos propostos, optou-se por um estudo qualitativo por meio de uma abordagem descritiva. Quanto à estratégia, o estudo assumiu a forma de estudo de caso, em que os dados do Hospital A foram coletados por meio da realização de entrevistas semi-estruturadas, além de utilizar as técnicas de observação direta e pesquisa em documentos. As transcrições dessas entrevistas foram examinadas por meio de análise de conteúdo. As respostas obtidas foram analisadas e perceberam-se os seguintes problemas existentes: falta de definição do fluxo de processos, falta de definição de responsabilidades entre os funcionários do setor, falta de tecnologia para suportar as atividades do setor, falta de controle e recurso para a identificação da localização dos equipamentos no hospital, falta de transparência na gestão do setor, falta de organização das atividades no setor e conseqüentemente, problemas nos gerenciamentos dos ativos do hospital. A considerar os relatos do gestor e à luz da literatura conclui-se que os processos logísticos do hospital precisam ser reestruturados para que haja uma maior interação entre eles em prol de uma melhor gestão da logística hospitalar. Todavia, esses problemas podem ser solucionados ou minimizados com a implantação do sistema que utiliza da tecnologia RFID a fim de proporcionar a gestão dos ativos hospitalares, bem como a definição e a implementação do mapa dos processos do setor do hospital.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Tema e Problema

Com a evolução da tecnologia, as empresas têm ganhado uma nova maneira de fazer negócios, e de gerenciar grandes quantidades de informações. É cada vez mais intensa a aplicação das novas tecnologias sem fio na sociedade atual, fato que tem provocado muitas mudanças nos hábitos e no comportamento das pessoas.

A evolução da tecnologia de informação junto com a redução de seus custos tem sido fundamental para o alcance do controle e a gestão da cadeia de suprimentos. O código de barras é uma solução tecnológica viável para o controle parcial de uma cadeia de suprimentos, mas hoje, devido a limitações de sua aplicação, as empresas vêm buscando conhecer e implementar a tecnologia de identificação por rádio-frequência (RFID) (SCAVARDA, FILHO e KRAEMER, 2005).

A tecnologia RFID não é um produto isolado, mas sim um sistema que pode ser definido como uma tecnologia de identificação automática através de sinais de rádio, permitindo a recuperação e o armazenamento de dados remotamente através de dispositivos chamado de etiqueta de radio identificação (*tags*), um pequeno objeto que poderá ser afixado e/ou incorporado em um produto ou até mesmo num ser vivo.

Segundo Junior A. D., Efrom e Kraemer (2005), a tecnologia RFID ganha em confiabilidade (uma vez que códigos de barras tendem a apagar com o tempo), facilidade de leitura (*tags* podem estar dentro d'água, lama, ou circundados por metal) e não precisam de leitor apontando diretamente para ele, ou seja, não necessita de visada. Além disso, como a captura de dados é feita de forma automática, existe a redução de falhas humanas no processo. Tais tecnologias proporcionam elevado grau de integração, na medida em que possibilitam a atualização das informações em tempo real.

Atualmente, a tecnologia de identificação por rádio frequência já esta muito difundida, sendo amplamente utilizada no nosso dia-a-dia. Como exemplos de utilização, o hospital Albert Einstein, um dos hospitais mais conceituados da América Latina, implantou um projeto para solucionar a localização de equipamentos hospitalares e outra solução para controlar a temperatura das geladeiras, ambas as soluções utilizando-se da tecnologia RFID. Crachás de

acesso em muitas empresas funcionam com RFID, observamos também o seu funcionamento em alarmes de carros, sistemas antifurtos das lojas de departamento, em pacientes de hospitais, sistemas de inventário, rastreamento de produtos, gestão de ativos, bibliotecas, telemetria, no sistema de pagamento automático de pedágios “Sem Parar” entre diversas outras aplicabilidades existentes.

Assim como no processo de automação industrial e comercial, os hospitais passam também a se inserir no contexto da automação. Desta forma, buscam-se soluções que possam automatizar os seus processos, de forma a torná-los mais seguros e com custo operacional mais baixo. O setor de saúde apresenta uma demanda muito grande por tecnologias voltadas a liberar os profissionais de saúde para que eles possam se concentrar em atividades mais importantes como o atendimento aos pacientes de maneira mais ágil e eficiente (JUNIOR H. B. *et al*, 2008).

Segundo Barbosa, Musetti e Careta (2010), a gestão hospitalar é considerada uma atividade complexa, pois envolve a realização de vários processos distintos, ou seja, numa unidade hospitalar pode ser encontrado além do serviço de saúde, um hotel, um laboratório, um restaurante, uma lavanderia, um serviço de manutenção, uma farmácia, um hemocentro além de outros serviços que dependem de suprimentos, exigindo dessa forma, atenção e controle especializados no que se refere aos seus fluxos de materiais. Além disso, o setor é regido por um grande número de leis e regulamentações.

Poulin (2003) destaca que 30% do total das despesas de um hospital são investidos em atividades logísticas e a metade desses custos poderia ser eliminada por meio de uma boa gestão dessa atividade. Problemas em controle de estoques, uma das atividades primárias da logística, por exemplo, poderia levar a falta de medicamentos e/ou materiais, comprometendo diretamente a atividade fim de uma organização hospitalar (APTEL e POURJALALI, 2001).

Para manter o controle sobre os ativos hospitalares, os gestores de hospitais e clínicas médicas passam por grandes desafios. Gerenciar equipamentos, material hospitalar, medicamentos, banco de sangue, roupas de cama, vestuários e utensílios geralmente não são tarefas triviais. O controle desses ativos têm influência direta no custo das organizações médicas, o desperdício e mal uso do patrimônio hospitalar e a sua utilização indevida, têm contribuído para o aumento dos prejuízos dessas organizações. Uma solução eficaz é requerida para que tais ativos possam ser melhores gerenciados, tanto no sentido de sua

localização para uso imediato pelos médicos e enfermeiros, bem como na gestão dos estoques e dos ciclos de manutenção preventiva e, corretiva. A utilização da tecnologia RFID pode ser a solução definitiva para esses desafios.

## 1.2 Objetivos

Este estudo tem como objetivo geral desenvolver uma ferramenta baseada em RFID para controle de estoque e controle de movimentações de equipamentos hospitalares, integrados à logística hospitalar, a fim de proporcionar a gestão dos ativos do mesmo. Para alcançar os objetivos gerais, levantaram-se os seguintes objetivos específicos:

1. Modelar as atividades desenvolvidas no departamento de Engenharia Clínica do Hospital;
2. Especificar as funcionalidades da ferramenta baseada em RFID para controle de estoque e controle de movimentações de equipamentos hospitalares;
3. Implementar um protótipo de ferramenta para realizar a gestão e o controle dos ativos do hospital, permitindo a monitoração e o rastreamento do equipamento utilizando-se da tecnologia RFID;
4. Descrever como os custos de desenvolvimento e implantação de um protótipo experimental podem ser reduzidos, utilizando-se de ferramentas *open-source* que implementam um *middleware* RFID;
5. Testar e validar o protótipo;

## 1.3 Justificativa

Segundo Medeiros *et al*, (2008), ao se discorrer sobre as atividades de logística hospitalar interna nos hospitais (sejam eles públicos ou privados) podem-se analisar todas as atividades que envolvem seus processos, como, por exemplo, a solicitação de materiais, o processo de compra, o recebimento das mercadorias compradas, a conferência, o cadastro de entrada das mercadorias no almoxarifado, o armazenamento adequado das mercadorias, o recebimento das solicitações de consumo dos setores, a preparação do pedido, a entrega do material solicitado e o registro da saída dos materiais. Para cada uma das atividades

suprarrelacionadas, deve-se avaliar o seu grau de importância e a melhor forma de organização, a fim de que se possa construir um bom gerenciamento de materiais à logística hospitalar e, conseqüentemente, contribuir para a redução dos custos destas instituições.

Segundo Esquia (2010), a administração de materiais na área da saúde é mais complexa do que a de outros segmentos da economia, pois os medicamentos e materiais de enfermagem amontoam aos milhares; tem exíguo prazo de validade; requerem conservação a baixa temperatura; devem ser passíveis de rastreabilidade; são facilmente furtados; apresentam-se sob as formas mais diversas, desde comprimidos até injetáveis; as doses individuais devem ser diariamente prescritas, preparadas, baixadas dos estoques, ministradas ao paciente e faturadas sem omissão nem erros; e finalmente, os resíduos contaminados devem ser removidos e incinerados em extremo cuidado.

Um sistema de monitoração, controle de estoque e rastreamento de ativos hospitalares por RFID, possibilita a partir da definição do acervo a ser controlado e da definição das plantas de edificação da organização médica, o acompanhamento do movimento de entrada/saída dos estoques de materiais, bem como do deslocamento dos equipamentos e suprimentos dentro do ambiente hospitalar.

Dada a importância do desenvolvimento de um protótipo experimental, que represente da melhor forma possível o ambiente real, este estudo tem como um dos objetivos, mostrar como os custos de desenvolvimento e implantação de um protótipo experimental podem ser reduzidos, utilizando ferramentas *open-source* que implementam um *middleware* RFID.

Outra grande importância está relacionada ao discernimento do conhecimento, visto que esta tecnologia tem crescido muito, sendo hoje elemento chave na estratégia competitiva das empresas. Neste contexto, o controle e a gestão da cadeia de suprimento é um objetivo perseguido pelas empresas. A evolução da tecnologia de informação junto com a redução de seus custos tem sido fundamental para o alcance deste objetivo.

#### **1.4 Estrutura do trabalho**

O presente trabalho está dividido em sete capítulos, incluindo esta Introdução que contém os objetivos de estudo, a justificativa e a relevância do tema estudado. O Capítulo 2 apresenta o levantamento bibliográfico abordando os assuntos referentes à tecnologia RFID, em que serão abordados: o surgimento do RFID, os componentes desta tecnologia sem fio,

alguns exemplos da aplicabilidade do RFID. O capítulo 3 aborda os sistemas de informações em hospitais (SIH). O Capítulo 4 caracteriza a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa. No Capítulo 5 é descrito o caso estudado onde são expostas as dificuldades encontradas no gerenciamento dos ativos do Hospital. O Capítulo 6 apresenta o protótipo da ferramenta e técnicas para reduzir o custo de implantação de um sistema RFID através das ferramentas *open-source* e *freeware* que implementam um *middleware* RFID. O Capítulo 7 apresenta as conclusões deste trabalho, juntamente com suas limitações e sugestões para pesquisas futuras.

## 2. A TECNOLOGIA RFID

A RFID pode ser vista como um sistema que possibilita a identificação, a localização e a monitorização de itens através de ondas rádio. Devido à sua grande capacidade de identificação de bens materiais em tempo real e/ou localização de objetos a grandes distâncias, a RFID começou a ter uma forte influência na indústria e a ter um papel preponderante no comércio mundial.

Este capítulo descreve os conceitos gerais envolvidos na tecnologia RFID, seu histórico, seus componentes, sua aplicação. Esses conceitos são necessários para o desenvolvimento e entendimento de todos os processos e agentes envolvidos na tecnologia RFID.

Na seção 2.1, explicitam-se a história do surgimento do RFID. Na seção 2.2, explicam-se os componentes que integram a tecnologia RFID. Na seção 2.3, descrevem-se a aplicabilidade da tecnologia RFID.

### 2.1 Histórico do RFID

O desenvolvimento da tecnologia RFID teve origem na Segunda Guerra Mundial pelo uso da tecnologia de transmissão por rádio frequência em conjunto com a identificação automática. Sob o comando de Watson-Watt, que chefiou um projeto secreto, os britânicos criaram o primeiro identificador ativo de amigo ou inimigo (IFF, *identify friend or foe*). Foi colocado um transmissor em cada avião britânico. Quando esses transmissores recebiam sinais das estações de radar no solo, começavam a transmitir um sinal de resposta, que identificava o avião como amigo (GINES; TSAI, 2007).

De acordo com Junior H (2006), a tecnologia de RFID tem suas raízes nos sistemas de radares utilizados na Segunda Guerra Mundial, para avisá-los com antecedência de aviões enquanto eles ainda estavam bem distantes. O problema era identificar dentre esses aviões qual era inimigo e qual era aliado. Os alemães então descobriram que se os seus pilotos girassem seus aviões quando estivessem retornando à base iriam modificar o sinal de rádio que seria refletido de volta ao radar. Esse método simples alertava os técnicos responsáveis pelo radar que se tratava de aviões alemães (esse foi, essencialmente, considerado o primeiro sistema passivo de RFID). Mas foram os ingleses que desenvolveram o primeiro sistema de RFID ativo o IFF (*Identify Friend or Foe*). Foi colocado um transmissor em cada avião



Britânico sendo que quando esses transmissores recebiam sinais das estações de radares no solo, começavam a transmitir um sinal de resposta, que identificava o avião como *Friendly* (amigo).

Nos anos 1950 e 1960 houve grandes avanços na área de radiofrequência para identificação remota de objetos, como sistemas de antifurto. Já nos anos 1970 surgem as primeiras patentes RFID, sistemas ativos e passivos começam a surgir, possibilitando novas idéias e aplicações para a nova tecnologia. E nos anos 1980 começaram comercializar a tecnologia, através de um sistema desenvolvido a pedido do departamento de energia dos Estados Unidos no laboratório nacional Los Alamos, marcando a história de tecnologia radiofrequência (RFID JOURNAL, 2012).

Já nas décadas posteriores, os interesses acadêmicos e comerciais já não se concentravam na identificação de aeronaves, mas na possibilidade de identificar objetos de modo remoto por meio de ondas de rádio. Essa nova abordagem RFID se baseava no mesmo princípio básico da identificação de aviões, de enviar e receber ondas eletromagnéticas (ACURA, 2010).

A tecnologia RFID moderna chegou somente na década de 1990 com a miniaturização dos componentes, reduzindo assim o consumo de energia. Os *transponders* RFID puderam, desta forma, ser alimentados pelo campo eletromagnético do equipamento que o requisita. Além do mais, com a utilização da memória EEPROM (*Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory*) ao invés da memória RAM (*Random Access Memory*), não era mais necessário ter uma bateria alimentando constantemente o *transponder* a fim e suprir a permanência dos dados na memória (GINES, TSAI, 2007).

## 2.2 Arquitetura Clássica da Tecnologia RFID

Um sistema de RFID é formado basicamente pelos componentes: *tag*, leitor e o *middleware*, que podem ser visualizados na FIGURA 1.

- *Tag (Transponder)* RFID;
- Leitor (*Transceiver ou Reader*) RFID que incorpora também uma antena e um transmissor;

- Sistema de recolha de dados (*Middleware*).

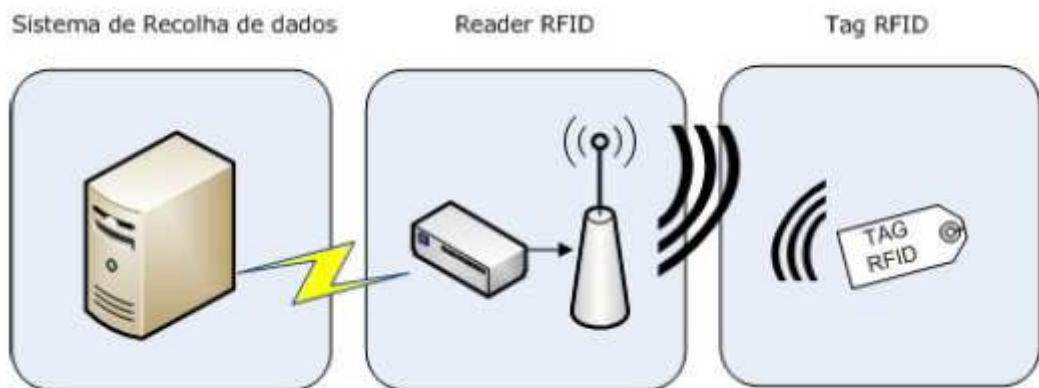


Figura 1 - Componentes de um Sistema RFID

Fonte: Pedro (2009)

Segundo Gines e Tsai (2007), na arquitetura básica da tecnologia RFID, objetos são individualmente equipados com uma *tag*. Este *tag* contém um *transponder* com chip de memória digital, ao qual é atribuído um código eletrônico único de identificação. O interrogador, uma antena embalada com um transmissor e receptor e um decodificador, emite um sinal ativando a etiqueta RFID, podendo ler os dados contidos assim como escrever novos dados. Quando uma etiqueta RFID passa por um campo eletromagnético, detecta o sinal de ativação do leitor. O leitor decifra os dados criptografados nos circuitos integrados da etiqueta e o dado é transmitido para o computador anfitrião. O *software* da aplicação no computador anfitrião processa os dados, frequentemente comparando ou atualizando os dados no banco de dados. Nos próximos itens, os componentes da arquitetura proposta serão detalhados.

### 2.2.1 Etiquetas RFID (*Tag*)

A *tag*, também conhecida como etiqueta, *transponder*, identificador ou rótulo RFID, é um dos elementos principais de um sistema RFID. Ela contém dados capazes de identificar unicamente cada elemento em um sistema. Ao receber sinal de um leitor, ela transmite seus dados por meio de ondas de radiofrequência.

Existem diversas formas de etiquetas, incluindo etiquetas inteligentes, simples adesivos, cartões inteligentes ou chaveiros. No entanto, independente da forma, a etiqueta é composta por três componentes básicos: antena, circuito integrado e encapsulamento. Da junção destes três componentes é formado o *tag*.

Junior H (2006) afirma que a composição entre a antena e o circuito integrado (CI) recebe o nome de *inlay* sendo que este pode ser encontrado no mercado para aquisição. Devido à alta tecnologia envolvida na montagem do *inlay*, a grande maioria dos fabricantes de *tag* trabalha no desenvolvimento da melhor combinação *inlay* e encapsulamento para atender cada aplicação. A FIGURA 2 apresenta a composição de uma *tag*.

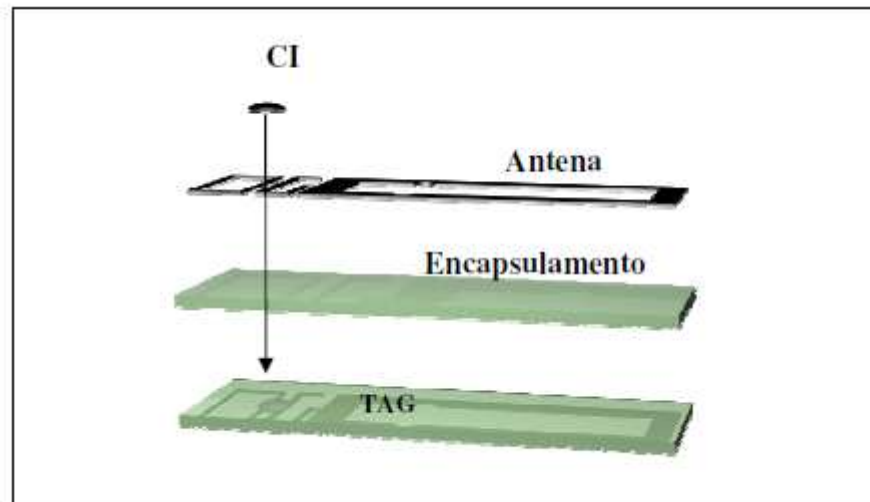


Figura 2 - Estrutura da TAG.

Fonte: Junior H (2006)

Existem basicamente quatro grandes grupos de *tags* que são definidos de acordo com a necessidade de possuir (ou não) uma bateria interna para o seu funcionamento e transmissão de sinal: as passivos, ativas, semi-passivas e as semi-ativas.

De acordo com Gomes (2007), as *tags* passivas não têm bateria (ou outra fonte de energia) interna para o seu funcionamento. Em vez disso a *tag* aproveita a energia enviada pelo *reader* para alimentar os seus circuitos e transmitir os seus dados armazenados de volta. Uma *tag* passiva tem que ter por isso uma constituição muito simples e com um número de elementos reduzido. Em virtude da ausência de bateria, a *tag* passiva pode ter uma longa vida de funcionamento sem precisar de qualquer manutenção. Pode suportar condições mais extremas sem colocar em causa o seu funcionamento, é geralmente menor que as *tags* ativas e a sua produção em massa levam-na a ter custos de produção muito baixos.

As etiquetas passivas são apenas ligadas a uma memória e não possui bateria interna, a energia é transmitida através da radio frequência, uma onda gerada pela antena do *transceiver*. Esse tipo de etiqueta só responde o seu número de identificação, conseqüentemente é utilizada

apenas para leitura utilizando memória ROM (*Read Only Memory*) e são mais baratas que a etiqueta passiva, tendo um menor alcance de captura e transmissão dos dados, usadas em curtas distâncias (MALTA, 2009).

Pedro (2008) afirma que, como as etiquetas passivas não possuem fonte de alimentação própria, elas obtêm a energia que necessitam para o seu funcionamento do sinal emitido pelo leitor. São as mais baratas e as mais usadas, possuem um tempo de vida muito grande, mas memória e capacidade computacional muito limitada.

Como as etiquetas passivas não possuem uma bateria, elas têm uma duração de vida muito maior, e também são menores e baratas. A desvantagem que apresentam reside na limitada capacidade de guardar informação, apesar de poderem ter memória não volátil. Têm também um raio de alcance mais curto e requerem que os *readers* tenham mais potência. O seu desempenho é também muito afetado em ambientes com muitas interferências magnéticas (PEDRO, 2008).

As *tags* ativas são normalmente de leitura e escrita, desse modo pode-se gravar e alterar informações. Possui bateria interna, com isso, sua vida útil é limitada. Porém quando instalados corretamente em uma aplicação, eles podem durar dez anos ou mais. Por estas características possuem custo mais elevado em relação as *tags* passivas (COUTO, 2003).

Rei (2010) afirma que as *tags* ativas possuem uma fonte interna de alimentação (bateria) que alimenta as comunicações com o leitor, os circuitos integrados que a compõem e possibilita um aumento da distância de leitura. São as mais caras e apresentam um tempo de vida limitado imposto pela duração da bateria (cerca de três anos). A existência de uma fonte de alimentação própria permite alimentar circuitos mais complexos e dotar as *tags* ativas de capacidades de memória e computacional que não podem ser implementadas numa *tag* passiva. Estas *tags* podem incorporar sensores que registram a evolução de determinadas variáveis e são utilizadas para conhecer a evolução de variáveis como temperatura, pressão ou umidade a que o ‘objeto’ em que estão aplicadas está sujeito.

Segundo Gomes (2007), pelo fato das *tags* ativas possuírem energia interna, as *tags* ativas podem funcionar mesmo sem a presença de um *reader*, monitorizando, por exemplo, um determinado parâmetro, fazendo regularmente *broadcasting* dos valores adquiridos ou qualquer outra forma de quantificação destes (média, variância, etc.).

As *tags* semi-passivas são *tags* passivas que possuem uma fonte interna de alimentação (bateria) e podem possuir sensores. A comunicação com o leitor é idêntica ao das *tags* passivas. A fonte de alimentação permite alimentar circuitos mais complexos e com maiores funcionalidades e também alimentar os sensores que são utilizados para monitorizar a evolução de determinada variável numa mercadoria. A leitura do valor da variável deve ser feita a determinados intervalos para que o histórico da sua evolução possa ser efetuado e a existência de uma fonte de alimentação própria garante que a *tag* possa efetuar essas leituras independentemente da existência de um leitor para alimentá-la. Este modo de funcionamento permite, também, aumentar o raio de ação já que toda a energia absorvida é destinada a alimentar apenas a comunicação com o leitor, sendo a parte eletrônica alimentada pela bateria. O tempo de vida da bateria é superior a cinco anos (REI, 2010).

De acordo com Gines e Tsai (2007), as *tags* semi-passivos são parecidas com as etiquetas passivas, diferenciando-se por conterem uma pequena bateria utilizada somente para ativar o circuito do microchip. Sendo assim, para reenviar o sinal de resposta, estas etiquetas ainda dependem da energia provida pelo leitor.

Já as *tags* semi ativas, são *tags* ativas que se encontram sem atividade até serem ativadas pelo leitor. Uma vez ativadas entram num modo de funcionamento idêntico ao das *tags* ativas. Este modo de funcionamento tem a vantagem de prolongar o tempo de vida da bateria (cerca de cinco anos). Para serem ativadas precisam estar dentro do raio de ação do leitor e o atraso provocado pelo processo de ativação pode fazer com que a *tag* não seja lida em processos em que a *tag* passa pelo leitor a uma velocidade elevada ou em que existe um número muito elevado de *tags* para serem lidas num curto espaço de tempo (REI, 2010).

Gines e Tsai (2007), afirmam que as *tags* semi-ativos são muito parecidas com as etiquetas semi passivas, porém a bateria ao invés de ser utilizada para ativar o circuito do microchip é utilizada para ativar os sensores da memória. A emissão do sinal de resposta ainda depende da energia provida pelo leitor.

Quanto à capacidade de armazenamento das *tags*, é possível fazer uma nova divisão dentro de cada grupo anteriormente estudado. Esta está intrinsecamente ligada ao tipo de memória utilizada na *tag*. Assim sendo, pode-se diferenciar três tipos de memórias geralmente usadas nas *tags*: *Read Only (RO)*, *Write Once Read Many (WORM)* e *Read-Write (RW)*.

Os *tags* RO apenas permitem a leitura dos dados contidos na sua memória. São programados uma vez na vida, geralmente na própria fábrica (ex: código EPC). Sendo *tags* unicamente de leitura, a sua gravação é permanente, não sendo permitida ao *tag* qualquer atualização dos seus dados. Este tipo de *tag* é prática para pequenas aplicações comerciais ou para fins de localização com etiquetas *standard*, como, por exemplo, em lojas de roupas ou bibliotecas. No entanto, tornam-se impraticáveis para largos processos de manufatura ou para sistemas que necessitem de atualização de dados. Muitas *tags* passivas pertencem a esta categoria. (GOMES, 2007)

Segundo Gomes (2007), as *tags* WORM poderiam apenas ser programadas uma vez pelo seu comprador no momento e para o fim que necessitasse. No entanto, na prática existe a possibilidade de reprogramar alguns tipos de *tags* WORM mais que uma vez (100 vezes não um número absurdo!). Todavia, se o número de reprogramações for elevado, corre-se o risco de danificar permanentemente a *tag*, inutilizando a sua memória. No entanto, esta reprogramação não permite à *tag* a sua auto-atualização, pois esta terá sempre que ser feita por um programador em material indicado para esse fim.

Os *tags* RW são os mais versáteis, pois podem ser reprogramadas inúmeras vezes. Tipicamente, este número varia entre 10.000 e 100.000 vezes, no entanto já existem *tags* onde este limite é muito superior. As vantagens deste tipo de *tags* são imensas quando comparados com os restantes, pois permitem, a título de exemplo, atualizações permanentes da informação contida na sua memória, elaboração de um histórico do percurso de um produto, monitorização em tempo real da temperatura ou outra variável física, entre muitas outras coisas. Um *tag* RW tipicamente contém uma memória Flash ou FRAM. Este tipo de *tags* é o mais indicado para segurança de dados, monitorização de ambientes e processos que precisem de atualização de dados constante. Obviamente que estes *tags* são mais caros que todos os anteriores e, por esse motivo, ainda não são usados com grande regularidade (GOMES, 2007).

Quanto à frequência de funcionamento, segundo Bhatt e Glover (2006), para evitar interferências em outras aplicações que funcionam através de ondas eletromagnéticas, como transmissões de TV, serviços de emergência, sistemas de telefonia, etc., existem regulamentações e padrões que definem as frequências permitidas para utilização em sistemas de RFID, de acordo com cada região geográfica do mundo.

Estas regulamentações e padrões são definidos pela ITU (*International Telecommunication Union*) que divide o globo em três regiões para normatização do uso de radio frequência (JUNIOR, 2006). Esta divisão está detalhada na FIGURA 3 a seguir.



Figura 3 – Regiões para normatização do uso de rádio frequência

Fonte: Junior H (2006)

Conforme aponta Lima (2006, p.20), quanto ao conceito de frequência:

*A frequência de um sinal é a grandeza que indica a velocidade de repetição de um fenômeno periódico. Para transmissões de rádio a frequência é uma das grandezas mais relevantes, pois é através dela que é possível estudar o comportamento dos sistemas em relação ao ambiente no qual o sistema será instalado.*

Junior H (2006) afirma que cada um dos componentes de um sistema de RFID varia de acordo com a faixa de frequência definida para a solução do sistema, sendo que atualmente as aplicações para RFID operam principalmente nas seguintes faixas de frequências: LF (baixa), HF (alta), UHF (ultra-alta). Cada uma destas faixas de frequência possui comportamento e características diferentes, sendo que para cada aplicação de RFID deve ser avaliada a melhor faixa de frequência para a necessidade.

Existem sistemas que funcionam nas mais variadas bandas de frequência. Diferentes bandas de frequência oferecem diferentes características, no que diz respeito ao alcance do

sistema e velocidade da comunicação de dados. É preciso ter em conta vários fatores na escolha de uma frequência de utilização, sendo uma das principais as restrições a utilização de certas frequências em determinados países. O custo também é um fator importante, mas tal como na escolha do tipo de *tags*, a escolha de uma frequência deve ser feita em função do tipo de aplicação pretendido (PEDRO, 2008).

Bhatt e Glover (2006) afirmam que é possível classificar os sistemas de rádio de frequência pela faixa de frequência de operação, conforme a TABELA 1 a seguir:

TABELA 1 – Faixa de frequência

<b>Frequência</b>	<b>Faixa de frequência</b>	<b>Faixa mínima típica para identificadores passivos</b>	<b>Aplicações típicas</b>
LF	30-300 KHz	50 centímetros	Leituras em metais, animais e próximas a itens com água
HF	3-30 MHz	3 metros	Controle de acesso
UHF	300 MHz-3 GHz	9 metros	Caixas e caixotes
Microondas	>3 GHz	>10 metros	Identificação de veículos

Fonte: Bhatt e Glover (2006)

Como mostrado à cima, há diferentes frequências e cada uma delas possui suas características, como sinais de frequência mais baixo são capazes de viajar pela água, enquanto os sinais mais altos podem levar mais informações.

Quanto a padronização do RFID, Miguel (2009) afirma que a finalidade da padronização e de normas é definir as plataformas em que uma indústria possa operar de forma eficiente e segura. Os maiores fabricantes de RFID oferecem sistemas proprietários, o que resulta numa diversidade de protocolos de sistemas de RFID numa mesma planta industrial.

A criação do Auto ID Center em 2000 foi o primeiro passo para a estruturação da maior revolução na identificação de produtos na cadeia logística desde o surgimento do código de barras em 1970. O Auto ID Center foi criado por fabricantes de tecnologia, o MIT



(Instituto e Tecnologia de Massachussets nos Estados Unidos) e grandes usuários (empresas de bem de consumo, governo, exército e o varejo) (SANTOS, 2009).

De acordo com Junior H (2006), deste centro de pesquisas foram realizados diversos estudos com as principais tecnologias disponíveis no momento, aspectos técnicos e comerciais foram avaliados por parte dos usuários e assim foram levantadas as principais necessidades e recursos que foram julgados pertinentes a identificação dos produtos e, depois de dois anos de estudos e esforços, foi definido que o padrão que será utilizado nas operações logísticas do mundo será o EPC – *Eletronic Product Code* ou código eletrônico de produto.

O EPC faz uso da tecnologia RFID e foi criado como alternativa ao código de barras. Contudo, para que seja adotado maciçamente na identificação de mercadorias, mais importante do que se conseguir a redução dos preços dos *tags* é se estabelecerem padrões globais para codificação da informação neles armazenada e para a sua recuperação. Foi esta visão que, em 2003, levou à criação da rede EPC (GUTIERREZ, 2005).

O padrão EPC define a estrutura de comunicação entre a cadeia logística e a tecnologia RFID, realizando todos os ajustes necessários para a criação de um padrão único de identificação, a fim de solucionar problemas de incompatibilidade entre fabricantes, reduzindo custos e aumentando a escala de produção. Após diversos estudos foi criado o padrão que atualmente domina o mercado de RFID, o GEN2 ou EPC Classe 1 Geração 2, que é padrão compatível com todos os fabricantes, com leitura e gravação, que capacidade de memória da etiqueta de até 400 bits, distância de leitura de 10 metros e operação em ambientes com vários leitores próximos (LIMA, 2006).

O padrão EPC não define apenas a interface entre *tags* e leitores, mas sim toda uma nova estrutura de comunicação entre a cadeia logística e a tecnologia de RFID, toda a conversão do sistema de código de barras para EPC e todos os ajustes da tecnologia para a criação de um padrão único mundialmente.

Trata-se de uma rede global e aberta para rastreamento de bens. Sua infraestrutura é constituída por três elementos principais: o código EPC, o serviço ONS (*Object Name Service*) e a linguagem PML (*Physical Markup Language*) (GUTIERREZ, 2005).

O código EPC é um número único que, atribuído a um item qualquer da cadeia de suprimentos, por meio de uma etiqueta nele fixada, permite que esse item seja identificado de forma também única. Assim, cada etiqueta, na verdade um *tag* RFID, contém um código EPC.

O código EPC é constituído por um cabeçalho e três grupos de dados, como mostra a FIGURA 4. O cabeçalho indica a versão EPC que está sendo utilizada. O primeiro grupo de dados identifica o fabricante do item e o segundo grupo, o tipo exato do produto, seja ele item individual ou múltiplo. O terceiro grupo de dados corresponde ao número seqüencial que identifica cada exemplar do produto – cada garrafa de cerveja, cada caixa de sabão em pó, etc (FIGUEIREDO, 2004).

Segundo Gutierrez (2005), o ONS é um serviço de rede automático, baseado no DNS (*Domain Name System*) da Internet, o qual associa a um nome (mnemônico) um endereço IP. Dessa maneira, ao ser consultado pelo *middleware* do sistema RFID sobre um determinado EPC, o ONS indica o endereço IP do servidor de Web onde a informação sobre o EPC está armazenada.

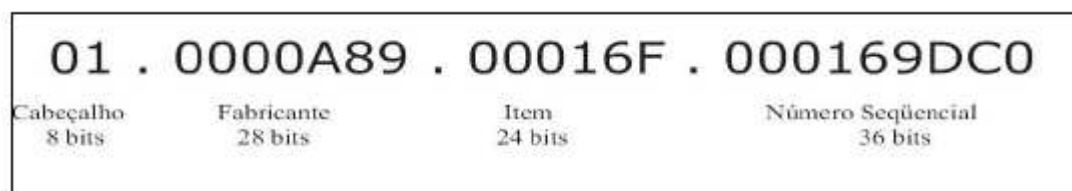


Figura 4 – Estrutura do código EPC

Fonte: Gutierrez (2005)

A PML é baseada na linguagem padrão XML, garantindo assim interoperabilidade entre sistemas e plataformas, o que é fundamental para que possa haver comunicação entre as empresas e suas redes de fornecedores ao redor do mundo (FIGUEIREDO, 2004).

### 2.2.2 Leitores (*Reader*)

Os leitores são conhecidos também como *transceivers* ou *readers*, emitem sinais de rádios que ativam os *transponders* e se comunicam com o leitor, passando as informações. É chamado ‘leitor’ quando a antena, o *transceiver* e o decodificador estão no mesmo invólucro. É capaz de ler a *tag* através de vários materiais, como plástico, vidro, madeira, entre outros. Há vários tipos de leitores, dependendo do tipo de *tag* usada e as funções desejadas (BHATT e GLOVER, 2006).

Segundo Pedro (2008), para comunicar com as *tags*, o *reader* cria uma zona de interrogação composto por um campo eletromagnético. É este campo que alimenta alguns tipos de *tags* e pode ser considerado com uma zona de identificação de presença de uma *tag*. Quando uma *tag* entra nessa zona de interrogação responde ao *reader* com um sinal de presença, e de seguida o *reader* pode interrogar a *tag* para obter informação.

De acordo com Fahl (2005), o leitor é responsável pela transmissão dos dados para o *Middleware*, associando a informação da etiqueta com o produto. Existem duas questões técnicas importantes com relação à utilização de *readers* que devem ser abordadas para melhor entendimento do problema encontrado no processo de adoção da tecnologia. A primeira com relação à *collision*, colisão, que envolve sinais de um *reader* que podem interferir nos sinais de outro *reader* quando ocorre a sobreposição de ondas. O centro Auto-ID do MIT – *Massachusetts Institute of Technology* tem utilizado o esquema denominado *anticollision*, anti-colisão, baseado na programação do *reader* para realizar a leitura de *tags* em diferentes momentos ao invés de fazê-lo simultaneamente. O segundo problema técnico em relação à *collision* é quando o *reader* faz leitura de muitos *chips* em um mesmo campo. A solução encontrada é fazer com que os *readers* respondam apenas quando os primeiros dígitos do *tag* foram lidos. Além destes, outro grande problema concerne a frequência de comunicação usada na comunicação com o *tag*, pois as ondas de rádio são parte de um espectro eletromagnético empregado por entidades governamentais ao redor do mundo. O problema é que os órgãos governamentais valem-se de várias partes do espectro para diferentes usos. O resultado disto, na prática, é que quase não há espectros disponíveis, com exceção da faixa bandas especiais para as áreas industrial, científica e médica. Isso significa que certos *tags*, que operam em certa frequência em um dado país, podem encontrar problemas de leitura em outros países onde o espectro é utilizado para diferentes propostas. O centro Auto-ID buscou uma solução para isto, utilizando *agile readers*, leitores ágeis, isto é, *readers* capazes de ler chips de diferentes frequências.

Os leitores se dividem em dois tipos de componentes: componentes físicos e componentes lógicos.

A parte física de um leitor é composta por antena, controlador e interface e rede que podem ser visualizados na FIGURA 5. A antena não precisa necessariamente estar acoplada ao leitor, podendo ser remota, sendo que alguns leitores utilizam uma antena para transmitir e outra para receber. O controlador é responsável pelos protocolos de transmissão do leitor e

identificador. Se por exemplo uma informação coletada por um leitor seja importante, o controlador é responsável por analisar e enviar a mensagem para a interface de rede. Os leitores se comunicam com a rede e diversos dispositivos através de interfaces de redes, que disponibilizam as informações (BHATT e GLOVER, 2006).

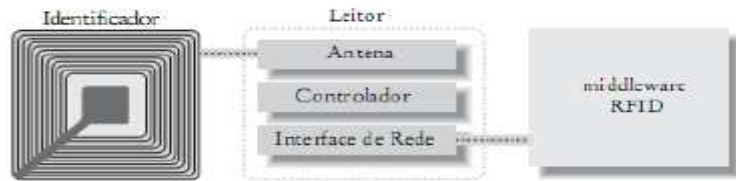


Figura 5 - Componente físico de um leitor

Fonte: Bhatt e Glover (2006)

Há quatro componentes lógicos dentro de um controlador de leitor RFID, são eles: API do leitor, Comunicações, Gerenciamento de Eventos e Subsistema de Antena, podendo ser observados na FIGURA 6.

Cada leitor representa uma API (*Application Programming Interface*) – Interface de Programação de Aplicações, permitindo solicitações de inventários de identificadores, monitorização da situação do leitor, configurações de níveis de energia (bateria da *tag*) através de outras aplicações. Além de enviar e analisar informações para o *middleware* RFID. A parte de comunicação trata de qualquer protocolo de transporte que o leitor usa para comunicar com o *middleware*, gerenciando a transmissão de informações que constituem a API e também implementa *Bluetooth* ou *Ethernet*. O gerenciamento de eventos é responsável por identificar se uma *tag* já foi lida ou é considerado um novo evento e também determina se o evento é relevante ou não para ser transmitido pela interface da rede (BHATT e GLOVER, 2006).



Figura 6 - Componentes lógicos de um leitor

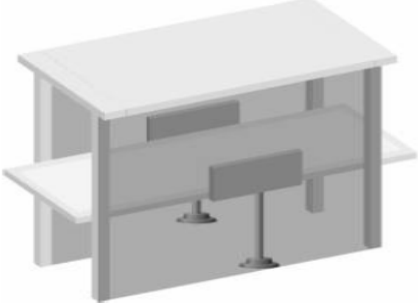

Fonte: Bhatt e Glover (2006)

Como todos os outros componentes do sistema, os leitores possuem várias características que, de acordo com a aplicação desejada, devem ser avaliadas para que os equipamentos escolhidos agreguem as características que mais atendam a necessidade do projeto. Os leitores podem ser classificados de acordo com os parâmetros: mobilidade e protocolos (JUNIOR H, 2006). No Quadro 1 é apresentado os principais tipos de mobilidade dos leitores.

**Quadro 1**

Listagem dos tipos de mobilidades dos leitores

Tipo	Descrição
<p><b>Portal</b></p>	<p>Um portal significa uma entrada ou saída de um local determinado, as antenas são dispostas de modo a detectar a passagem de <i>tags</i> por uma entrada, geralmente usada em armazéns onde produtos geralmente chegam através de docas. Podem também ser portáteis e assim posicionados somente quando necessário. A FIGURA 7 representa o leitor do tipo portal.</p> <div data-bbox="794 1099 1155 1384" data-label="Image"> </div> <p>Figura 7 - <i>Reader</i> Portal</p> <p>Fonte: Bhatt e Glover (2006)</p>
<p><b>Túnel</b></p>	<p>Um túnel é um cercado onde as antenas são dispostas como um pequeno portal. A FIGURA 8 apresenta a estrutura do túnel. A única diferença é que geralmente possuem isolamento eletromagnético, possibilitando que existam outras antenas por perto com a garantia de que não ocorrerá interferência entre elas, geralmente usado em linhas de montagem e empacotamento, onde geralmente existem outros túneis por perto;</p>

	 <p data-bbox="802 633 1118 712">Figura 8 - <i>Reader Tunnel</i> Fonte: Bhatt e Glover (2006)</p>
<b>Portátil</b>	<p data-bbox="523 763 1391 1077">Um portátil possibilita que pessoas saiam com os dispositivos pelo local e colem as informações em situações em que não é viável a movimentação dos materiais entre os leitores com esteiras, geralmente estes leitores também têm a capacidade de ler códigos de barra e são usados em situações onde a intervenção do operador é necessária. A FIGURA 9 apresenta a estrutura do leitor portátil.</p>  <p data-bbox="802 1543 1118 1621">Figura 9 - <i>Reader Portátil</i> Fonte: Bhatt e Glover (2006)</p>
<b>Embarcado</b>	<p data-bbox="523 1671 1391 1928">Um embarcado, assim como para os leitores portáteis, tem a possibilidade de embarcar leitores em empilhadeiras possibilitando que a integração dos eventos de leitura com sistemas aconteça durante a execução do processo. Na FIGURA 10 é apresentando o leitor embarcado.</p>

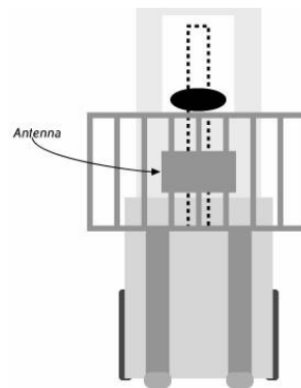


Figura 10 - *Reader Embarcado*

Fonte: Bhatt e Glover (2006)

A prateleira inteligente é uma aplicação interessante de RFID, sendo prateleiras com antenas embutidas de modo que a detecção de itens identificados com *tags* seja feita tanto na colocação como na retirada destes objetos, com isto existe a possibilidade de manter inventários em tempo real e enviar ordens de reposição baseados em eventos de retirada de objetos no instante em que eles são retirados da prateleira, outra possibilidade é a de detectar se a validade do objeto é válida, e se o objeto está na posição certa, entre outras aplicações. Na FIGURA 11, pode ser observado um exemplo de uma prateleira inteligente.

### Prateleira

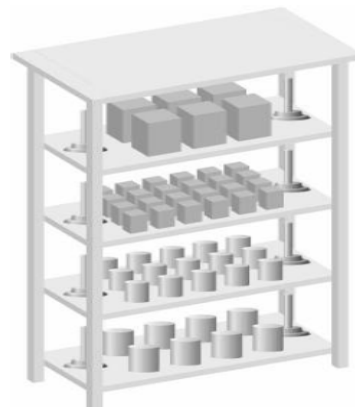


Figura 11 - *Reader Prateleira Inteligente*

Fonte: Bhatt e Glover (2006)

Devido à grande diversidade de protocolos de comunicação existente na comunicação entre *tags* e leitores, os leitores podem ser de dois tipos: Multiprotocolos ou Protocolo único. Segundo Junior H (2006), leitores multiprotocolo são aqueles que conseguem trabalhar com vários tipos de protocolos de *tags* diferentes aumentando a diversidade de *tags* que o leitor pode se comunicar. Normalmente este tipo de leitor possui um desempenho um pouco inferior se comparado aos leitores de protocolo único.

Os leitores de protocolo único trabalham apenas com um tipo de protocolo de *tag*. Desta forma eles só podem operar com um único protocolo de comunicação e se um *tag* que utiliza outro protocolo é apresentado para o leitor ele não conseguira identificar este *tag*. Leitores de protocolo único normalmente possuem melhor desempenho de leitura do que os leitores multiprotocolos (JUNIOR, 2006).

### **2.2.3 Middleware**

O *middleware* é um termo que aplicado à tecnologia da informação pode ser entendido com o aquilo que liga um ambiente computacional a outro. Ele é basicamente uma ferramenta de *software* para a integração de sistemas, que é responsável por integrar as diferentes camadas que compõem o ambiente de TI: comunicação, distribuição e controle das mensagens; e processos relativos ao fluxo de trabalho. Também conhecido como *Application Infrastructure*, engloba produtos como servidores de aplicações, servidores de integração (EAI) e portais (QUENTAL JUNIOR, 2006).

De acordo com Melo, Beihy e Sacramento (2010), há alguns anos, a programação de sistemas RFID dependia fortemente da implementação de comunicação do leitor que é diferente para cada fabricante. Como uma forma de padronizar o comportamento dos leitores, a EPCglobal, uma empresa europeia dedicada à padronização de sistemas RFID, criou um protocolo de rede conhecido como *Low-level Reader Protocol* (LLRP) (EPCglobal 2007). Este protocolo é utilizado para a troca de mensagens entre a aplicação e o leitor. No entanto, devido à flexibilidade das aplicações empresariais, as suas implementações ainda possuem diferenças.

Segundo Gines e Tsai (2007), *middleware* é um termo genérico usado para descrever um *software* que se encontra entre o leitor RFID e as aplicações da empresa. É um componente crítico de qualquer sistema RFID, porque os *middlewares* recebem os dados



brutos do leitor – um leitor pode ler até 100 vezes por segundo uma mesma etiqueta – filtrar esses dados e repassar somente os dados úteis para os terminais. O *middleware* executa um papel importantíssimo em levar a informação certa para a aplicação certa no tempo certo.

O *middleware* é um equipamento parecido com um computador, que processa, filtra e trata dos dados obtidos pelos leitores RFID. Possui interfaces de comunicação com a rede, para que os dados possam ser utilizados nas aplicações, suportando comunicação com diversos leitores (TEIXEIRA; OLIVEIRA, 2008).

### **2.3 Aplicabilidades do RFID**

Etiquetas de rádio frequência são utilizadas em diversas áreas e operações, por apresentar flexibilidade, confiabilidade, ser um meio eletrônico rápido para identificar, rastrear e até gerenciar uma série de itens. A seguir serão apresentadas as formas mais comuns das aplicações RFID divididas entre dois grupos: setor de manufatura e pecuária e o setor de serviços.

#### **2.3.1 Sem Parar/Via Fácil**

A Empresa encarregada da gestão do serviço do Sem Parar/Via Fácil é a STP – Serviços e Tecnologia de Pagamentos S.A – foi criada em 2000 com o principal interesse de facilitar a vida dos usuários de rodovias e estacionamentos em *shopping centers* e aeroportos, expandindo a cobrança eletrônica de pedágios e garantindo a fluidez às estradas em que atua em âmbito nacional (CARVALHO, 2009).

Utilizada em países da Europa, Ásia e América, essa solução funciona de forma bastante simples: assim que você se aproxima do pedágio ou saída do estacionamento, uma antena detecta automaticamente a presença do seu veículo e libera a sua passagem, sem que seja necessário sequer sair do carro.

O sistema de RFID do Sem Parar/Via Fácil funciona da seguinte forma: quando o veículo com a *tag* instalada se aproxima da cabine do Sem Parar/Via Fácil, a antena lê a identificação armazenada no chip da etiqueta e consulta o banco de dados antes de liberar sua passagem. Funcionamento que pode ser observado na FIGURA 12. Depois, envia a informação para o sistema da concessionária da rodovia ou do estacionamento, que junta as

transações em lotes e as envia para a STP. Após emitir o extrato para o cliente, a empresa remete a ordem de cobrança para o banco. No caso de inadimplência do usuário, a STP atualiza automaticamente os bancos de dados de todas as concessionárias, bloqueando a passagem do veículo. Isso exige a troca constante de informações entre o sistema da STP e os utilizados pelas diferentes empresas e instituições financeiras com as quais opera. Na FIGURA 13, demonstra o momento em que os veículos passam pelas pistas contendo o sistema Via Fácil.



Figura 12 – Veículo passando na pista devidamente sinalizada

Fonte: Carvalho (2009)

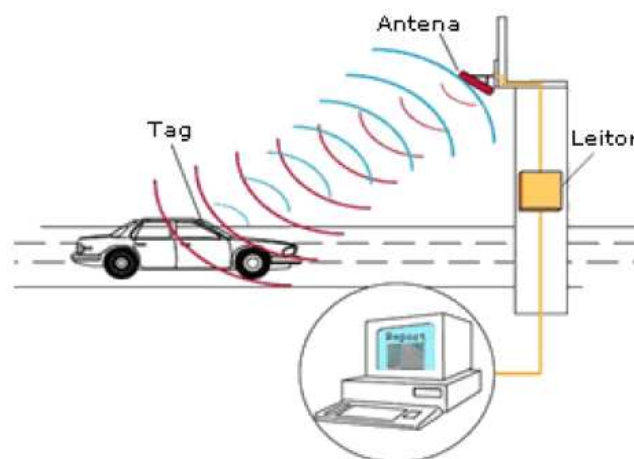


Figura 13 – Partes do sistema RFID e a integração para coleta dos dados

Fonte: Carvalho (2009)

### **2.3.2 Uso em Bovinos**

O sistema de identidade bovina vem crescendo no Brasil e no exterior, para melhor controle do gado e rastreamento da carne. Diversas empresas têm investido nessa tecnologia e desenvolvido brincos eletrônicos com chips embutidos para testes em projetos (AGROSOFT, 2012).

Esse tipo de aplicação é composto por um brinco eletrônico e visual, um alicate aplicador e um leitor que identifica e armazena as informações, como: peso, medicamentos, vacinas, diagnósticos, etc, que posteriormente são transmitidos para um computador, tratando os dados como já estudado anteriormente. As empresas apostam que esse tipo de implantação é benéfico ao animal, já que é feito um controle de doenças (AGROSOFT, 2012).

Uma inovação feita pela empresa Embrapa foi a criação de um equipamento parecido com “Sem Para” utilizado nos pedágios, para rastrear e monitorar o trânsito dos animais pelas fazendas ao passar por barreiras sanitárias, identificando e registrando quais bois entram no caminhão, por exemplo. O leitor faz a leitura dos *tags* instalados no caminhão e a fiscalização fica sabendo quais animais estão ali e de onde vieram (AGROSOFT, 2012).

Dizem que a tonelada da carne para exportação chega a duplicar o preço pelo sistema RFID implantado nos bovinos. As empresas brasileiras que mais investem nesse ramo são Animalltag, Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e Korth (AGROSOFT, 2012).

### **2.3.3 Uso em Indústria Automotiva**

Segundo a empresa RFID Systems (2013), a utilização do RFID para este segmento é destinado ao rastreamento de cada etapa de produção de um automóvel que torna-se vital para qualquer montadora de classe mundial. *Tags* aplicados desde a inserção do monobloco na linha de montagem, acompanham o veículo ao longo do processo de montagem, passando pelo forno de pintura, até o controle de qualidade final. Com o uso da RFID, aumentou-se muito a flexibilidade de produção, podendo-se fabricar diversos modelos e configurações em uma mesma linha produtiva. A indústria de auto peças também tem utilizado o RFID em larga escala, na identificação em linhas de faróis, sistemas de ar- condicionado, motores, etc.

Outra aplicação do RFID na questão tocando ao controle veicular e até mesmo à prevenção de roubo é por meio da aplicação de “imobilizadores eletrônicos” na ignição do veículo, assim, toda vez em que for efetuada a partida no veículo é checado o seqüencial presente na *tag*, sendo que esse seqüencial é sempre renovação por meio de gravação na *tag* (CUNHA, 2012).

#### **2.3.4 Segurança e Controle de Acesso**

*Tags* RFID em produtos são utilizadas em todo o mundo de forma a prevenir roubos. A colocação de uma *tag* num produto permite identificar à saída de uma loja se o produto foi pago ou não. Existem empresas a trabalhar em sistemas de combate à pirataria informática, através da utilização de RFID. A colocação de uma *tag* em discos permite que quando esse mesmo disco seja colocado num leitor se detecte se ele é original ou não, e até permite identificar se esse disco está na região certa no caso de DVD's. No controlo de acessos, é possível dotar um indivíduo de uma *tag* RFID e dessa forma ele ter acesso a certos espaços sem a necessidade de um cartão de identificação ou de um código, facilitando assim a sua mobilidade. No mundo automóvel, existem sistemas que dotam as chaves de ignição com uma *tag* e que apenas permitem que o automóvel inicie a marcha na presença dessa mesma chave.

#### **2.3.5 Uso em bagagens**

O benefício do RFID chega também ao transporte aéreo, com a identificação de bagagens, evitando perdas, extravios, reduzindo tempo de carga e descarga, que sempre foi um caso de grande preocupação das empresas aéreas. Além dos custos quando há uma bagagem extraviada, também ocorre dano a imagem da empresa (INTELIGENSA, 2012).

Esse sistema funciona da seguinte forma: quando as bagagens chegam ao aeroporto são transferidas para um túnel de leitura, fazendo uma triagem automática aos vôos de conexão dependendo da leitura e detecta erros ou bagagens que não deveriam estar na esteira, parando a esteira para que um funcionário resolva o ocorrido. Com a etiqueta em cada bagagem há velocidade na identificação, permitindo que o inventário e busca de bagagens seja feitos em menor tempo, satisfazendo cada vez mais os passageiros (WIRELESS BRASIL, 2012).

Outra funcionalidade dessa operação é oferecer serviços aos passageiros, como por exemplo, a entrega da bagagem em sua residência. Testes foram realizados na Europa e EUA, sendo que a aplicação continua em estudo (INTELIGENSA, 2012). A FIGURA 14 ilustra uma bagagem contendo a *tag*.



Figura 14 – Bagagem com RFID

Fonte: Wireless Brasil (2012)

### **2.3.6 Farmacêutica e Hospitalar**

Conforme aponta a empresa RFID Systems (2013), setores que lidam com a saúde e o bem estar das pessoas são altamente sensíveis e demandam controle absoluto em seus processos, sob pena de causar grandes constrangimentos às empresas que lidam com esse mercado. Dentro deste contexto, a RFID tem desempenhado um papel muito importante em várias aplicações neste setor, abrangendo desde a identificação de medicamentos controlados de laboratórios farmacêuticos até o auxílio no rastreamento de ativos, pacientes e profissionais em hospitais. Trata-se de um mercado com grande arsenal de possibilidades, mas com pouca adoção da tecnologia RFID até o momento.

### **2.3.7 Estoque em lojas**

Normalmente, no ponto de venda de calçados femininos em lojas de departamentos, estão expostas apenas as amostras dos tamanhos mais vendidos. Contudo, a consumidora sempre quer experimentar os calçados, a fim de comprar o que melhor se ajusta a seus pés, fato que obriga o vendedor a ir ao depósito todas às vezes para confirmar o estoque. Além disso, sendo os calçados femininos uma mercadoria do tipo “grande variedade em pequenas quantidades”, apresenta o problema de perda significativa de oportunidade de venda em

função da falta de tamanho, junto com um enorme trabalho de controle de estoques na fase logística. Após a introdução do sistema RFID, entretanto, reduziu-se o número médio de idas e vindas ao depósito de 20 vezes para 15 vezes (5 vezes, até então, era o número de vezes em que não havia estoque). Com resultado, o vendedor ganhou mais tempo para dedicar ao atendimento dos clientes. Quanto ao balanço, como o novo sistema dispensa o alinhamento exigido pelos códigos de barras, simplificou bastante as leituras, permitindo a realização do balanço num ganho de eficiência em 44% em comparação ao balanço efetuado com códigos de barras.

### 3. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES EM HOSPITAIS

Os Sistemas de Informações (SIs) são instrumentos que possibilitam a coleta de dados e sua transformação em informações úteis para seus usuários, sendo que a principal função desse sistema é gerar uma base de dados que facilite a tomada de decisão pelos os gestores das organizações, disponibilizando informações de forma rápida, clara e precisa. Dentre os principais benefícios do uso de SIs, apresentam-se: (i) maior precisão de informações; (ii) valor agregado ao produto ou serviço; (iii) redução de custos; (iv) eficiência da administração e (v) um controle sobre as operações (STAIR,1998).

No setor hospitalar, esta situação não é diferente. O crescimento de atividades baseadas em telemedicina, pedidos de informações consistentes e acessíveis para atividades de pesquisa e aprimoramento do tratamento de pacientes criam no setor de saúde grande demanda por recursos tecnológicos, que, se adequadamente gerenciados, aprimoram de forma considerável a qualidade dos serviços de saúde prestados à população (BUENO *et al*, 2010).

Os Sistemas de Informações Hospitalares (SIH) têm por finalidade suprir as necessidades operacionais dos setores e serviços existentes em um hospital, bem como proporcionar a integração entre estes (KUWABARA, 2003). Devido à necessidade de organizar e controlar o volume de informações e de processos executados em uma organização hospitalar, utiliza-se os SIH para se realizar um controle ágil e flexível que possibilite evitar a repetição de atividades e os desperdícios (MADI, 1998). Um sistema de informação hospitalar integrado, como qualquer outro de área distinta, consiste em dois componentes: hardware e software. Contém diversos módulos ou subsistemas, dentro dos seguintes grupos funcionais: administração, gerenciamento de pacientes, aplicações médicas e sistema médico-técnico (vide FIGURA 15) (FILHO, XAVIER E ADRIANO, 2001).

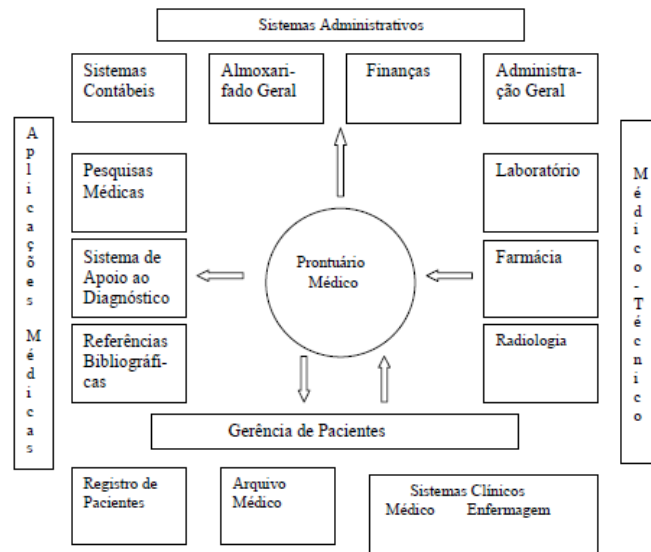


Figura 15 - Sistema de Informação Hospitalar Integrado

Fonte: Filho, Xavier e Adriano (2001)

Segundo Souza *et al*, (2011), uma importante ferramenta de apoio à tomada de decisão gerencial em hospitais é o Sistema de Gestão de Custos (SGC). Este tipo de sistema busca disponibilizar informações relevantes para a utilização de um sistema de custeio adequado às necessidades dos hospitais, possibilitando uma gestão estratégica de custos. Entretanto, a eficácia do SGC e dos SIs em organizações hospitalares do Brasil não é realidade predominante. Assim, observa-se que ausência desses sistemas em grande parte das organizações dificulta o custeamento e limita a tomada de decisões estratégicas pelos gestores (BURKLE *et. al*, 2001; BANKER, CHANG e KAO, 2002).

De acordo com Souza *et al*, (2011), foi realizado quatro estudos de casos em hospitais da região metropolitana de Belo Horizonte/MG a fim de avaliar o SIs nestes. O Hospital (A) é uma instituição universitária, com atendimento clínico e de emergência em geral. Por sua vez, o Hospital (B), é uma instituição médica e acadêmica, de caráter filantrópico e atendimento geral. O Hospital (C) é de caráter filantrópico e presta serviços de assistência materno-infantil, com todas as internações feitas através da Central de Internações da Secretaria Municipal de Saúde, pelo SUS (Sistema Único de Saúde). O Hospital (D) é uma instituição particular e filantrópica, que presta todo tipo de atendimento hospitalar.

De acordo com os resultados obtidos, o Hospital A encontra-se em processo de informatização. Seu setor de Informática não apresentava interação com os demais setores antes desse processo, sendo que eram utilizados sistemas individuais e não articulados. Foi



implantado o sistema de informações MV. O MV é um sistema de informações que possibilita a integração das informações geradas nos diversos setores de hospitais. A fim de serem prestados serviços de atualização e suporte técnico pela empresa fornecedora, o hospital paga a esta uma taxa mensal.

Já o Hospital B, tem-se o sistema implantado em todas as áreas do hospital, sendo que todas as atividades realizadas estão integradas e controladas pelo MV, até mesmo na parte clínica hospitalar. Dessa forma, a prescrição de medicamentos aos pacientes e os prontuários dos mesmos também são controlados pelo sistema. Ressalta-se que o MV é utilizado de forma mais intensiva pelos setores administrativos e de apoio do hospital, tais como almoxarifado, farmácia, compras e faturamento.

Por sua vez, no Hospital C, o setor de Tecnologia da Informação (TI) é responsável por todo o suporte da área de informática e a comunicação dos demais setores com este é feita via telefone, sendo que não existe um software que abranja todo o hospital. Todos os computadores são interligados por uma mesma rede e, para gerenciar a organização, é utilizado um sistema chamado SGH Windows. Esse programa controla o registro de internação, dispensação, estoque, farmácia, entrada e saída de nota, entrada de material e saída de pacientes. Além disso, no setor financeiro, o programa possibilita que seja feito o controle de caixa, entrada, saída, contas a pagar, contas a receber e também controla o patrimônio. Possibilita-se também a emissão da conta do paciente pelo faturamento, contudo, esse processo não é utilizado pelo hospital, pois os usuários não estão aptos a esse procedimento e os lançamentos no sistema são feitos em grande volume para cada setor. Os acessos às informações geradas pelo sistema são exclusivos para cada setor e tais informações são fundamentais para o processo de tomada de decisões específicas de cada gestor.

No hospital D, segundo os responsáveis pelo desenvolvimento de TI no hospital, até 2014 serão feitos investimentos anuais de 2 milhões de reais, com fins de modernização da tecnologia informação utilizada no hospital. O hospital D possui um sistema de informações de Gestão Hospitalar que controla os processos do hospital de forma integrada. Neste sistema, são realizados registros de materiais e medicamentos utilizados no atendimento de cada paciente. Tais informações são utilizadas principalmente para o controle das contas a receber. As informações geradas pelo sistema utilizado também são utilizadas pelo gestor de custos, que aloca os custos por centro de custos.

Segundo Filho, Xavier e Adriano (2001), nos últimos anos começou a surgir uma nova geração de sistemas de informações hospitalares, priorizando a integração de informações clínicas e administrativas como a chave do seu sucesso. O avanço da tecnologia da informação no setor saúde em geral, e hospitalar em particular, exige uma educação paralela dos profissionais de saúde e um estudo destinado a melhorar as práticas de registro, indispensáveis à melhoria da qualidade do tratamento médico.

Souza *et al*, (2011) afirmam que, atualmente, a gestão de organizações hospitalares pode ser amparada pela utilização de SIs, a fim de se disponibilizar informações confiáveis em tempo hábil para que as decisões sejam assertivas e tempestivas. Assim, é importante avaliar se os SIs em uso pelas gestores são capazes de fornecer adequadamente as informações necessárias para a tomada de decisão.

#### 4. METODOLOGIA

A pesquisa descrita no presente trabalho consiste em um estudo de caso realizado em um hospital de grande porte da Região Metropolitana de Belo Horizonte/Minas Gerais/Brasil. Por motivos de confidencialidade, a instituição é aqui apresentada sob o codinome Hospital A. Trata-se de uma organização pública que tem caráter aberto e geral (atendimento a todo tipo de público e de doenças). Conforme relatado pelo gestor do setor estudado, o parque tecnológico do hospital tem aproximadamente 2.000 equipamentos considerados essenciais (i.e., aqueles que são necessários para garantir a estabilidade do paciente e que são os necessários para os primeiros atendimentos ao enfermo, além de centenas de equipamentos considerados de apoio). Há quase duas décadas que seus processos operacionais vêm sendo estruturados e aprimorados para melhor atendimento das demandas do corpo clínico.

Dentre os vários tipos de pesquisa qualitativa, a escolha do estudo de caso é adequada quando é necessário reunir um grande volume de informações detalhadas que possibilite a apreensão da totalidade de uma situação (BRUYNE *et al*, 1997). Segundo Yin (2005), o estudo de caso caracteriza-se como uma investigação empírica que objetiva estudar um fenômeno contemporâneo dentro do contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

Para a coleta dos dados, inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica da literatura nacional e internacional, que contemplou dissertações, artigos, livros e anais de congressos acadêmicos. Os dados obtidos por meio desse referencial teórico foram analisados pelo método da análise de conteúdo, a qual consiste em um conjunto de técnicas de análise das comunicações, com fins de obtenção de indicadores que possibilitem a indução de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção das mensagens (BARDIN, 2002). Ademais, foram coletados dados por meio de pesquisa documental, pesquisa em arquivos, observação não participante e entrevistas semi-estruturadas realizadas com o gestor e demais funcionários do setor EC. A realização de entrevistas semi-estruturadas fundamentou-se no fato de que o entrevistado responda exatamente as questões de interesse do entrevistador, a fim de confirmar ou complementar os dados obtidos na observação direta não participante. Segundo Triviños (1987, p. 146), a entrevista semi-estruturada tem como característica questionamentos básicos que são apoiados em teorias e hipóteses que se relacionam ao tema da pesquisa.

As entrevistas semi-estruturadas foram cruciais para a identificação dos reais problemas internos do setor EC e do hospital como um todo. As perguntas tiveram um enfoque nos processos logísticos do setor (controle de estoque e movimentação de equipamentos) e nas inter-relações da EC com os demais departamentos do hospital. Todas as entrevistas e reuniões foram registradas por meio de gravação em áudio e transcritas na íntegra. As transcrições foram posteriormente examinadas por meio da técnica de análise de conteúdo. O gestor e sua equipe também contribuíram apresentando relatos por escrito de como é o funcionamento do setor. Esses textos serviram de complemento para as demais técnicas de coleta de dados empregadas.

A pesquisa de campo (visita ao hospital) foi realizada durante os meses de junho de 2012 a dezembro de 2012 com visitas previamente agendadas. Durante este período foram coletados dados e documentos sobre a instituição, objetivos do setor, funcionamento do mesmo, fornecedores da EC, dentro outros que possibilitaram a formação de um banco de dados utilizado no estudo realizado.

## **5. DESCRIÇÃO DO CASO ESTUDADO**

### **5.1 Departamento Engenharia Clínica**

Devido à grande necessidade de assessoria técnica sobre o gerenciamento de tecnologias hospitalares, surgiu a necessidade um profissional multidisciplinar que fosse capaz de focar seus esforços no gerenciamento de todo um parque tecnológico, esse é o profissional do Departamento de Engenharia Clínica/DEC. Na década de 1970, Thomas Hargest, o primeiro engenheiro clínico certificado da história, e César Cáceres criaram o termo engenheiro clínico, para denominar o engenheiro responsável pelo gerenciamento de equipamentos de um hospital, através de consertos, treinamento de usuários, verificação da segurança e desempenho, e especificações técnicas para aquisição (GORDON, 1990).

O enfoque da Engenharia Clínica/EC nos anos 1960 e 1970 consistia em realizar inspeções de rotina, manutenção e testes de segurança elétrica. Com o passar dos anos, as atividades do DEC aumentaram, englobando: (i) gerenciamento dos equipamentos (e.g., inventários, análises de risco e de causas, avaliação e aquisição de novos equipamentos, rastreamento de dispositivos e controle de qualidade); e (ii) serviços técnicos (e.g., inspeção, testes e calibração de equipamentos, bem como manutenções preventivas e corretivas) (GRIMES, 2003).

Segundo Ramirez (2000), o crescente aumento do parque de equipamentos eletro-eletrônicos em um hospital, alguns com princípios de funcionamento bastante complexos, e o aparecimento de novas tecnologias tornaram indispensável a presença de um profissional especializado para assessorar, do ponto de vista técnico, o corpo clínico no gerenciamento de todas estas novas tecnologias associadas aos serviços de saúde. Este profissional é o Engenheiro Clínico, que aplica tecnologias e métodos de engenharia para tentar solucionar os problemas relacionados com os serviços oferecidos por uma unidade de saúde (CALIL, 1990).

Ainda sobre o crescimento na utilização de equipamentos o IBGE (2010) afirma que praticamente todos os equipamentos hospitalares tiveram aumento, apesar de ainda haver diferenças regionais. A AMS 2009 indica que, embora haja grandes desigualdades regionais na oferta de equipamentos hospitalares, praticamente todos apresentaram aumento desde 2005. Ainda conforme o IBGE (2010), aqueles de tecnologia mais avançada, como

mamógrafos, tomógrafos e ultrassom, estavam mais disponíveis em todas as regiões na comparação entre os dois períodos – com destaque para a ressonância magnética, que em 2005 constava como um dos serviços menos oferecidos (415 estabelecimentos) e passou a 848 em 2009, apresentando aumento de mais de 100% no período (IBGE, 2010). Mediante esses dados, torna-se clara a necessidade de especialistas em gestão de equipamentos de saúde para que as instituições hospitalares possam prestar atendimento à sociedade de forma segura e não muito onerosa.

Webster e Cook (1979), apontam que a função da EC está voltada à aplicação da tecnologia nas soluções dos problemas clínicos. Considerando que a assistência à saúde envolve uma grande variedade de ciências, a EC é interdisciplinar e complexa. Conforme *Association pour la Coopération et le Développement des Structures Sanitaires*, “São responsabilidades do Engenheiro Biomédico (Clínico), dentro do ambiente hospitalar: compra, recebimento dos equipamentos, instalação, formação dos usuários, manutenção preventiva, controle de performance, manutenção corretiva, gestão do inventário”.

Assim, temos que o setor de Engenharia Clínica é muito complexo e envolve uma equipe multidisciplinar para a prestação de um serviço de qualidade. Essa equipe é capaz de fazer a interface entre os diferentes interesses e ter a percepção administrativa e estratégica de todo o parque tecnológico do hospital. Diante dessas diversas facetas, a engenharia clínica se torna importante no compromisso com a saúde do paciente e com a gestão hospitalar (i.e., impacto no orçamento), merecendo uma atenção maior dos gestores.

## **5.2 Logística Hospitalar**

A logística hospitalar é um dos maiores desafios encontrados pelos gestores dos hospitais, principalmente no que diz respeito ao atendimento das necessidades organizacionais de forma rápida, correta e eficiente (RIBEIRO, 2005). O estudo e o planejamento dos processos logísticos (e.g., abastecimento/compras, estoques e distribuição) podem auxiliar na redução e otimização dos recursos dos hospitais, desde materiais até pessoas, e assim impactar na redução dos custos. Esses processos são críticos e importantes na gestão de uma organização (INFANTE e SANTOS, 2007).

A logística é denominada, no mundo empresarial, como a atividade que oferece produtos, serviços e artigos comerciais com rapidez, baixo custo e satisfação aos clientes

(KOBAYASHI, 2000). A logística também é definida como atividade que distribui o produto certo, com quantidades e condições corretas, para o cliente correto, no local certo, com o custo adequado (LANGLEY JR; RUTNER, 2000). Ou ainda, a logística é o setor da empresa que dá condições práticas e adequadas para a realização das metas definidas pelo setor de marketing (NOVAES, 2001).

Em termos práticos, a logística é o processo de gerenciamento de estratégia de aquisição, movimentação e armazenamento de materiais, peças e produtos acabados (e os fluxos de informações correlatas) ao longo da organização (CHRISTOPHER, 1997; BALLOU, 2006). Essa perspectiva qualifica a logística como uma cadeia de suprimentos: um fluxo de processos integrados de uma cadeia produtiva, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com vistas a fornecer produtos, serviços e informações com valor agregado aos clientes e outros *stakeholders* (NOVAES, 2001).

De acordo com Ribeiro (2005), a logística hospitalar representa um dos maiores desafios da administração hospitalar, principalmente, quando se avalia o tamanho da sua importância em atender às necessidades do hospital, seja no serviço de apoio, higienização, lavanderia, manutenção, bem como os auxiliares de diagnósticos, hemodiálise, centro cirúrgico, banco de sangue, especialidades médicas e tantos outros.

Para um bom resultado da logística dentro de uma empresa, é necessário um sistema de informações eficaz para que não haja empecilhos à comunicação entre setores. Pelos aspectos inerentes ao gerenciamento da logística, no que tange às informações envolvidas, a tecnologia da informação pode proporcionar ganhos efetivos e eficientes de controle, acompanhamento e suporte a decisões. Algumas formas comuns de informações logísticas são as movimentações nos armazéns, pedidos de clientes, necessidade de estoque, documentação de transportes e faturas (FLEURY, et al, 2000).

Segundo Medeiros et al, (2008), ao se discorrer sobre as atividades de logística hospitalar interna nos hospitais (sejam eles públicos ou privados) podem-se analisar todas as atividades que envolvem seus processos, como, por exemplo, a solicitação de materiais, o processo de compra, o recebimento das mercadorias compradas, a conferência, o cadastro de entrada das mercadorias no almoxarifado, o armazenamento adequado das mercadorias, o recebimento das solicitações de consumo dos setores, a preparação do pedido, a entrega do material solicitado e o registro da saída dos materiais. Para cada uma das atividades

suprarrelacionadas, deve-se avaliar o seu grau de importância e a melhor forma de organização, a fim de que se possa construir um bom gerenciamento de materiais à logística hospitalar e, conseqüentemente, contribuir para a redução dos custos destas instituições.

### **5.3 Gestão de Estoques em Hospitais**

O controle de estoques exerce papel de suma importância dentro de uma empresa, por ser ele que mantém todos os produtos necessários para o funcionamento da organização. Sem estoque, é impossível uma empresa trabalhar, pois ele funciona como amortecedor entre os vários estágios da produção até a venda final do produto. Contudo, estoque em excesso pode significar, em contrapartida, maiores custos e até mesmo desperdícios (NOVAES, 2001). Sendo assim, entende-se que todas as decisões tomadas nesse setor se refletirão no desempenho das empresas, já que a falta de determinado material pode ocasionar um atraso na entrega para o cliente e, por conseguinte, trazer prejuízos para a empresa.

Assim como em qualquer organização, o estoque no escopo dos hospitais deve garantir a disponibilidade de medicamentos e materiais no momento e no lugar onde são necessários (CHOUDHURY *et al*, 2004). Todavia, a importância dos estoques na saúde é dimensionada não somente pelo seu valor monetário, mas também pela essencialidade à prestação de serviços a que dão suporte; logo, nesses estoques, não deve haver excessos de medicamentos – o que implica alto custo, em geral de 25 a 40% dos custos totais, conforme estimativa de Ballou (2006) –, nem a falta deles (com a possibilidade de ocasionar até o óbito de pacientes) (BARBIERI; MACHLINE, 2006). Em alguns casos, a falta de medicamentos e/ou materiais pode significar o insucesso de uma intervenção médica, comprometendo diretamente a atividade-fim de uma organização hospitalar.

Na gestão de estoque dos hospitais públicos, existe uma estimativa de gastos mensal e anual. A estimativa é bem definida de acordo com as necessidades do hospital, baseando-se nos seguintes aspectos: gasto do ano anterior, quantidade de disponibilidade de uso, prazo de validade do material, necessidade e importância do material, impacto do material nas planilhas de gastos. Tendo um bom funcionamento e controle de estoque, os gestores contam com uma melhor previsão do que comprar e quando comprar e isso facilita na hora da compra e no armazenamento de produtos. Se, por um lado, justifica-se o controle de estoques orientados para minimizar custos; por outro, deve-se garantir suprimento adequado, em



termos de respostas rápidas, para atender às necessidades de demandas dos clientes (PRIDE; FERREL, 2001).

#### **5.4 Gestão da Movimentação de Equipamentos Hospitalares**

Segundo Moura (2005), a Movimentação de Materiais, em geral consiste na preparação, colocação e posicionamento de materiais. Todas as atividades que se relacionam com o produto, com exceção as de processamento e inspeção, são de Movimentação de Materiais. A movimentação de materiais, diz respeito ao deslocamento de materiais na quantidade certa, no lugar certo, na posição certa, pelo método certo, pelo custo certo, de um lugar para o outro e é necessária não somente numa instalação industrial, mas também nas diversas empresas, independente do ramo de atuação.

A movimentação de equipamentos consiste na avaliação do tipo de necessidade do serviço requisitante no momento do pedido de cedência. Se este necessita do equipamento temporariamente será iniciado o processo de empréstimo do equipamento ao serviço, caso a necessidade seja definitiva, então será efetuada a transferência definitiva do equipamento e atualizado o estado do mesmo para o novo local de responsabilidade.

O controle da movimentação de equipamentos hospitalares é um processo muito crítico, pois, para que os resultados saiam conforme o planejado, o produto ou serviço tem que estar disponível para uso ou consumo no momento desejado. Além disso, os custos dos transportes são considerados os mais elevados para as organizações (BERTAGLIA, 2003; CHOPRA; MEINDL, 2006). Diante do exposto, é possível perceber que a atenção da logística de distribuição se volta para as instalações de armazenagem e como elas podem contribuir para atender de forma eficiente as atividades da organização, fornecendo materiais e medicamentos no tempo e locais adequados. A funcionalidade da cadeia de distribuição depende da logística de distribuição adotada pela organização.

Para iniciar a gestão de equipamentos médicos em um hospital, é necessário conhecer o parque tecnológico que se pretende gerenciar. Geralmente, o primeiro passo é realizar um cadastro de todos os equipamentos médicos instalados na unidade de saúde. O levantamento deve ter no mínimo informações como: tipo do equipamento, marca, modelo, número de série, patrimônio, número de identificação para a Engenharia Clínica e a unidade em que o equipamento está instalado. Outras informações podem ser adicionadas no cadastro como:

tipo de manutenção, propriedade do equipamento, idade, condição de funcionamento e número de usuários.

Para trabalhar com um parque de equipamentos médicos, é importante ter um sistema de informação (SI) que permita consolidar os dados do levantamento desse parque assim como os dados dos serviços executados em cada atividade da Engenharia Clínica. O sistema de informação é fundamental para auxiliar o gestor na tomada de decisão, pois possibilita o planejamento das atividades e o controle da execução das mesmas. No caso do sistema de informação do DEC, é possível visualizar a distribuição do parque tecnológico em todos os setores da unidade hospitalar, o que permite visualizar a necessidade de intervenção de urgência de forma a minimizar problemas com equipamentos médicos nos setores assistenciais. Além disso, o SI do DEC permite, também, o acompanhamento da vida útil de cada equipamento, auxiliando o gestor na decisão da substituição ou não do equipamento por um novo.

### **5.5 Desafios atuais na Logística Hospitalar**

No Hospital A, há vários almoxarifados: (i) o central, que é responsável pelo material de consumo dos setores; (ii) os das farmácias, que são responsáveis pelos medicamentos e materiais hospitalares; e (iii) o do DEC, que é responsável pelas peças e acessórios de equipamentos médicos do hospital. Os almoxarifados são distribuídos por todo o hospital para agilizar a distribuição dos produtos e também porque o Almoxarifado Central/AC não tem condições físicas nem técnicos suficientes para gerenciar todo o estoque do hospital, o que implica no desenvolvimento de um pequeno almoxarifado descentralizado dentro do próprio DEC, na FIGURA 16, é apresentando a estrutura dos almoxarifados do hospital.

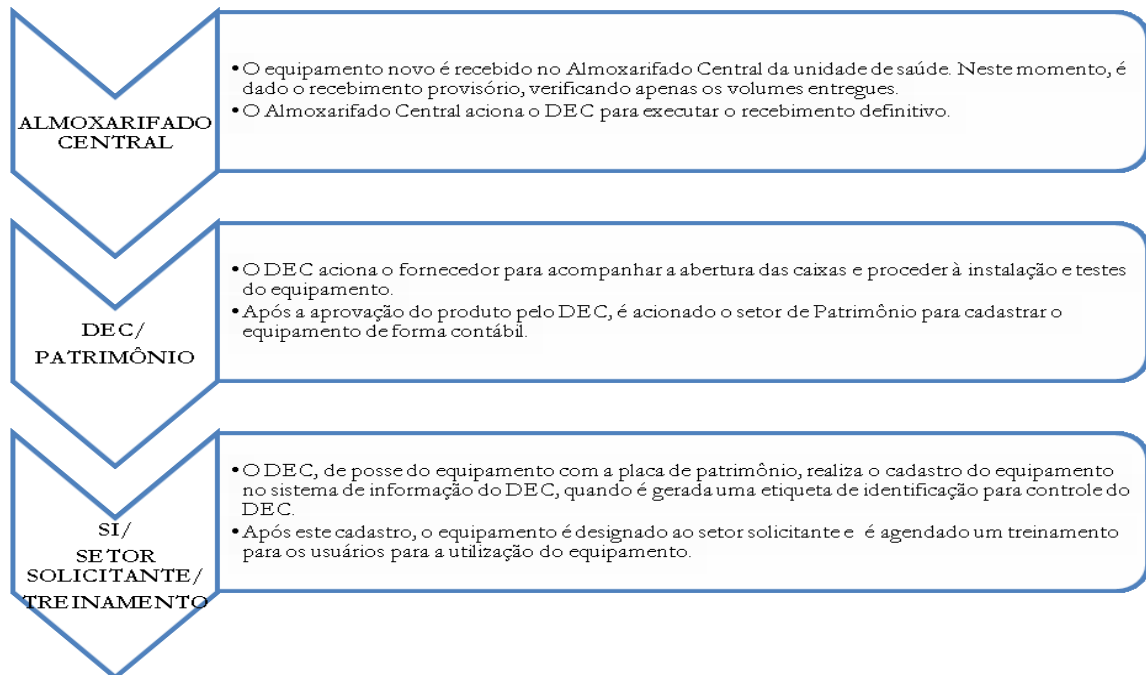


Figura 16 - Processo para recebimento/cadastro/distribuição/treinamento de equipamentos novos

Fonte: Engenharia Clínica, Hospital A, 2012 (adaptado).

De acordo com o gestor do DEC, administrativamente, o correto seria existir um almoxarifado único, ou seja, todas as demandas seriam solicitadas via Ordem de Serviço (OS) para um único setor do hospital, porém, como exposto à cima, dois grandes problemas surgiriam: a AC receberia uma peça onde os funcionários do setor não teriam capacidade técnica para avaliar a mesma, com isso, a AC não conseguiria gerir as demandas específicas dos equipamentos responsáveis pelo DEC. O outro problema é relacionado ao espaço físico, a estrutura existente do AC não comporta a demanda do hospital. A estrutura é muito aquém e os profissionais do mesmo, não possuem capacidade gerencial.

Como não existe uma metodologia bem definida do almoxarifado do DEC, e como os micros e macros processos não são explícitos para todos os envolvidos do setor, torna-se a gestão do DEC comprometida. Não existe um fluxo de trabalho bem definido.

Foi identificada a existência de vários problemas no DEC. Sendo o controle de estoque do almoxarifado um dos maiores e de maior impacto no resultado do setor, bem como no resultado do hospital. O controle de estoque é um problema de logística para o setor. O controle é feito por uma listagem do material estocado e uma ficha que é preenchida pelo técnico na hora em que retira a peça do estoque. As peças ficam armazenadas em caixas dispostas em estantes, sendo identificadas e relacionadas por um código identificador em uma lista. Tendo o técnico a necessidade de pegar uma peça, o mesmo recorre à listagem do

material estocado para averiguar a existência da mesma em estoque, na sequencia, identifica a localização física da peça dentro do almoxarifado por meio da listagem das caixas e estantes. Como não há um mecanismo de dispensa (saída) controlada e informatizada das peças de reposição; conseqüentemente, não há a geração de forma automática da solicitação de peças que estão no fim de estoque. A reposição do estoque se dá de forma manual, propiciando falhas e grandes prejuízos para o setor. A reposição ocorre quando no momento da retirada da peça na caixa do estoque, o técnico identifica que o nível da mesma está baixo, necessitando uma reposição.

Além de não haver esse controle efetivo e de o processo de compras não permitir a padronização de equipamentos, acaba-se tendo um parque tecnológico com grande diversidade de marcas e modelos. Isso gera uma dificuldade no gerenciamento de compras e também de armazenagem, agravando a dificuldade de gestão do almoxarifado do DEC, repercutindo de forma significativa no desenvolvimento das atividades primordiais do DEC.

Avaliar a qualidade de um equipamento (ativo), qualidade da marca e o modelo, são atividades bem complexas na gestão de estoque. Como o controle é realizado de forma manual, é custoso o levantamento para aferir se um determinado equipamento está causando prejuízo (equipamento com um número alto de manutenção em um período curto de tempo) ou não para o DEC, se o contrato de manutenção está sendo benéfico para o DEC ou se é preferível não realizar o contrato de manutenção e manter uma quantidade grande em estoque.

Outra dificuldade encontrada na gestão do estoque é relacionar peças utilizadas na manutenção porque não há controle em relação à entrada e saída de cada item empregado nas manutenções preventivas e corretivas. Entende-se como manutenção preventiva aquela manutenção planejada que previne a ocorrência corretiva, já a corretiva, é a manutenção não periódica que variavelmente poderá ocorrer. Esse relacionamento é fundamental para controle do próprio almoxarifado, criação de um histórico de peças consumidas pelo período de tempo, auxílio ao planejamento de aquisição de peças, e conseqüentemente, melhoria dos resultados do DEC. Adicionalmente, o controle de gastos das peças é prejudicado em função de não serem lançadas as peças devidamente no banco de dados de ordem de serviços. Soma-se a isso o fato de que não há um histórico dos serviços executados de forma a criar históricos de peças de reposição para melhorar o dimensionamento de estoque. Nesse contexto, determinar e dimensionar os itens a serem estocados para atender a real demanda assistencial são desafios da gestão de estoque.

O DEC é responsável também pela movimentação dos ativos no hospitalares. Um equipamento pode se deslocar entre setores e até mesmo entre hospitais sem a devida documentação e sem a comunicação ao setor de EC. Não existe um recurso que permita rastrear o equipamento. Essa falta de informação acarreta a perda de controle do parque por descaracterizar o levantamento inicial com relação ao registro do local de instalação. Com isso, no momento de abertura de uma Ordem de Serviço corretiva, no DEC, pelo setor assistencial, não há coincidência com o cadastro, gerando transtorno para a equipe do DEC e dificultando a referência para a devolução do equipamento. Ao longo do tempo, perde-se o levantamento do parque tecnológico em função da distribuição do equipamento no hospital e, assim, perde-se a referência do número de equipamentos em cada setor. À medida que a movimentação de equipamentos entre setores aumenta, sem o devido registro, o SI perde a capacidade de auxiliar nas tomadas de decisão do gestor.

Ao se trabalhar com grandes variedades de equipamentos como é o parque da EC, como muitos ativos heterogêneos, é essencial que se tenha um sistema de informação SI que possa gerir todos os dados deste parque. Este SI tem que ser capaz de prover informações para que os gestores possam tomar decisões, realizar planejamentos, identificar o momento certo para substituição, aquisição ou manutenção dos equipamentos.

## 6. PROTÓTIPO DA FERRAMENTA RFID

Tendo como base o cenário do hospital A, foi desenvolvida a aplicação Controle de Estoque e Controle de Movimentações de Equipamentos Hospitalares (CECMEH) integrados à logística hospitalar a fim de proporcionar a gestão dos ativos hospitalares bem como a simulação do ambiente hospitalar.

A solução desenvolvida permitirá a monitoração e rastreamento de ativos hospitalares por RFID, o mesmo possibilitará a partir da definição do acervo a ser controlado e da definição das plantas de edificação da organização médica, o acompanhamento do movimento de entrada / saída dos estoques de materiais, bem como do deslocamento dos equipamentos dentro do ambiente hospitalar.

### 6.1 Projeto Arquitetural

Com o intuito de demonstrar a viabilidade do desenvolvimento de uma aplicação do gênero utilizando ferramentas existentes gratuitas, a arquitetura do projeto foi baseada em ferramentas *open source* (softwares livres) que emulam sistemas RFID (Rifidi) e implementações de *middleware* (*Fosstrak*). Utilizando-se destas ferramentas, foi comprovado que não é necessário adquirir equipamentos e softwares (muitas vezes caros) para testar e construir protótipos.

A arquitetura do projeto para simular a aplicação do RFID para controle de estoque e controle de movimentações de equipamentos hospitalares foi separada em pacotes. Na FIGURA 17 é apresentando o diagrama de pacotes que é um diagrama estrutural que tem por objetivo representar os subsistemas ou submódulos englobados por um sistema de forma a determinar as partes que o compõem.

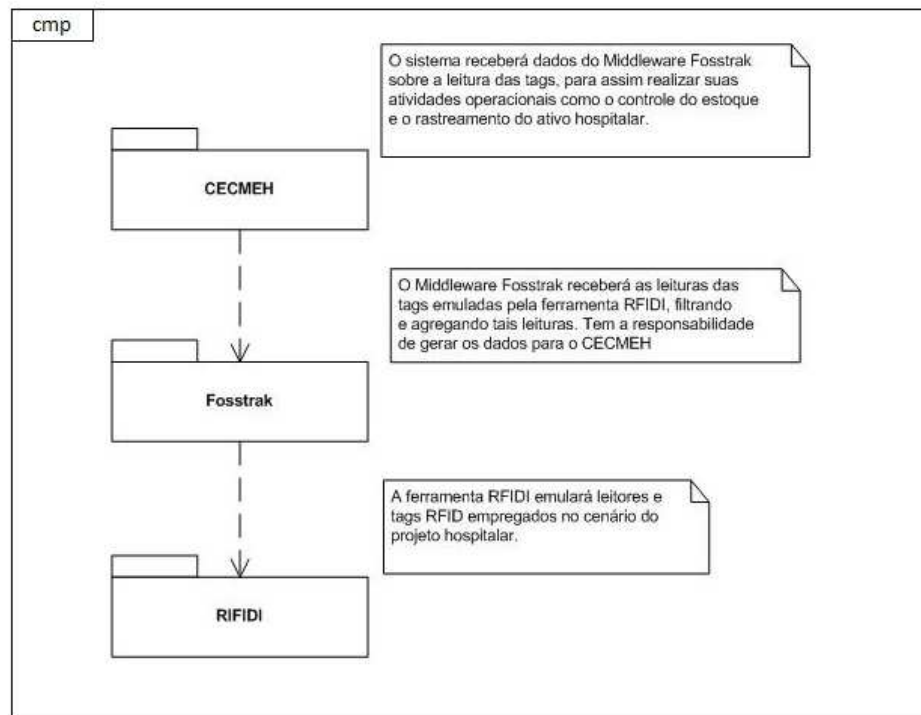


Figura 17 - Diagrama de pacotes do projeto

Fonte: Diagrama feito pelo autor.

O módulo Rifidi representa a ferramenta *open source* utilizada para simular o ambiente hospitalar. O emulados Rifidi é um software que cria leitores virtuais de *tags* RFID que comporta de forma semelhante aos comercializados. O software Rifidi é aberto à comunidade sob licença GNU. E neste módulo em que os leitores e as *tags* são emulados, imitando exatamente todos os dispositivos do RFID e de simular as operações das *tags*.

Já o módulo do *Fosstrak*, que também é um sistema *open source* disponível gratuitamente, representa um *middleware* RFID que implementa a maioria dos padrões estabelecidos pela comunidade EPCglobal, tais como ALE, RP, RM, LLRP, TDT e EPCIS. Este módulo possui um papel importantíssimo no projeto, que é filtrar os dados capturados da ferramenta Rifidi e repassar somente os dados úteis para os terminais.

No módulo CECMEH é onde estão todas as lógicas de negócios. É neste módulo em que as informações gerenciais são extraídas para tomadas de decisões. Este módulo pode ser considerado como o “cérebro” de uma plataforma RFID, pois de nada serviria a recolha dos dados de informações de *tag* por parte dos leitores se não existisse um servidor com a capacidade de armazenar e interpretar a informação recolhida.

## 6.2 RifiDi

O RifiDi é um sistema de código aberto disponível em [www.rifidi.org](http://www.rifidi.org), que além de desempenhar a função de um *middleware*, prototipa e simula *hardware* e eventos de um sistema RFID. Ele é composto por três produtos, RifiDi EdgeServer, RifiDi Toolkit e RifiDi Workbench. O primeiro foca no desenvolvimento da produção e implantação de aplicativos, o segundo na simulação de ambientes e o terceiro em fluxos de trabalho para aplicações personalizadas RFID, na FIGURA 18, poderá ser observado todo o ecossistema do RifiDi.

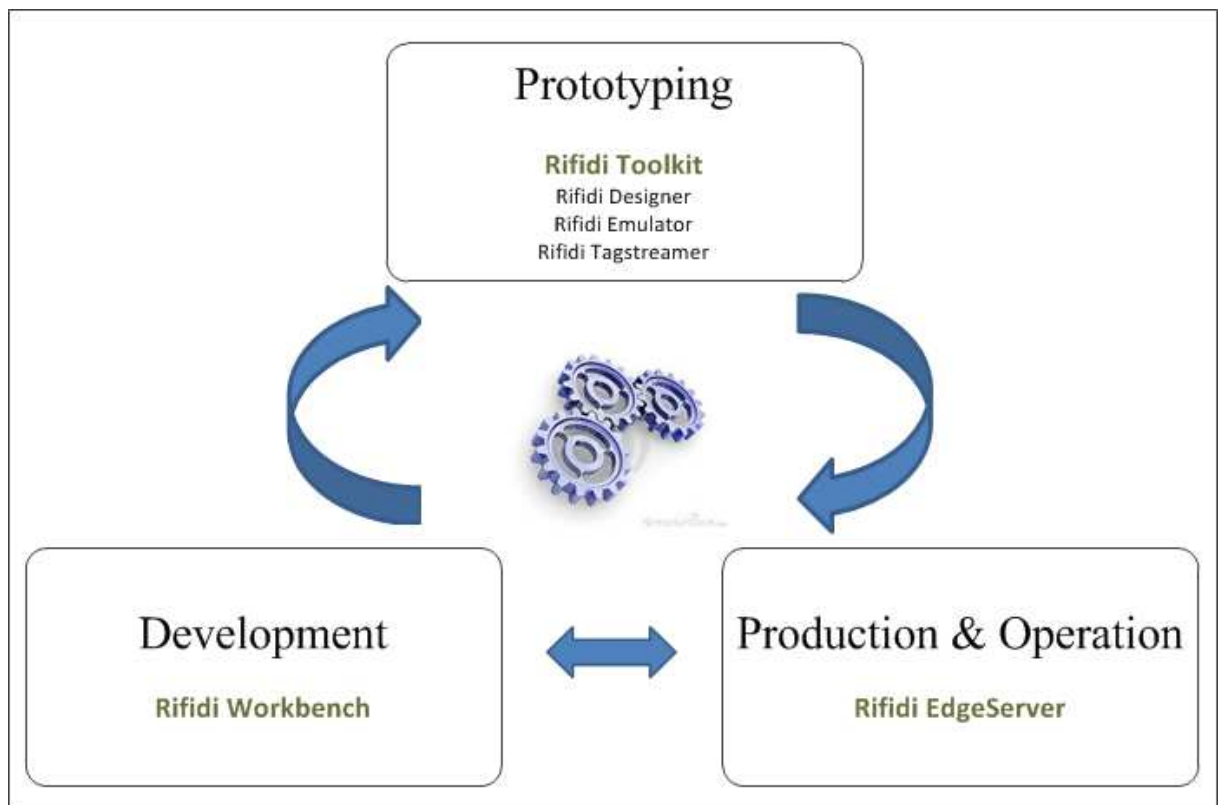


Figura 18 - Ecossistema do RifiDi

Fonte: cópia da tela feita pelo autor

Como pode ser observado na FIGURA 19, o RifiDi EdgeServer compõe o grupo de produção e operação (*Production & Operation*), o mesmo representa um *middleware* robusto, que cuida da interação com os dispositivos RFID e sensores. Ele oferece um ambiente poderoso para criar aplicativos de negócios que interajam com os leitores. O RifiDi Toolkit é um IDE (Ambiente de desenvolvimento) baseado no Eclipse que faz prototipagem (*Prototyping*) e simula o *hardware* e os eventos de um sistema RFID. Com ele é possível construir um ambiente virtual que conta com leitores, etiquetas, sensores e eventos equivalentes aos da vida real. É composto pelos módulos Designer, Emulator e Tagstreamer.



Já o Rifidi Workbench faz parte do grupo de desenvolvimento (*Development*), é uma plataforma de desenvolvimento para ALE e RFID.

Segundo Xavier, Coimbra e Oliveira (2009), o Rifidi é um projeto que visa construir um emulador de hardware RFID completo e de código aberto. Foi iniciado visando permitir a realização de protótipos, testes e desenvolvimento de sistemas RFID melhores. Desta forma, torna possível a virtualização de um sistema RFID com componentes de software (leitores, etiquetas e eventos) que se comportam como os correspondentes dispositivos físicos reais. O projeto Rifidi foi iniciado por um grupo de desenvolvedores e analistas RFID, após verificarem a inviabilidade da realização de alguns testes em um ambiente real, em função do custo envolvido, como:

- Verificar o desempenho do sistema em uma situação de sobrecarga;
- Checar rapidamente como a mudança de certos parâmetros podem afetar o comportamento de uma aplicação;
- Realizar testes que envolvam movimentação de itens.

O uso desse emulador ainda abrange a:

- Diminuição da barreira para adoção e aceitação da tecnologia;
- Definição ou validação dos fluxos de processo;
- Verificação se as necessidades são atendidas por um sistema RFID;
- Identificação de gargalos. Pontos de lentidão ao longo do processo;
- Realização de testes com SDKs (*Software Development Kit*) de leitores comerciais que a ferramenta emula, tais como Alien, Symbol e ThingMagic.

Portanto, o objetivo do Rifidi é prover uma ferramenta que simplifica a maneira como as aplicações RFID são desenvolvidas, além de tornar esse processo reutilizável e simples.

O módulo Rifidi Toolkit possibilita a simulação da comunicação entre cliente e leitor RFID da mesma forma que aconteceria uma comunicação com um leitor real. Ele é composto de três produtos distintos que combinados permitem o projeto, desenvolvimento e teste de

uma aplicação RFID, o foco maior será nos módulos Designer e Emulador, ambos utilizados no projeto CECMEH:

- Designer: essa ferramenta possibilita projetar e simular processos RFID através de uma interface 3D. Fornece ambientes gráficos onde podem ser inseridos componentes com animações como: esteiras, portais com leitores, itens equipados como etiquetas RFID, sensores de infravermelho, flexão de braço e etc (Figura 19).

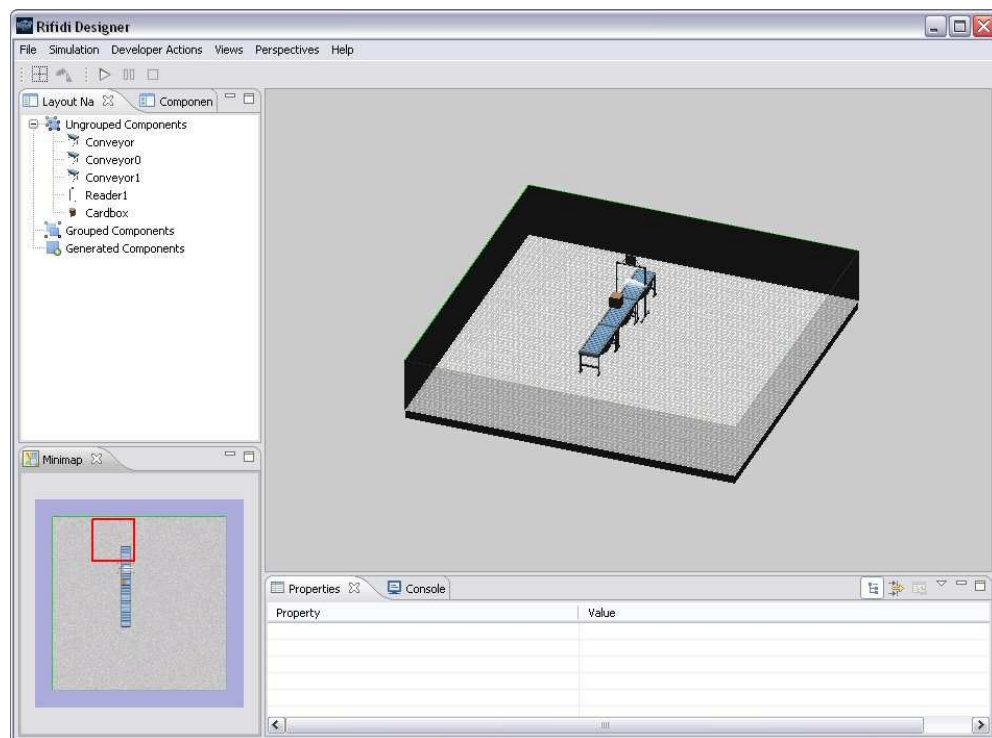


Figura 19 - Ecossistema do Rifidi

Fonte: cópia da tela feita pelo autor.

Ao abrir o módulo de Designer, o Designer Rifidi possui uma janela dividida em quatro partes principais que podem ser observadas na FIGURA 19.

- na parte superior esquerda da tela, há um quadro que mostra alguns elementos que pode ser adicionado no cenário 3D, tais como: esteiras, leitores, *tags*, caixas e etc;
- na parte inferior esquerda há um mini-mapa sobre o cenário em 3D;
- no centro da tela, é o próprio cenário 3D, no qual é possível adicionar os elementos e visualizar as animações acontecendo;

- na parte inferior central da tela, há uma lista de propriedades que são modificados e específicos de acordo com o objeto selecionado na tela central do cenário 3D.

Os primeiros passos com RifiDi *Designer* é criar um novo cenário dando-lhe um nome e escolhendo a dimensão da sala onde os objetos devem ser definidos fisicamente. A ferramenta permite adicionar alguns objetos predefinidos, como objetos com etiquetas RFID, transportadores, leitores do tipo portão, *push*-armas, caixas, etc. Cada objeto tem algumas propriedades (por exemplo, sensibilidade e velocidade), que depende do tipo de objeto. Os objetos podem ser rodados, removido, e os seus comportamentos podem ser feitas de acordo com o comportamento de outro objeto usando o recurso chamado GPIO (*General Purpose Input Output*). O GPIO é comumente utilizado para a comunicação com outros dispositivos para tornar os leitores mais inteligentes, como a dependência de um impulso do braço por uma porta (por exemplo, se um leitor detecta uma *tag* específica, um *push*-braço é ativado para mover o objeto rotulado para uma esteira paralela à que se encontrava).

Cada leitor é associado a um endereço IP e a uma porta na qual ele atende a conexões, desta forma, é possível monitorar as etiquetas RFID que passam por este leitor. Um console ajuda o usuário a analisar o processo de leitura de etiquetas para cada leitor em que uma caixa virtual de passes.

O uso do designer RifiDi é muito interessante, pois permite criar configurações complexas de caixa, *push*-braços, leitores, etc Ele também permite definir a velocidade de transição e responsividade dos vários itens. Infelizmente, não existe um conjunto muito variado de objetos 3D que podem ser usados para a criação de um cenário.

- Emulador: utilizado para simular, rapidamente, leituras de etiquetas RFID e gerar eventos para a aplicação/*middleware*. A ferramenta Emulador não está longe da ferramenta Designer, o motor do simulador é o mesmo. Mas neste, não há ambiente em evolução, o usuário pode apenas criar leitores, gerar etiquetas e colocá-los ao alcance para que os leitores os leiam. (FIGURA 20)

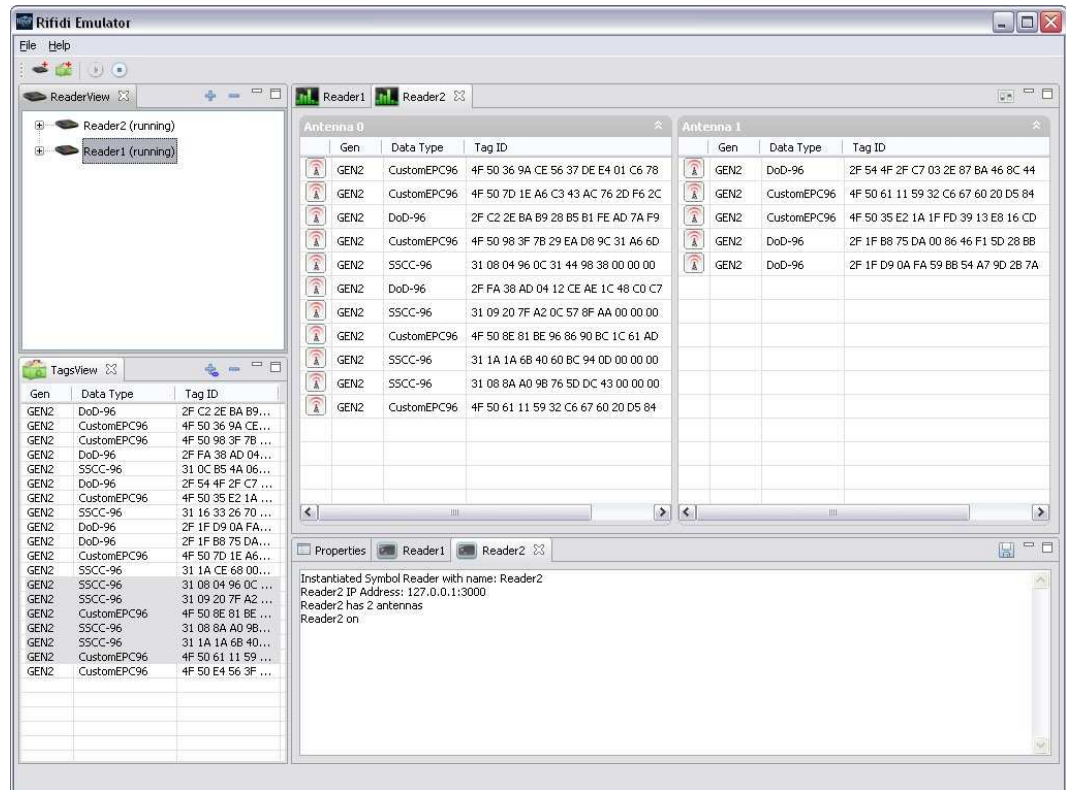


Figura 20 - Tela do RifiDi Designer

Fonte: cópia da tela feita pelo autor.

O RifiDi Emulador é usado para estudar o comportamento do sistema, quando o leitor possui *tag* a ser lida em seu campo de visão. Quando aberto, o emulador RifiDi é uma janela composta por quatro partes principais:

- na parte superior esquerda da tela encontra-se um quadro que mostra aos leitores que estão configurados no sistema;
- na parte inferior esquerda há uma lista com as *tags* criadas, caso haja alguma. As *tags* possuem propriedades que se aproxima muito das vendidas no mercado;
- no centro da tela, há uma lista contendo a situação em tempo de execução da fila do leitor selecionado, é nesta tela que as *tags* são inseridas ao campo de visão de um determinado leitor;
- na parte inferior da tela, existe um espaço reservado para a visualização dos eventos ocorridos de acordo com a leitura das etiquetas realizadas pelos leitores.

O uso de Rifidi Emulador é simples também. O primeiro passo para usar o emulador de Rifidi é adicionar um leitor: selecionar o tipo de leitor, atribuir um nome para este leitor, definir a porta, definir o GPIO, e em fim, clicar no botão Finish para que o leitor possa ser adicionado. Depois de realizado os passos anteriores, o sistema está pronto para ser emulado, basta clicar no botão Play para que a emulação seja iniciada. Após iniciada, é possível criar novas *tags* (apenas clicando no símbolo '+') na lista situada na parte inferior esquerdo da janela Rifidi. Com as *tags* criadas, basta arrastá-las para a fila do leitor selecionado. Portanto, a diferença prática entre o Rifidi Designer e o Rifidi Emulador é a maneira em que a fila pode ser gerida. Com o Rifidi Designer, as *tags* são geradas automaticamente e aleatoriamente pelo gerador de *tag* e a fila é gerenciada automaticamente pelo sistema. Em vez disso, com o Rifidi Emulador, as etiquetas podem ser geradas pelo utilizador, que também pode arrastar as etiquetas na fila ou remover-las da fila dos leitores.

- *Tag Streamer*: permite gerar unidades de teste com diversos leitores e etiquetas virtuais para testar um sistema RFID, possibilitando a simulação de um fluxo de etiquetas passando por uma sequência de leitores.

### 6.3 Fosstrak

O *Fosstrak* (“*Free and Open Source Software for Track and Trace*”) é uma solução de *middleware* RFID que implementa a maioria dos padrões da EPCglobal. Esta implementação visa dar suporte ao desenvolvimento de aplicações de monitoramento e rastreamento utilizando identificação por rádio frequência. Resultado de um trabalho iniciado pelo laboratório Auto-ID suíço e um grupo de desenvolvedores de sistemas distribuídos do Instituto Federal de Tecnologia da Suíça em Zurique - ETH Zurich, o *Fosstrak* foi modificado e é, atualmente, um projeto de código aberto independente, com contribuições de outros laboratórios Auto-ID e de desenvolvedores externos.

O *Fosstrak* é baseado em um trabalho de desenvolvimento de *middleware* RFID iniciado em 2003, tendo como público alvo: desenvolvedores de aplicações RFID, profissionais responsáveis pela integração de sistemas e grupos de pesquisa acadêmicos e industriais.

Este *middleware* fornece serviços de coleta, filtragem, processamento de dados RFID e geração de eventos de interesse das aplicações. Uma aplicação RFID de controle de

inventário poderia, por exemplo, definir o seguinte evento no *Fosstrak*: informar se um item I, ou um conjunto de itens C, for identificado por um ou mais leitores L responsáveis pelo controle de entrada e saída de itens de uma empresa. Ao invés da aplicação analisar a grande quantidade de dados que chega dos leitores, o *middleware Fosstrak* faria esse serviço entregando a aplicação apenas as informações que lhe interessa.

O *Fosstrak* fornece, também, um conjunto de ferramentas que permitem que consultores RFID desenvolvam soluções dentro da necessidade do menor esforço de programação. Conseqüentemente, essas ferramentas geram todos os artefatos RFID requeridos para desenvolver as soluções através do *middleware Fosstrak*.

### 6.3.1 Arquitetura utilizada com o *Fosstrak*

O *Fosstrak* é o *middleware* utilizado para dar suporte à aplicação. Ele realizará a comunicação entre o CECMEH e o simulador de *tags* e leitores, o Rifidi. Na FIGURA 21 é apresentada a estrutura e a comunicação do *Fosstrak* com os demais módulos.

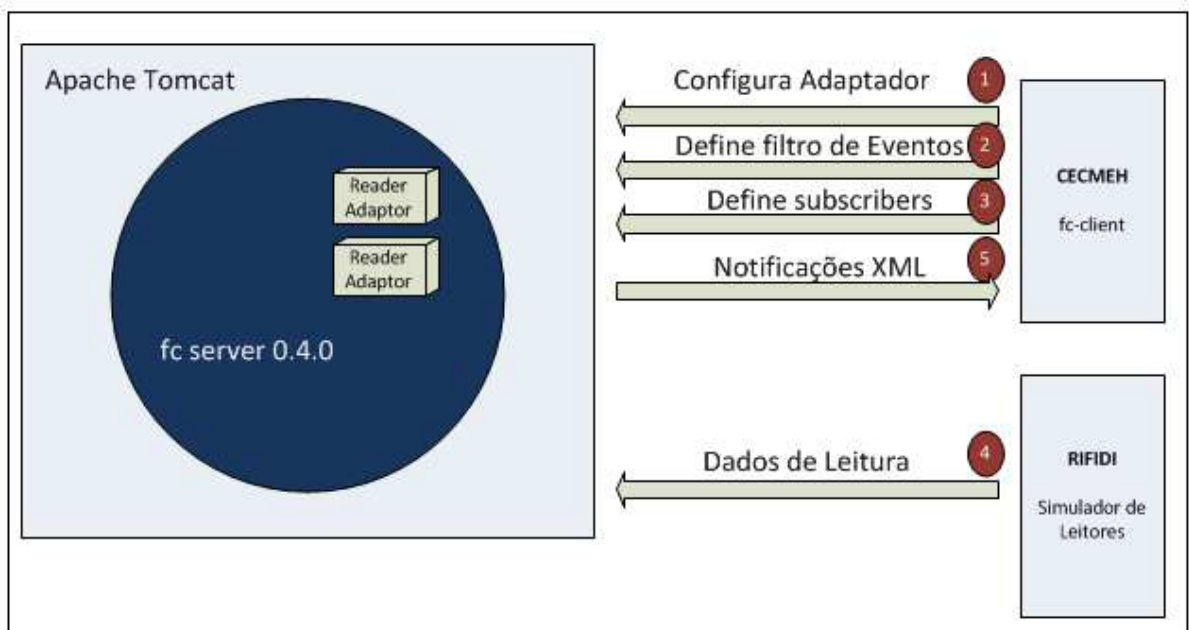


Figura 21 - Arquitetura da utilização do *Fosstrak*

Fonte: cópia da tela feita pelo autor.

O *Fosstrak* é o software responsável por integrar as diferentes camadas que compõem o ambiente, o Rifidi e o CECMEH. Toda a comunicação entre os módulos é realizada via serviço por meio de arquivos XML (*eXtensible Markup Language*).

O CECMEH envia para o *Fosstrak* as informações dos leitores que irão compor a simulação. O Rifi di também envia para o *Fosstrak* os dados pertinentes aos leitores e *tags* a serem simuladas. O *Fosstrak* recebe o dado bruto dos leitores oriundos do Rifi di e filtra estes para repassar somente os dados úteis em XML para o CECMECH. O *Fosstrak* executa um papel importantíssimo em levar a informação certa para a aplicação certa no tempo certo.

## **6.4 Controle de Estoque e Controle de Movimentações de Equipamentos Hospitalares**

O protótipo implementado contempla a utilização da tecnologia RFID. Este tipo de tecnologia automatiza e simplifica o processo do controle de estoque e controle de movimentação dos ativos hospitalares; possibilitando a gestão dos ativos bem como a rastreabilidade dos mesmos no hospital.

### **6.4.1 Descrição Geral**

A solução RFID consiste de um conjunto modular de componentes de *hardware* (que no cenário deste projeto será emulado, utilizando ferramentas descritas no corpo do texto) e *software* especialmente desenvolvidos para atender as necessidades deste protótipo. Os componentes de *hardware* emulados vão de encontro às necessidades tecnológicas dos hospitais modernos e podem ser adaptados para atender requisitos individuais.

No contexto hospitalar, as *tags* são fixadas aos ativos hospitalares que quando entram no campo de alcance das antenas de radiofrequência, instaladas em pontos programados, são captados e lidos automaticamente pelas mesmas, sem que haja qualquer necessidade de intervenção manual por parte de quem quer que seja. Os dados são lidos pelo leitor conectado às antenas e a um computador central. Este último então processa os dados dos itens armazenados no chip interno da *tag* e os envia para uma aplicação gerencial.

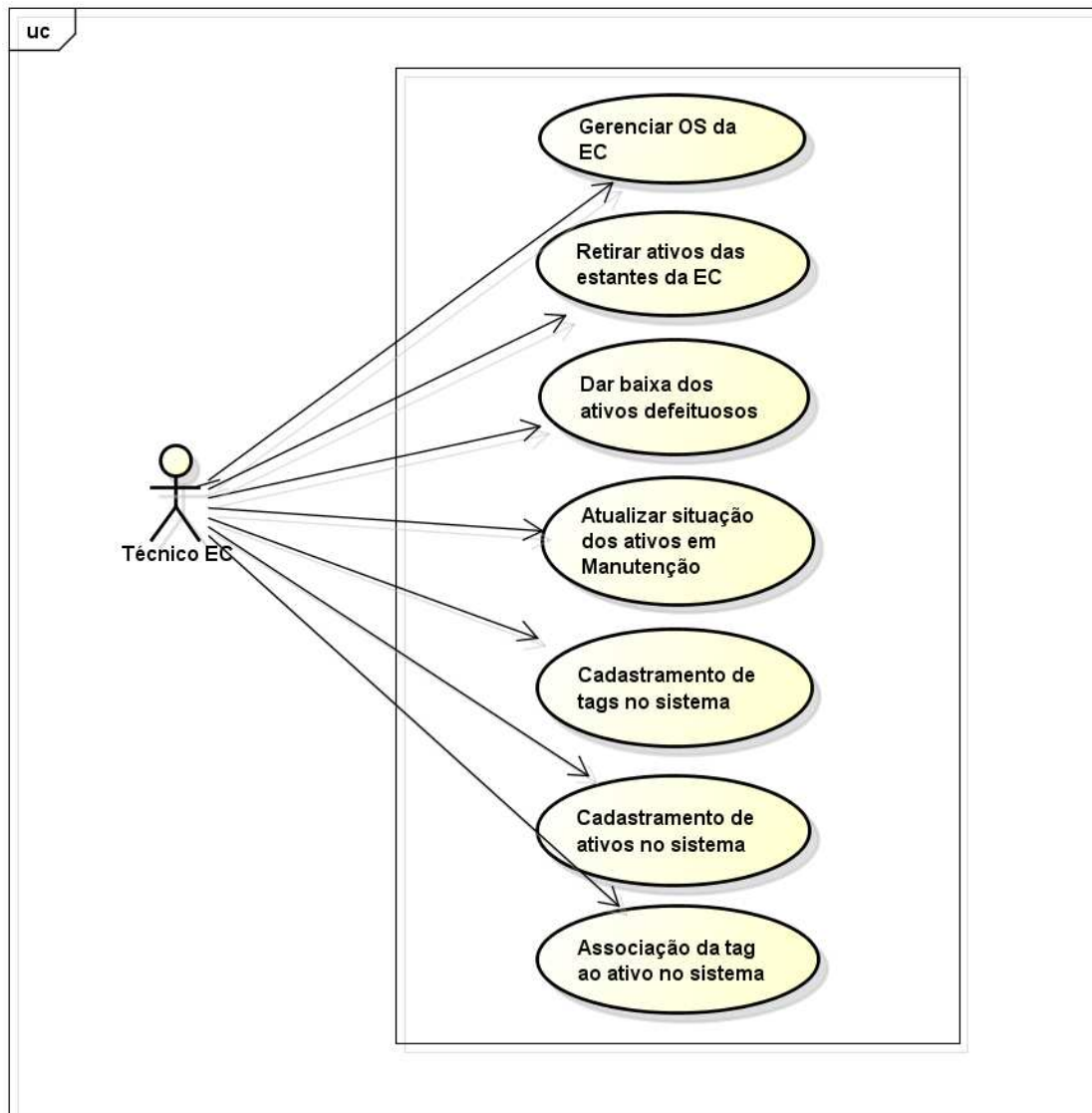
Por intermédio deste mecanismo distribuído por toda à organização hospitalar, é possível saber qual o item passou por determinada área dentro do estabelecimento, sua localização, o funcionário que o utilizou, permitindo o controle dos estoques de suprimentos em tempo real, garantindo a rápida verificação para manutenção dos níveis de reposição dos ativos, bem como o controle sobre os itens para fins de manutenção preventiva e corretiva.

Ademais, permite que os ativos sejam deslocados entre setores, contornando o problema existente de ter que comunicar ao setor da EC deste deslocamento, garantindo assim a atualização constante e em tempo real do parque tecnológico. Permite também em tempo real, a identificação da quantidade de ativos em cada setor, auxiliando as tomadas de decisão dos gestores.

#### **6.4.2 Características dos Usuários**

O departamento de EC do hospital lida com três grupos de funcionários: os técnicos da EC, os gestores da EC e os gestores dos demais setores do hospital. Como pode ser observado no CASO DE USO 1, os técnicos da EC são funcionários do departamento de EC responsáveis pelas seguintes funções: gerenciar (imprimir, atender e arquivar) as ordens de serviços (OS) destinadas ao setor da EC, responsável pela retirada dos equipamentos/peças (ativos) das respectivas estantes no almoxarifado da EC mediante solicitação via OS e entrega ao solicitante, cadastramento no sistema dos ativos novos que dão entrada no setor da EC, responsáveis por realizar baixa no sistema dos ativos defeituosos, atualizar no sistema a situação dos ativos quando os mesmos estiverem em manutenção, cadastramento e associação no sistema das *tags* a serem adicionadas aos ativos.

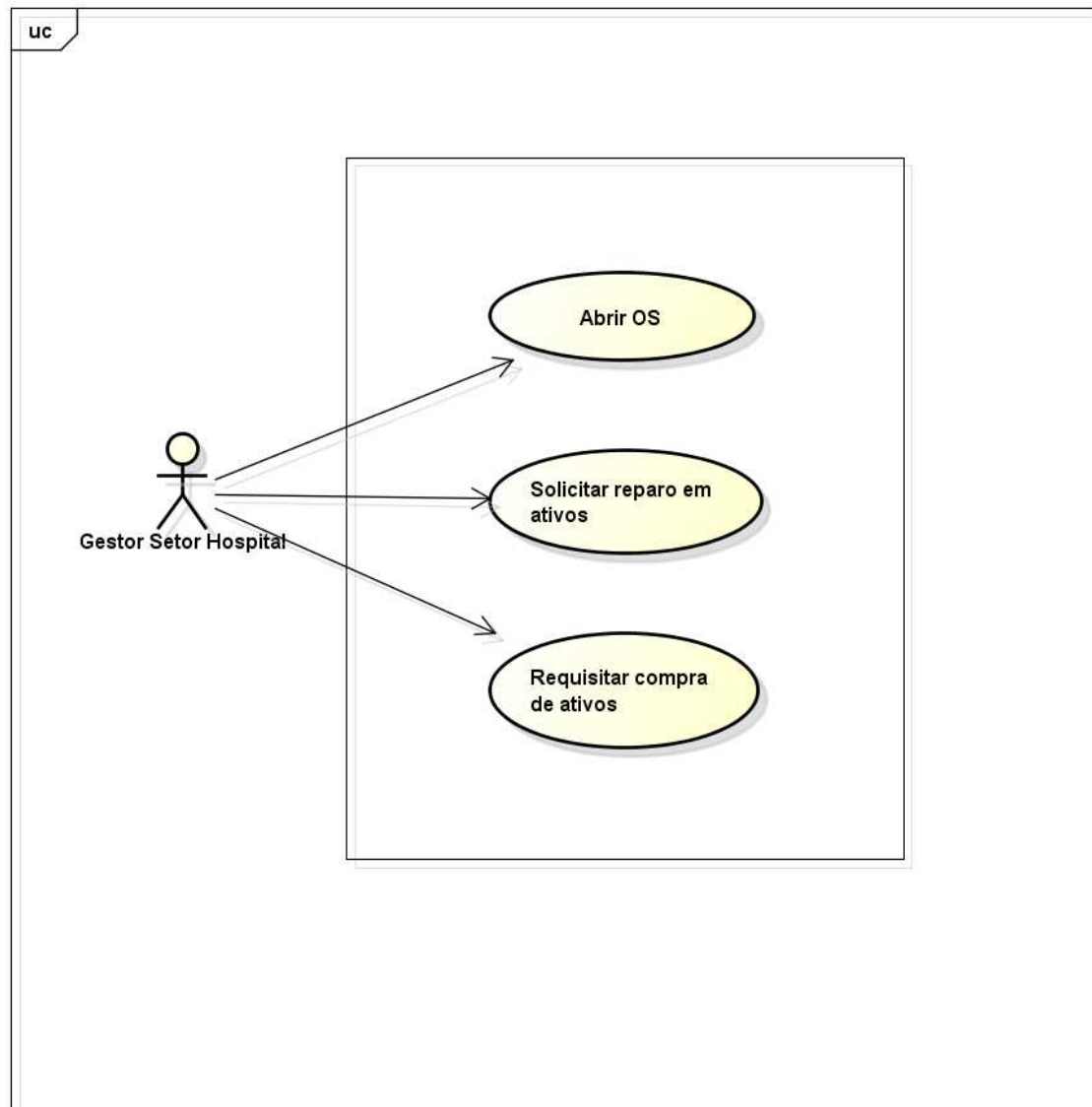




CASO DE USO 1 - Técnico da Engenharia Clínica

Fonte: caso de uso feito pelo autor.

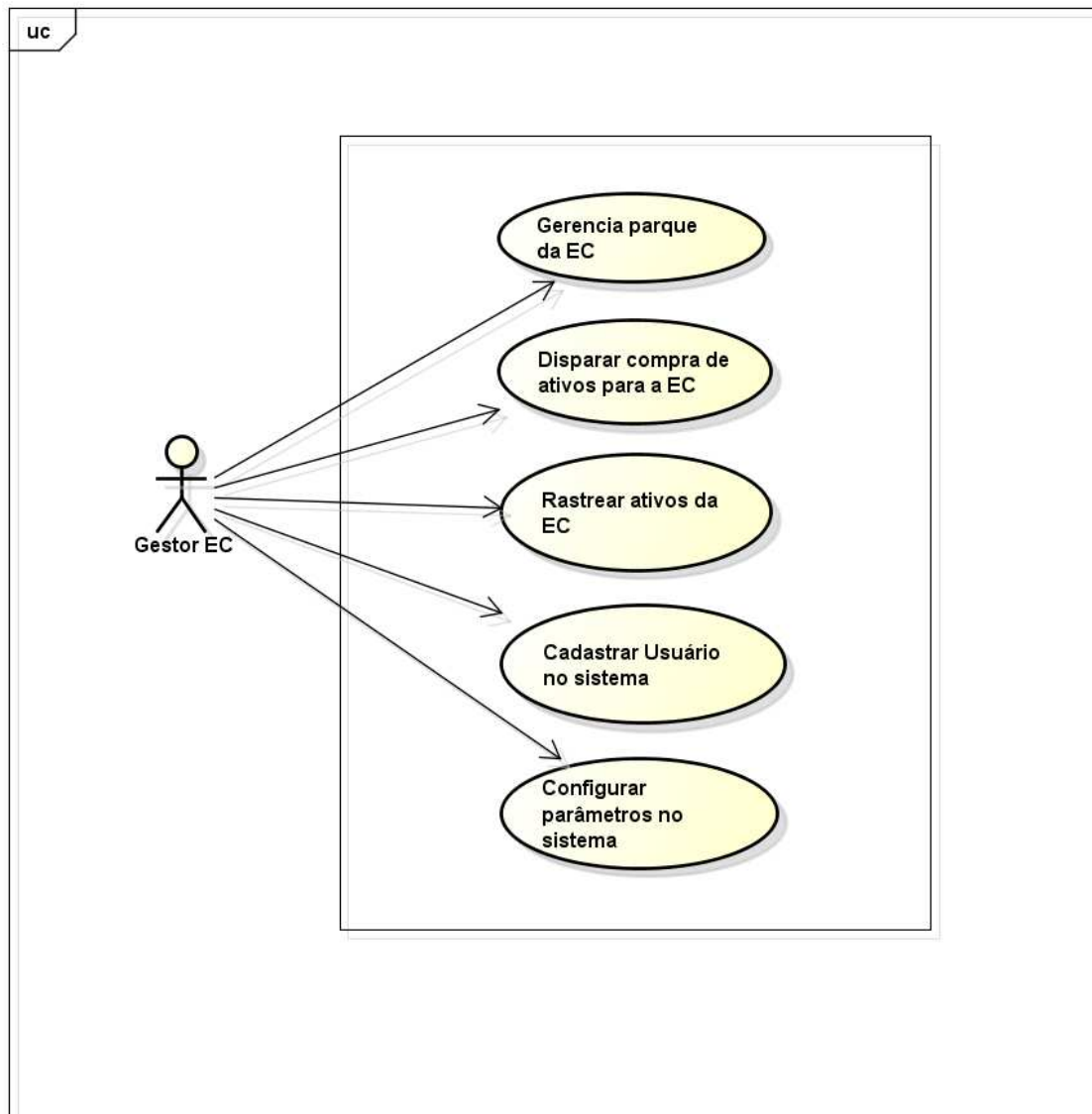
Os gestores dos setores do hospital são funcionários dos demais setores do hospital responsáveis pelas seguintes funções: abrir OS quando necessitar de um equipamento novo, abrir OS quando necessitar de um empréstimo de algum ativo sob gestão da EC, abrir OS quando algum ativo sob gestão da EC necessitar de manutenção. Vide CASO DE USO 2.



CASO DE USO 2 – Gestores dos Setores do Hospital

Fonte: caso de uso feito pelo autor.

Já o gestor da EC são funcionários que gerenciam o departamento de EC responsáveis pelas seguintes funções: gerenciar o parque da EC, avaliar o momento de reposição do estoque, realizar o rastreamento dos ativos quando necessário, bem como outras atividades descritas no CASO DE USO 3.



CASO DE USO 3 – Gestor da Engenharia Clínica

Fonte: caso de uso feito pelo autor.

### 6.4.3 Diagrama de Casos de Uso

O diagrama de caso de uso descreve o cenário das funcionalidades de um sistema ou negócio do ponto de vista do usuário. A organização deve ver no diagrama de casos de uso as principais funcionalidades de seu sistema, que devem ser os mais claros possíveis para que todos os eventuais leitores de diferentes campos e backgrounds possam entendê-los de igual modo. O Caso de Uso 4 descreve a funcionalidade “Cadastrar Ativo” bem como a interação dessa funcionalidade com os usuários dos sistema.

<b>UC 4</b>	
<b>Nome</b>	CadastrarAtivo
<b>Descrição</b>	Após a execução deste caso de uso, um ativo terá sido cadastrado no almoxarifado da Engenharia Clínica
<b>Prioridade</b>	Alta
<b>Atores</b>	Técnico e Gestor da Engenharia Clínica
<b>Pré-condição</b>	O ativo já estar com a placa de patrimônio do hospital. O responsável pelo cadastro estar logado no sistema.
<b>Entradas</b>	Dados pertinentes ao ativo e o identificador do usuário responsável pelo cadastramento do ativo.
<b>Fluxo principal</b>	Assim que um ativo novo qualquer der entrada na Engenharia Clínica, o mesmo deverá ser cadastrado: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deverá ser analisado se o ativo possui o registro de patrimônio</li> <li>2. O responsável pelo cadastro deverá informar todas as informações do ativo</li> </ol>
<b>Fluxo alternativo</b>	Se o ativo não possuir o registro de patrimônio, o sistema não poderá permitir o cadastramento do ativo
<b>Pós-condição</b>	Quando o cadastro é realizado com sucesso, o ativo fica pronto para receber a <i>tag</i> que o identificará

CASO DE USO 4 – Detalhes da ação CadastrarAtivo

Fonte: caso de uso feito pelo autor.

O Caso de Uso 5 tem como objetivo descrever a funcionalidade “Rastrear Ativo”, onde relata os passos necessários para que esta ação seja realizada com sucesso.

<b>UC 5</b>	
<b>Nome</b>	RastrearAtivo
<b>Descrição</b>	Após a execução deste caso de uso, o ativo é localizado
<b>Prioridade</b>	Alta
<b>Atores</b>	Gestor da Engenharia Clínica
<b>Pré-condição</b>	O ativo estar identificado por meio da <i>Tag</i>
<b>Entradas</b>	<i>Tag</i> Identificador do setor
<b>Fluxo principal</b>	Para rastrear um determinado ativo: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Informar a <i>tag</i> a ser rastreada;</li> <li>2. O sistema deverá ser capaz de apresentar visualmente em um mapa onde a <i>tag</i> se encontra fisicamente</li> </ol> Para rastrear os ativos presentes em um setor específico: <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Informar o identificador do setor</li> <li>4. O sistema deverá ser capaz de apresentar visualmente</li> </ol>

	em um mapa os ativos presentes em um determinado setor
<b>Fluxo alternativo</b>	Se o ativo não for encontrado, o sistema emite um alerta aos administradores do mesmo
<b>Pós-condição</b>	Ativo localizado ou ativo não localizado

CASO DE USO 5 – Detalhes da ação RastrearAtivos

Fonte: caso de uso feito pelo autor.

#### 6.4.4 Requisitos

Conforme Lima (2005), um requisito é uma condição ou habilidade necessária para um sistema alcançar um determinado objetivo ou finalidade. O objetivo de todo sistema é atender a um conjunto de requisitos, as necessidades que o sistema deve satisfazer. Os dois principais requisitos são: os funcionais e os não funcionais.

Lima (2005) afirma que os requisitos funcionais especificam ações que o sistema deve executar independente de exigências físicas ou tecnológicas, ou seja, é o conjunto das necessidades do cliente que devem ser satisfeitas para resolver um problema ou alcançar um objetivo em seu negócio.

Os requisitos funcionais são responsáveis por definir as funcionalidades do sistema, deve determinar o que se espera que o software faça, sem a preocupação de como ele faz. No Quadro 2 constam os principais requisitos funcionais atendidos pelo protótipo, identificados por um nome (identificador) único e uma breve descrição.

**Quadro 2**

Listagem dos requisitos funcionais atendidos pelo protótipo

Requisito Funcional	Descrição
[RF 01]	O sistema deverá permitir o cadastro de ativos.
[RF 02]	O sistema deverá manter atualizado o cadastro de ativos.
[RF 03]	O sistema deverá gravar os dados cadastrais em uma base de dados.
[RF 04]	O sistema deverá interpretar os dados enviados pelo <i>middleware Fosstrak</i> e apresentá-lo na tela.
[RF 05]	O sistema deverá pesquisar o ativo na base de dados, utilizando o identificador único do ativo ou por meio da <i>tag</i> .
[RF 06]	O sistema deverá permitir o usuário gestor a realizar o rastreamento do ativo por meio do identificador único ou por meio da <i>tag</i> .
[RF 07]	O sistema deverá realizar o controle dos ativos do almoxarifado
[RF 08]	O sistema deverá pesquisar a localização física do ativo na base de dados, utilizando o identificador único do ativo ou por meio da <i>tag</i> .
[RF 09]	O sistema deverá permitir a localização da estante por meio do

	identificador único do ativo ou por meio da <i>tag</i> .
[RF 10]	O sistema deverá permitir realizar a baixa do ativo.
[RF 11]	O sistema deverá permitir a atualização do status do ativo quando o mesmo for designado para a manutenção.
[RF 12]	O sistema deverá gerar informações gerenciais pertinentes aos ativos

Fonte: Quadro feito pelo autor.

Já os requisitos não funcionais, Bezerra (2002) afirma que declaram as características de qualidade que o sistema deve possuir e que estão relacionadas às suas funcionalidades. Os requisitos não funcionais declaram restrições, ou atributos de qualidade para um software e/ou para o processo de desenvolvimento deste sistema. Segurança, precisão, usabilidade, performance e manutenibilidade são exemplos de requisitos não funcionais. No Quadro 3 são listados os requisitos não funcionais implementados no protótipo, identificados por um nome (identificador) único e uma breve descrição.

### Quadro 3

Listagem dos requisitos não funcionais atendidos pelo protótipo

Requisito Não Funcional	Descrição
[RFN 01]	O sistema deverá ser desenvolvido na linguagem de programação Java.
[RFN 02]	O sistema deverá utilizar o banco de dados MySQL.
[RFN 03]	O sistema deverá ser modelado utilizando-se a ferramenta Jude
[RFN 04]	Apenas usuários com privilégio de gestor podem cadastrar usuários.
[RFN 05]	O sistema deverá integrar com o <i>middleware Fosstrak</i> e com a ferramenta <i>Rifidi</i> .

Fonte: Quadro feito pelo autor.

#### 6.4.5 Diagrama de Classes

Segundo Lima (2005), um diagrama de classes mostra a estrutura estática do modelo, em que os elementos são representados por classes, com sua estrutura interna e seus relacionamentos. A FIGURA 22 apresenta as classes componentes da aplicação CECMEH, proposta neste protótipo, bem como as mesmas se relacionam.

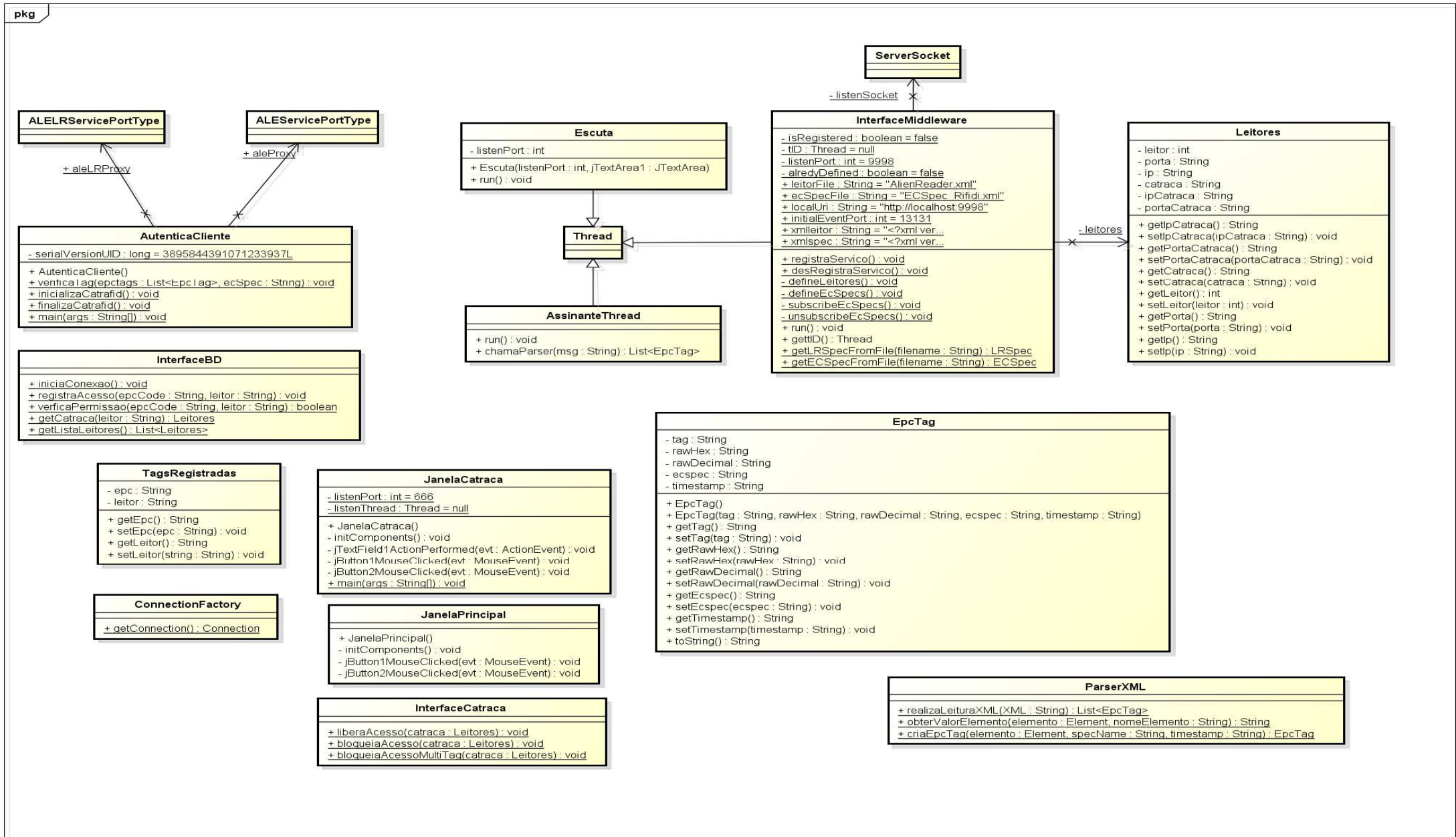


Figura 22 - Diagrama de classe do CECMEH

Fonte: cópia da tela feita pelo autor.

No quadro 4, é listado as principais classes do protótipo, bem como uma descrição bem sucinta a respeito da responsabilidade de cada uma destas.

**Quadro 4**

Descrição das funcionalidades de cada uma das classes:

Classe	Descrição
<b>InterfaceDB</b>	Classe responsável por iniciar a conexão com o banco de dados. Possui métodos para recuperar os leitores, por registrar os acessos, e por retornar a lista de leitores.
<b>TagsRegistradas</b>	Classe responsável por tratar as informações pertinentes ao registro de uma <i>tag</i> por um leitor.
<b>ConnectionFactory</b>	Classe responsável por retornar a conexão com o banco de dados.
<b>JanelaCatraca</b>	Classe responsável por representar a janela contendo catracas.
<b>JanelaPrincipal</b>	Classe responsável por representar a janela principal do sistema.
<b>InterfaceCatraca</b>	Classe responsável por tratar as informações pertinentes à liberação de acesso às catracas.
<b>Parser XML</b>	Classe responsável por realizar o <i>parser</i> do XML
<b>EPCTag</b>	Classe responsável por tratar as informações pertinentes à <i>tag</i> .
<b>AutenticaCliente</b>	Classe responsável por tratar a autenticação do cliente. Possui métodos para retornar as <i>tags</i> .
<b>ALELRServicePortType</b>	Classe responsável por realizar a comunicação com o <i>middleware Fosstrak</i> .
<b>ALEServicePortType</b>	Classe responsável por realizar a comunicação com o <i>middleware Fosstrak</i> .
<b>Escuta</b>	<i>Thread</i> responsável por ficar “escutando”, ou seja, ouvindo as requisições em uma determinada porta.
<b>Thread</b>	<i>Thread</i> responsável por intermediar a comunicação do CECMEH com o <i>Middleware Fosstrak</i> .
<b>Assinante Thread</b>	Classe responsável por invocar o método do <i>parser</i> para tratar o XML contendo os dados informados pelo <i>middleware Fosstrak</i> .
<b>InterfaceMiddleware</b>	Interface que realiza a comunicação com o <i>middleware Fosstrak</i> . Possui os métodos para registrar o serviço, para definir os leitores por meio de um arquivo XML e outros.
<b>Ativo</b>	Classe que representa os ativos. Possui o método para recuperar um ativo por meio do seu identificador, por meio de uma <i>tag</i> .
<b>Leitores</b>	Classe responsável por representar o leitor. Possui os métodos para retornar o ip do leitor, retorna a porta do leitor.
<b>ServerSocket</b>	Classe responsável por representar o <i>socket</i> do <i>middleware</i>

Fonte: Quadro feito pelo autor.

#### 6.4.6 Modelo de dados

Na FIGURA 23 são apresentadas as tabelas que foram criadas no servidor de base de dados MySql de forma a implementar o protótipo.



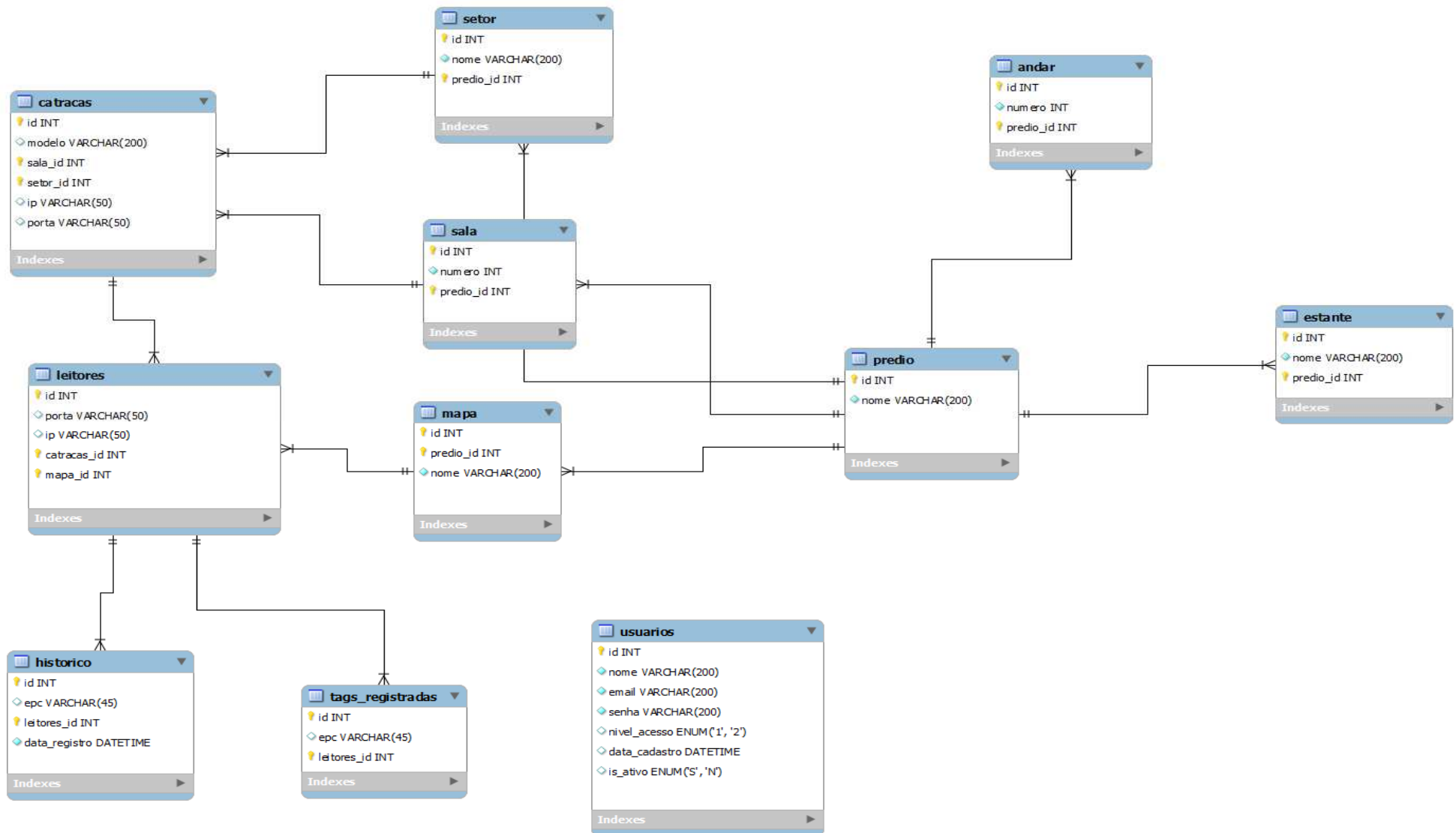


Figura 23 - Modelo de dados do projeto

Fonte: Modelo de dados feita pelo autor.

Comum a todas as tabelas existe um identificador único que é a chave primária de cada tabela, que permite identificar unicamente cada registro numa tabela. Na sequência serão detalhadas algumas entidades, bem como seu propósito no projeto.

**Leitores** – Entidade para representar os leitores do projeto. É composto pelos atributos:

id: Identificador único do leitor;

modelo: Modelo do leitor;

sala\_id: Chave estrangeira para o relacionamento com a tabela sala;

setor\_id: Chave estrangeira para o relacionamento com a tabela setor;

ip: Atributo para representar o ip do leitor;

porta: Atributo para representar a porta pertinente ao leitor;

**Tags Registradas** – Entidade para representar todas as leituras das *tags*. É composta pelos atributos:

id: Identificador único da leitura da *tag*;

epc: Identificador único da *tag* atrelada a um ativo;

leitores\_id: Chave estrangeira para o relacionamento com a tabela Leitores.

#### **6.4.7 Layout Proposto**

Após analisar a estrutura, o funcionamento no almoxarifado e as características dos produtos (peso, quantidade, tamanho e etc) da EC, foi constatado que o layout atual do setor, bem como dos setores usuários do Hospital, precisam ser adaptados. Da forma que está não é possível utilizar o sistema do Rfid. Diante da necessidade de modificação, foi proposto o seguinte *layout* (FIGURA 24) visando o atendimento das demandas do setor, bem como em um melhor aproveitamento do espaço, levando à agilidade dos processos e suas fases de movimentação.

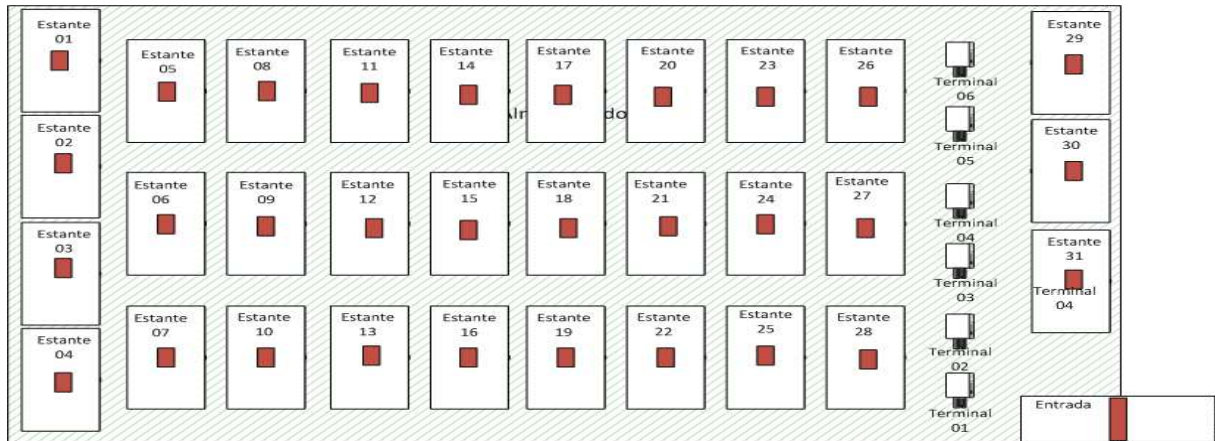


Figura 24 - LayOut proposto

Fonte: cópia da tela feita pelo autor.

As estantes que suportam as caixas onde os ativos ficam armazenados foram substituídas por novas estantes mais seguras e inteligentes com portas de vidros. Em cada estante, existe um leitor responsável por realizar leituras constantes das *tags* fixadas aos ativos ali existentes que permitem a detecção dos ativos tanto na colocação como na retirada destes objetos. De acordo como espaço físico do almoxarifado, foi possível instalar 31 estantes. As portas das estantes são abertas somente após o funcionário apresentar o seu crachá ao leitor de proximidade Rfid.

O almoxarifado da EC é constituído por 6 (seis) terminais de consultas para agilizar o atendimento do setor. Quando o setor da EC recebe uma OS, o técnico da mesma utiliza o terminal de consulta para identificar a existência do ativo no almoxarifado por meio do identificador único existente na OS, após constatar a existência, por meio deste mesmo terminal, é identificado a estante onde o mesmo se encontra.

Ao retirar o ativo da estante, o sistema identifica o destino do mesmo por meio da OS que originou o atendimento. Assim que removido da estante, o estoque já é automaticamente atualizado. Ao atingir o nível mínimo do estoque, é disparado um email automaticamente para o gestor do setor informando-lhe a situação do estoque.

Na porta de entrada/saída do almoxarifado da EC existe também um túnel contendo um leitor responsável por garantir que o atendimento seja realizado com sucesso. Na ocorrência de alguma eventualidade, é emitido um som informando que algo de errado aconteceu. Após passagem do ativo por esta porta, o mesmo poderá ser rastreado.

## 7. CONCLUSÃO

A identificação por radiofrequência é relativamente nova no mundo, principalmente aqui Brasil, ainda pouco difundido, estendendo aos poucos sua penetração pelos diversos setores industriais e varejistas. Essa demora se deve a dificuldades técnicas que vêm sendo superadas nos protótipos e pilotos testes, mas, principalmente, aos altos custos envolvidos na sua implantação.

A aplicação da tecnologia RFID é algo que vem se tornando comum nos dias de hoje, não somente em operações empresariais, mas em nosso dia-a-dia, proporcionando eficiência e agilidade em suas aplicações. O mercado RFID ainda será muito explorado, é uma tecnologia que está em constante estudo, mudança e desenvolvimento para se adequar cada vez mais aos consumidores.

Ao longo dos anos a logística tem ampliado seu espaço se configurando como uma importante ferramenta de competitividade empresarial. Os hospitais atuam sob ambientes de demanda extremas e crescente pressão para o fornecimento de serviços de alto nível trazendo à tona a necessidade de planejarem melhor a gestão de suprimentos hospitalares para gerar serviços de qualidade, além de reduzir os custos.

Os objetivos almejados com este trabalho puderam ser alcançados, uma vez que foi possível traçar um diagnóstico do almoxarifado do setor de EC do Hospital estudado com base em documentos, planilhas com dados do setor e a partir das entrevistas semi-estruturadas com o gestor da EC, onde o mesmo descreveu as atividades e apresentou as dificuldades de gestão de estoque e de movimentação de equipamentos hospitalares.

Quanto ao objetivo proposto de desenvolver uma ferramenta baseada em RFID para o controle de estoque e controle de movimentações de equipamentos hospitalares, também fora atingido. O estudo analisou a situação atual do almoxarifado do setor da EC e constatou a não existência de um SI capaz de realizar todo o gerenciamento dos ativos do setor. O SI do setor além de não ser integrado, não está alimentado com todas as especificações e demais informações para seu uso pleno, como: se é um equipamento ou uma peça reserva, se a manutenção é interna ou externa, setor, local e etc. Diante o exposto, foi proposto uma ferramenta de monitoração e rastreamento de ativos hospitalares por RFID, possibilitando a partir da definição do acervo a ser controlado e da definição das plantas de edificação da

organização médica, o acompanhamento do movimento de entrada / saída dos estoques de materiais, bem como do deslocamento dos equipamentos e suprimentos dentro do ambiente hospitalar.

Quando ao objetivo de reduzir os custos de implantação de um sistema RFID, este trabalho apresentou a proposta de utilização do software Rifidi para emular o ambiente RFID. Com a utilização do Rifidi, a empresa que está implantando o sistema pode testar a combinação de vários tipos de leitores, etiquetas e antenas sem a necessidade de comprar os equipamentos reais. Essa compra seria feita quando fosse escolhida a melhor configuração do ambiente para o contexto daquela empresa. Este trabalho apresentou também *middleware Fosstrak* que implementa a maioria dos padrões da EPCglobal. A utilização do *Fosstrak*, faz com que o desenvolvedor da aplicação se preocupe apenas com a implementação das regras de negócio, cabendo ao *middleware* a coleta e tratamento dos dados. O uso dessas duas ferramentas - *Fosstrak* e Rifidi - se mostra muito promissor para diminuir os custos de desenvolvimento e implantação de um protótipo de uma aplicação RFID em um cenário real de produção, pois minimizam o trabalho de desenvolvimento de uma aplicação e os custos diretos de aquisição de equipamentos para a demonstração de um piloto para os gestores de uma corporação.

Conclui-se que o almoxarifado do setor de Engenharia Clínica configura-se como um dos setores mais importantes do hospital e que sua desorganização ou falta de gestão, pode trazer prejuízos ao paciente. Por tanto, se faz necessário que sejam tomadas medidas urgentes no intuito de produzir melhorias contínuas, visto que a organização da logística hospitalar do almoxarifado é primordial para o bom funcionamento de suas atividades, garantindo a qualidade nos serviços médico-hospitalares prestados aos pacientes internados e à sociedade.

## **7.1 Limitações**

O desenvolvimento do protótipo desta ferramenta para realizar a gestão e o controle dos ativos do hospital, permitindo a monitoração e o rastreamento do equipamento utilizando-se da tecnologia RFID, não considera possíveis interferências que possam ocorrer entre a tecnologia de radio frequência e os equipamentos hospitalares.

Outra questão está na amplitude da pesquisa, que consiste em analisar o almoxarifado do setor de Engenharia Clínica de um Hospital específico, faz-se necessário a realização de

mais estudos em outros Hospitais para aumentar o poder de generalização das situações dos almoxarifados do setor de EC.

Por fim, não foi objetivo desta pesquisa, apontar quais e quantos os leitores e *tags* seriam mais apropriados para o cenário estudado bem como o custo de investimento dos mesmos.

## REFERÊNCIAS

- ACURA. Disponível em: <http://www.acura.com.br/> Acessado em 04/02/2010.
- AGROSOFT. Sistema de Identificação bovina ganha mercado no Brasil e no exterior. Disponível em: <http://www.agrosoft.org.br/agropag/209351.htm>. Acessado em: 01/10/2012.
- APTEL, O. & POURJALALI, H. Improving activities and decreasing costs of logistics in hospitals: a comparison of US and French hospitals. *The International Journal of Accounting* Vol. 36, n.1, p.65-90, 2001.
- BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos - Planejamento, Organização e logística Empresarial, Bookman, São Paulo. 2006.
- BANKER, R. D.; CHANG; H.; KAO, Y. Impact of Information Technology on Public Accounting Firm Productivity. *Journal of Information Systems*. v. 16, n. 2, Fall 2002, p. 209-222.
- BARBOSA, Danilo Hisano; MUSETTI, Marcel Andreotti; CARETA, Catarina Barbosa. SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA: UMA PROPOSTA PARA A LOGÍSTICA HOSPITALAR. 2010. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Paulo. 2010
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2002.
- BERTAGLIA, Paulo Roberto. Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento, Saraiva, São Paulo. 2003.
- BEZERRA, Eduardo. Princípios de Análise e Projeto de Sistemas com UML. Rio de Janeiro: Campus, 2007.
- BHATT, Himanshu; GLOVER, Bill. RFID Essentials. 2006.
- BUENO, Ariana de Melo, et al. GESTÃO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO EM HOSPITAIS SUL-MINEIROS. XVII SIMPEP.2010
- BÜRKLE, T. et. al. Evaluation of clinical information systems. What can be evaluated and what cannot? *Journal of Evaluation in Clinical Practice*. v. 7, n. 4, 2001, p. 373-385
- CALIL, S.J. Papel do engenheiro hospitalar nas unidades de saúde. *Revista Brasileira de Engenharia – Caderno de Engenharia Biomédica*, v.7, n.1, p.325-330, 1990.
- CARVALHO, Thiago M. Análise Gerencial do Fluxo da Informação nos Processos Sistêmicos com o Advento e Adoção da Tecnologia RFID. São Paulo. 2009.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. Gerenciamento da cadeia de suprimentos, Prentice Hall, São Paulo. 2006.
- CHOUDHURY, A. K.; TIWARI, M.K.; MUKHOPADHYAY, S.K. Application of an analytical network process to strategic planning problems of a supply chain cell: case study of a pharmaceutical firm. *Production Planning & Control – The Management of Operations*, 15, 13-26. 2004.

CHRISTOPHER, M. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para redução de custos e melhoria de serviços, Pioneira, São Paulo. 1997.

COUTO, Carlos. RFID: identificação por radiofrequências. Guimarães, Portugal: Universidade do Minho, abril de 2003. Trabalho de conclusão de curso.

CUNHA, Rodrigo Pilon. O Uso da tecnologia RFID no gerenciamento de uma cadeia de suprimentos. Disponível em: [http://www.cseg.eng.br/repositorio/tcc/TCC\\_RFID.pdf](http://www.cseg.eng.br/repositorio/tcc/TCC_RFID.pdf). Acessado em: 01/10/2012.

ESQUIA, Jean-Pier de Vasconcellos. LOGÍSTICA E QUALIDADE HOSPITALAR: O E-PROCUREMENT NA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS HOSPITALARES. Um estudo de caso em um hospital militar do Exército Brasileiro. 2010. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria. Brasil, 2010.

EPCglobal (2007). Low Level Reader Protocol (LLRP) Standard. EPC Global Incorporation.

EPCglobal (2009). Application Level Events (ALE) Standard. EPC Global Incorporation.

FAHL, Claudio Roberto. Projeto e Implementação de um sistema de identificação por RFID para uma aplicação de automação residencial. 2005. Instituto Paulista de Ensino e Pesquisa. São Paulo, 2005.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; E FIGUEIREDO, K. F. Logística empresarial: a perspectiva brasileira, Atlas, São Paulo.2000.

FIGUEIREDO, Tamara de Britto. Aplicações das tecnologias sem fio na logística. 2004. 106 f. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

FILHO, José Rodrigues; XAVIER, Jefferson Colombo B.; ADRIANO, Ana Livia. A Tecnologia da Informação na Área Hospitalar: um Caso de Implementação de um Sistema de Registro de Pacientes. v.5, n.1. 2001.

GINES, Fernando Henrique; TSAI, Thiago Tadeu. Projeto e Implementação de um sistema de identificação por RFID para uma aplicação de automação residencial. 2007. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

GOMES, Hugo M. Cravo. Construção de um sistema de RFID com fins de localização especiais. Aveiro. 2007.

GORDON, G.J. Hospital technology management: the tao of clinical engineering. Journal of clinical engineering, v.15, n.2, p.111-117, 1990.

GRIMES, S. L. The Future of Clinical Engineering: The Challenge of Change. Ieee Engineering In Medicine And Biology Magazin, 2003.

GUTIERREZ, Regina Maria Vinhais; FILHA, Dulce Corrêa Monteiro; NEVES, Maria Elizabeth T. M. Stussi.Complexo Eletrônico: Identificação digital por radiofrequência. 2005. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 22, p. 29-70, set. 2005.

INFANTE, M., E SANTOS, M.A. B. A organização do abastecimento do hospital público a partir da cadeia produtiva: uma abordagem logística para a área de saúde. Ciência & Saúde Coletiva, 12, 945-954. 2007.



- INTELIGENSA. RFID. Disponível em: <http://www.inteligensa.com/Site/Navigation.aspx?Id=49&lang=pt>. Acessado em: 12/09/2012.
- JUNIOR, Antonio Dresch; EFROM, Cícero Nogueira; KRAEMER, Victor. Sistema de Controle de Patrimônio via RFID. 2005. XXV Encontro Nacional de Engenheiros de Produção. Porto Alegre. 2005.
- JUNIOR, Hélio B. de A.; et al. RFID APLICADO A AUTOMAÇÃO HOSPITALAR: “DESENVOLVIMENTO DE UMSISTEMA PARA AUTOMAÇÃO DE LABORATÓRIOS DE ANÁLISE CLÍNICA”. 2008.
- JUNIOR, Levi F. Lima. A TECNOLOGIA DE RFID NO PADRÃO EPC E SOLUÇÕES PARA IMPLEMENTAÇÃO DESTA TECNOLOGIA EM EMPILHADEIRAS. São Paulo. 2006.
- KOBAYASHI, S. Renovação da logística: como definir estratégias de distribuição global, Atlas, São Paulo. 2000.
- Kuwabara, C. C. Avaliação do sistema de informação: estudo de caso de um hospital escola público. 2003. 254 f. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Estadual de Maringá . Maringá, Paraná.
- LANGLEY JR., C. J.; RUTNER, S. M. Logistics value: definition, process and measurement. The International Journal of Logistics Management, 11, 73-81. 2000.
- LIMA, S. ADILSON. UML 2.0 Do Requisito à Solução. São Paulo: Érica, 2005.
- LIMA, V. M. A. A terminologia e a função comunicativa das linguagens documentárias. In: X Simpósio Iberoamericano de Terminologia. Montevideu, 2006.
- MADI, E. D. T. Planejamento para evolução do ambiente de tecnologia de informação do Hospital das Clínicas da Unicamp. 174f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Informática da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 1998.
- MALTA, Camila R. de Campos. RFID: Aplicações e Novas Tecnologias. São Paulo. 2009.
- MEDEIROS, Saulo E. R; et al. Logística hospitalar: um estudo sobre as atividades do setor de almoxarifado em hospital público. 2008. Santa Maria. Vol. 2, n.1, p.59-79, 2009.
- MELO, Carlos Eduardo R.; BEIHY, Felipe O. S.; SACRAMENTO, Vagner. Análise da Vulnerabilidade no Middleware RFID. Universidade Federal Goiás. 2008.
- MIGUEL, Angelo J. H. A APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA RFID NAS DIFERENTES ÁREAS DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA-CBMSC. 2009.
- MOURA, R. A. Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais. 5a. Edição. São Paulo: IMAM, 2005.
- NOVAES, A. G. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição, Campus, Rio de Janeiro, 2001.
- PEDRO, Luís Manuel Dias. Plataforma de Comunicações sem Fios para ZigBee e RFID. 2008. Dissertação de Mestrado – Universidade Técnica de Lisboa. Portugal, 2008.

- POULIN, E. Benchmarking the hospital logistics process: a potential cure for the ailing healthcare sector. *CMA Management* Vol. 77, n.1, p.20-4, 2003.
- PRIDE, W. M., FERRELL, O. C. *Marketing: Conceitos e Estratégias*, LTC, São Paulo. 2001.
- QUENTAL JUNIOR, Antonio J. J. *Adoção e Implantação de RFID, Uma Visão Gerencial da Cadeia de Suprimentos*. 2006. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2006.
- RAMIREZ, E. F. E; CALIL, S. J. *Clinical Engineering: Part I - Origins (1942 - 1996)*. *Semina: Ci. Exatas/ Tecnol. Londrina*, v. 21, n. 4, p. 27-33, dez. 2000.
- REI, Jorge. *RFID Versus Código de Barras da Produção à Grande Distribuição*. Porto. 2010.
- RFID jornal. *The word's RFID Authority*. Hospital Israelita Albert Einstein usa RFID para rastreamento de ativos. 2012.
- RFID SYSTEMS, *Utilização do RFID na Indústria Automotiva*. Disponível em: <http://www.rfidsystems.com.br/servicos.html>. Acessado em: 19/05/2013.
- RIBEIRO, S. *Logística hospitalar: desafio constante*. *Notícias Hospitalares – Gestão de Saúde em Debate*. 2005.
- SANTOS, Marcos Guimarães. *Abordagem sobre a aplicabilidade da tecnologia RFID na cadeia de suprimentos e na administração de estoques*. São Paulo. 2009.
- SCAVARDA, Luiz Felipe; FILHO, Cícero Nogueira; KRAEMER, Victor. *RFID na Logística: Fundamentos e Aplicações*. 2005. XXV Encontro Nacional de Engenheiros de Produção. Porto Alegre. 2005.
- SOUZA, Antonio Artur et al. *ANÁLISE DO SISTEMA DE CONTROLE INTERNO DE HOSPITAIS: ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS NO SETOR FARMÁCIA*. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2011.
- SPOSITO, Rosa. *Pedágio 2.0. RFID, web 2.0, EDI e web services são as tecnologias que estão por trás do sistema de cobrança eletrônica dos pedágios e estacionamentos do Sem Parar*. Disponível em: [http://portalexame.abril.com.br/de gustacao/secure/de gustacao.do?COD\\_SITE=35&COD\\_R ECURSO=211&URL\\_RETORNO=http://portalexame.abril.com.br/tecnologia/m0126066.html](http://portalexame.abril.com.br/de gustacao/secure/de gustacao.do?COD_SITE=35&COD_R ECURSO=211&URL_RETORNO=http://portalexame.abril.com.br/tecnologia/m0126066.html). Acesso em: 29 set. 2009.
- STAIR, Ralph M. *Princípios de sistemas de informação*. Rio de Janeiro: LTC, 1998.
- TEIXEIRA, E. D; OLIVEIRA, S. M. *Identificação por radiofrequência – Tecnologia passiva para identificação de veículos*. São Paulo. 2008.
- TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.
- XAVIER, Adriano Pereira; COIMBRA, André Rodrigues; OLIVEIRA, Sávio Salvarino Teles. *Ferramentas e técnicas para reduzir o custo de implantação de um sistema RFID*. 2009.
- YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

WEBSTER, J. G.; COOK, A. M. (Orgs). Clinical Engineering: Principles and Practices. N.J., EUA: Prentice-Hall, Inc.: Englewood Cliffs, 1979.

WIRELESS BRASIL. Identificação por Radiofrequencia. Disponível em: <http://www.wirelessbrasil.org/>. Acessado em: 15/09/2012.