Jackson Luiz Silva

Estudo de Caso de Implantação da Tecnologia RFID em Hemocentros

São José – SC

Fevereiro/ 2012

Jackson Luiz Silva

Estudo de Caso de Implantação da Tecnologia RFID em Hemocentros

Monografia apresentada à Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do diploma de Tecnólogo em Sistemas de Telecomunicações.

Orientador:
Prof. Marcio Henrique Doniak, M. Eng.

Co-orientadora:
Patricia Carsten, M. Sc.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES
INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

São José – SC

Fevereiro/ 2012

Monografia sob o título *"Estudo de Caso de Implantação da Tecnologia RFID em Hemocentros"*, defendida por Jackson Luiz Silva e aprovada em 14 de fevereiro de 2012, em São José, Santa Catarina, pela banca examinadora assim constituída:

Prof. Marcio Henrique Doniak, M. Eng.
Orientador
IFSC

Patricia Carsten, M. Sc.
Co-orientadora
HEMOSC

Prof.ª Elen Macedo Lobato Merlin, Dra.
IFSC

O único lugar onde o sucesso vem
antes do trabalho é no dicionário.
Albert Einstein

Agradecimentos

Agradeço à todos que me ajudaram à concluir este trabalho; principalmente às pessoas com quem convivi durante o período de realização deste projeto que me incentivaram e me apoiaram.

Agradeço aos professores pela sua paciência, dedicação e sabedoria. Em especial aos que não se limitaram em teorias, aos que são professores por vocação e não por ocasião, aos que se mostraram amigos e preocupados com nossos interesses.

Ao meu orientador, Márcio Henrique Doniak, por ter me apresentado a tecnologia de identificação por radiofrequência, pela paciência e apoio durante todo o processo de meu estudo, por ter acreditado e confiado em minha competência.

À empresa RF Automação e Sistemas por crer na minha capacidade proporcionando recursos, informações e oportunidades para conseguir alcançar o objetivo desse trabalho.

Ao Hemocentro de Santa Catarina (HEMOSC) pela recepção e atenção que me foi dada, por compartilhar o conhecimento dos procedimentos realizados para a obtenção dos produtos sanguíneos, em especial a minha co-orientadora Patricia Carsten que sempre esclareceu prontamente todas as minhas dúvidas.

Resumo

Este trabalho analisa o emprego da tecnologia de Identificação por Radiofrequência (RFID) nos hemocentros brasileiros. Como a RFID possui vários padrões, opera em diferentes faixas de frequência e com diferentes concepções de circuitos, ela possibilita uma grande diversidade de aplicações. Desta forma, este trabalho apresenta uma especificação técnica sobre qual configuração da tecnologia RFID recomenda-se empregar nos bancos de sangue. Uma abordagem sobre as etapas para a obtenção das bolsas de sangue é demonstrada de forma a facilitar o entendimento do processo. Estudos realizados sobre a influência da rádio frequência em bolsas de sangue e equipamentos médicos são analisados. Através dos estudos realizados, é apresentado neste trabalho o potencial da tecnologia RFID em maximizar a segurança do paciente, reduzir custos, além de aumentar a eficiência e a eficácia operacional. Ela pode ajudar a superar uma série de desafios comuns e ineficiências no processo associado à identificação e rastreamento de bolsas de sangue.

Palavras-chave: Identificação por radiofrequência, hemocentro, bolsa de sangue, RFID.

Abstract

This paper analyzes the use of Radio Frequency Identification technology (RFID) in Brazilian blood banks. As RFID has several standards operating in different frequency ranges and with different conceptions of circuits, it allows a wide variety of applications. Thus, this paper presents a technical specification on which configuration of RFID technology is recommended to use in blood banks. An approach about the steps to obtain the blood bags will be demonstrated in order to facilitate understanding of the process. Studies on the influence of radio frequency in blood bags and medical equipment will be analyzed. Through the studies, is presented in this work the potential of RFID technology to maximize patient safety, reduce costs, and increase the efficiency and operational effectiveness. It may help to overcome a series of common challenges and inefficiencies in the process associated with the identification and tracking of blood bags.

Keywords: Radio Frequency Identification, blood center, blood bag, RFID.

Sumário

Lista de Figuras

Lista de Abreviaturas p. 12

Lista de Tabelas p. 13

1 Introdução p. 14

2 Fundamentação Teórica p. 16

2.1 Sistemas RFID . . . . . p. 16

2.2 Tipos de RFID . . . . . p. 17

2.2.1 Bandas de Frequência . . . . . p. 17

2.2.2 Tags . . . . . p. 20

2.2.3 Protocolos de comunicação . . . . . p. 23

2.3 RFID - Uso e Aplicações . . . . . p. 25

2.4 Erros na Transfusão de Sangue . . . . . p. 27

2.5 RFID nos hemocentros . . . . . p. 28

2.5.1 Interferência Eletromagnética em equipamentos Médicos . . . . . p. 29

2.5.2 Impacto da radiação RFID de 13,56 MHz em glóbulos vermelhos, plaquetas e plasma descongelado . . . . . p. 29

2.6 Justificativa Econômica e Retorno Sobre o Investimento . . . . . p. 31

2.6.1 Análise de Impacto . . . . . p. 32

2.6.2 Metodologia de Custo/Benefício . . . . . p. 32

2.6.3 Análise de Custo . . . . . p. 33

2.6.4 Análise de Benefício . . . . . p. 33

2.7 Conclusão do Capítulo . . . . . p. 33

3 Doação de Sangue p. 35

3.1 Cadastro do Doador . . . . . p. 35

3.2 Pré-triagem . . . . . p. 36

3.3 Triagem Clínica . . . . . p. 36

3.4 Coleta de Sangue . . . . . p. 36

3.5 Lanche . . . . . p. 37

3.6 Processamento do Sangue . . . . . p. 38

3.6.1 Pré-estoque . . . . . p. 39

3.6.2 Estoque e Distribuição . . . . . p. 40

3.6.3 Procedimentos Especiais . . . . . p. 41

3.6.4 Descarte . . . . . p. 42

3.7 Laboratórios de Imuno-hematologia, Hematologia e Sorologia . . . . . p. 42

3.7.1 Laboratório de Imuno-hematologia . . . . . p. 42

3.7.2 Laboratório de Hematologia . . . . . p. 43

3.7.3 Laboratório de Sorologia . . . . . p. 43

3.8 Transfusão . . . . . p. 44

3.9 HEMOSC . . . . . p. 44

4 Implantação da RFID em Hemocentros p. 47

4.1 Implantação dos Equipamentos RFID . . . . . p. 47

4.1.1 RFID na Coleta e Fracionamento . . . . . p. 48

4.1.2 Pré-Estoque, Estoque e Transporte . . . . . p. 49

4.2 Serviços de Transfusão . . . . . p. 50

4.3 Visão geral da arquitetura técnica . . . . . p. 52

4.3.1 Procedimentos . . . . . p. 53
4.3.2 Dispositivos RFID . . . . . p. 53
4.3.3 Middleware RFID . . . . . p. 54
4.3.4 Plataforma Corporativa . . . . . p. 54
4.3.5 Aplicativos Corporativos . . . . . p. 55
4.3.6 Interação de Aplicativos Corporativos . . . . . p. 55
4.4 Estrutura de Dados . . . . . p. 55
4.4.1 Fabricante da tag . . . . . p. 56
4.4.2 Fabricante da bolsa . . . . . p. 56
4.4.3 Hemocentro . . . . . p. 57
4.4.4 Hospital . . . . . p. 57
4.5 Recomendações Técnicas . . . . . p. 58
4.5.1 Padronização . . . . . p. 58
4.5.2 Fixação da Tag . . . . . p. 58
4.5.3 Capacidade das Tags . . . . . p. 59
4.5.4 Descarte das Tags . . . . . p. 59
4.5.5 Leitores . . . . . p. 59
4.6 Análise de Impacto do RFID . . . . . p. 60
4.7 Conclusão do Capítulo . . . . . p. 61

5 Conclusão p. 63
5.1 Trabalhos Futuros . . . . . p. 64

Referências Bibliográficas p. 65

Lista de Figuras

2.1 Sistema típico utilizando tecnologia RFID (CUNHA, 2006) . . . . . p. 16

2.2 Acoplamento indutivo (13,56 MHz, antena 50cm de diâmetro) com associação de potência e atrasos. (DOBKIN, 2007) . . . . . p. 18

2.3 Tag passiva comercial HF. (GONCALVES, 2008) . . . . . p. 21

2.4 Tag semipassiva. (DOBKIN, 2007) . . . . . p. 21

2.5 Tag ativa.(DOBKIN, 2007) . . . . . p. 22

2.6 Publicação dos estudos realizados. (TOGT et al., 2011) . . . . . p. 29

2.7 Aparelho de teste de exposição de RF. (CONSORTIUM, 2011) . . . . . p. 30

2.8 (a)Verificação das bolsas de sangue de controle e de testes antes da exposição de RF, (b)bobina de Helmholtz, (c)Teste de exposição de RF, (d)Verificação das bolsas de sangue após a exposição de RF. (CONSORTIUM, 2011) . . . . p. 31

3.1 Bolsa e tubos de amostra. (SILVA, 2011) . . . . . p. 37

3.2 Coleta. (SILVA, 2011) . . . . . p. 37

3.3 Análise de Bolsa. (SILVA, 2011) . . . . . p. 38

3.4 Extrator de plasma. (SILVA, 2011) . . . . . p. 39

3.5 Pré-estoque. (SILVA, 2011) . . . . . p. 40

3.6 Rotulagem. (SILVA, 2011) . . . . . p. 40

3.7 Estoque. (SILVA, 2011) . . . . . p. 41

3.8 Laboratório de imuno-hematologia. (SILVA, 2011) . . . . . p. 43

3.9 Laboratório de hematologia. (SILVA, 2011) . . . . . p. 43

3.10 Laboratório de sorologia. (SILVA, 2011) . . . . . p. 44

3.11 Fluxograma ”Ciclo do Sangue”. (HEMOSC, 2011) . . . . . p. 45

4.1 Modelo de um hemocentro: (1)Cadastro do Doador, (2)triagem, (3)coleta, (4)lanche, (5)fracionamento, (6)imuno-hematologia e sorologia, (7)laboratório de controle de qualidade, (8)hematologia, (9)pré-estoque, (10)estoque. (RFAUTOMACAO, 2011) . . . . . p. 48

4.2 Equipamento RFID portátil de leitura e escrita. (GAO, 2011) . . . . . p. 48

4.3 Aplicabilidade do leitor de mão. (CONSORTIUM, 2011) . . . . . p. 49

4.4 Leitor do tipo portal. (DAILY, 2011) . . . . . p. 50

4.5 Leitor de mesa. (TAGSYS, 2010) . . . . . p. 50

4.6 Resumo de um procedimento de transfusão. (CONSORTIUM, 2011) . . . . . p. 51

4.7 Fluxograma de resumo de procedimentos. . . . . p. 52

4.8 Fluxo básico de eventos e dados. (RALF et al., 2010) . . . . . p. 53

Lista de Abreviaturas

UHF *Ultra High Frequency*

RF *Radio Frequency*

LF *Low Frequency*

HF *Hight Frequency*

CI *Circuit Integrated*

IEEE *Institute of Electrical and Electronic Engineers*

ANSI *American National Standards Institute*

IETF *Internet Engineering Task Force*

FDA *Food and Drug Administration*

CBER *Center for Biologics Evaluation and Research*

EPC *Electronic Product Code*

JAMA *Journal of the American Medical Association*

CDRH *Center for Devices and Radiological Health*

CBER *Center for Biologics Evaluation and Research*

ROI *Return on Investment*

ISO *International Standards Organization*

Lista de Tabelas

2.1 Alguns protocolos de interface RFID. (DOBKIN, 2007) . . . . . p. 24

3.1 Dados das atividades realizadas no HEMOSC. (HEMOSC, 2011) . . . . . p. 46

1 Introdução

Nos últimos anos a identificação automática de processos (auto-ID) tem se tornado muito popular, pode-se ver este tipo de aplicação em serviços industriais, transações de logística e controle de fluxo para citar apenas alguns exemplos. A auto-ID existe para fornecer informações sobre pessoas, animais, processos e produtos em trânsito. (FINKENZELLER, 2010). Exemplos de sistemas auto-ID são: o código de barras, os smart-cards, sistemas biométricos e a RFID.

O código de barras é uma solução presente no cotidiano das pessoas há vários anos. Ele é muito utilizado para identificar produtos à venda em supermercados e lojas de departamento, por exemplo. Este tem a vantagem de ser extremamente barato e muito fácil de ser gerado, mas por outro lado, possui uma capacidade de limitada de guardar informação e não pode ser reprogramado.

Algumas aplicações e processos onde, atualmente, aplica-se o código de barras podem ser melhoradas ainda mais caso essas limitações não existissem. Nestas situações e em muitas outras aplicações, a Identificação por Radiofrequência (RFID) surge para suprir essas deficiências, oferecendo a vantagem de ser um sistema de identificação sem contato, proporciona distâncias maiores do que o código de barras, pode guardar informações e até mesmo ser reprogramado.

Assim como o código de barra está presente na vida do ser humano, a RFID também está. Esta tecnologia pode ser amplamente vista em lojas de departamento, identificando quando alguém tenta furtar um produto, da mesma forma é visto em bibliotecas. Já existem várias empresas usando a RFID para autorizar a entrada e saída de seus funcionários aos postos de trabalho, registrando inclusive o ponto automaticamente quando estes chegam e saem. Os automóveis utilizam para passar livremente por posto de pedágios sem ter que parar para realizar o pagamento, também é utilizado para abrir cancelas e portões de estacionamentos. Ou seja, existe uma grande quantidade de aplicações que estão adotando a RFID para melhorar o cotidiano das pessoas.

Ao visualizar os benefícios que vários segmentos estão tendo usando esta tecnologia, os hemocentros espalhados pelo mundo iniciaram estudos para verificar se a RFID pode ser uti-

lizada nos bancos de sangue. Atualmente os bancos de sangue trabalham com código de barras para identificar cada bolsa de sangue. E a RFID não iria, pelo menos inicialmente, substituí-los. Porém, seu uso tem um grande potencial de melhorar os processos do hemocentro, principalmente no que diz respeito à distribuição das bolsas de sangue para as unidades de saúde.

Este trabalho introduz uma discussão sobre este assunto. Diversas pesquisas foram estudadas, a rotina do Hemosc foi analisada em loco, os equipamentos RFID existentes no mercado mundial foram pesquisados, analisando a relação custo/benefício, e uma especificação técnica foi elaborada para direcionar os hemocentros e empresas prestadoras de serviços quanto às implicações tecnológicas.

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um método de implantação da RFID em hemocentros com o intuito de melhorar o processo de monitoramento, armazenamento e distribuição dos produtos sanguíneos através da fixação de tags nas bolsas e a utilização de leitores específicos em determinados locais.

Através dele, demostrar uma visão geral de arquitetura técnica em camadas dos fluxos de dados e eventos, bem como uma estrutura de dados para que a tag possa atuar como um intercâmbio eletrônico de dados entre sistemas de TI.

Este trabalho visa, também, ilustrar como a utilização dessa tecnologia poderá aumentar a segurança dos pacientes nos serviços de transfusão.

A estrutura deste trabalho é organizada de modo a facilitar o entendimento da tecnologia RFID, do processo de produção de produtos sanguíneos e da proposta de implantação da RFID.

No capítulo 2, são descritos os sistemas, os tipos e as aplicações da RFID. Também são demonstrados os estudos realizados sobre a utilização da frequência 13,56 MHz em bolsas de sangue e sobre o impacto da tecnologia em hemocentros de pequeno, médio e grande porte.

No capítulo 3, são descritas as etapas de produção dos produtos sanguíneos que vão desde o cadastro do doador até a distribuição.

No capítulo 4, é apresentada uma proposta de implantação da RFID em hemocentros. Esta proposta inclui a utilização de determinados equipamentos setores específicos, uma visão geral da arquitetura técnica, a estrutura de dados, recomendações técnicas, e uma análise de impacto da RFID.

No capítulo 5, são apresentadas as conclusões mais relevantes, os comentários finais e as sugestões para trabalhos futuros.

2 *Fundamentação Teórica*

2.1 Sistemas RFID

Um sistema RFID é a integração de uma série de componentes que permitem a identificação e o gerenciamento de objetos (Figura 2.1).

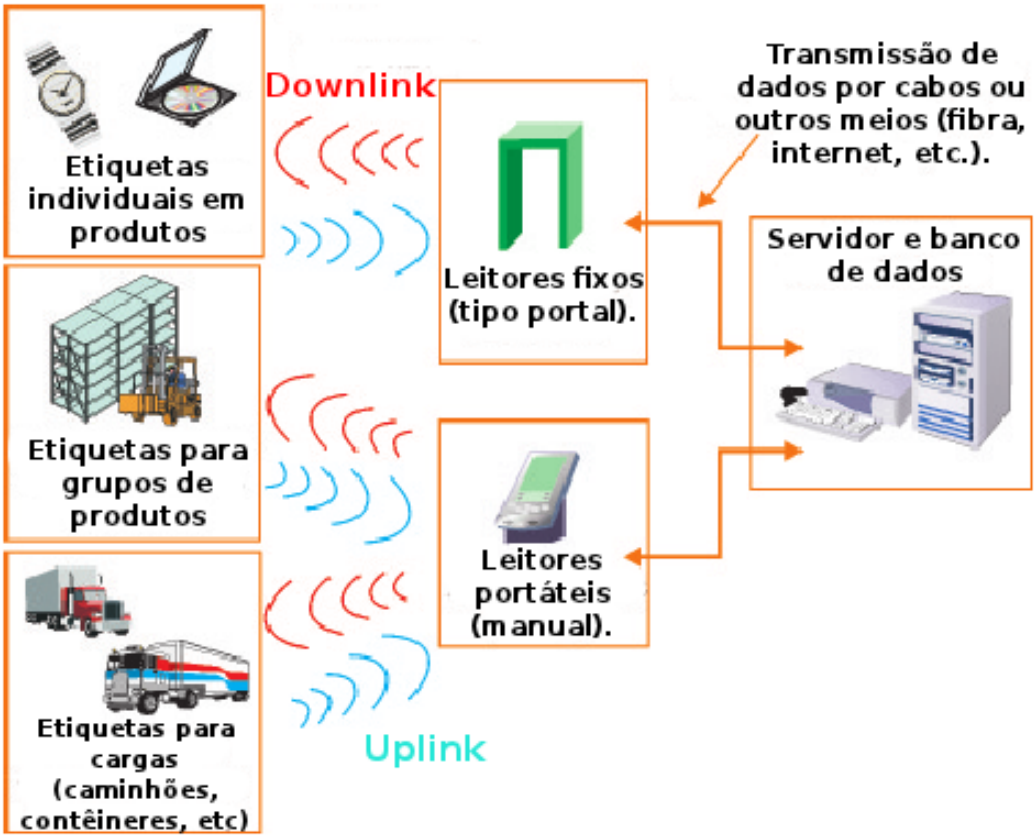

Figura 2.1: Sistema típico utilizando tecnologia RFID (CUNHA, 2006)

A grande maioria dos sistemas RFID são compostos por pelo menos quatro itens básicos:

- **Etiqueta eletrônica**: contém a informação referente ao produto. Podem ser classificadas em passivas, semipassivas e ativas.

- **Leitor**: conjunto de antenas que lêem e/ou gravam informações das etiquetas. Podem ser manuais (*handhelds*) ou fixos.
- **Servidor e softwares**: fazem o armazenamento dos dados lidos e/ou gravados das etiquetas. Os softwares podem gerenciar as informações e emitir relatórios sobre os controles de estoques, produtos, indicar localização, etc.
- **Sistema de comunicação**: faz a interligação entre os leitores e os servidores. Podem utilizar os meios tradicionais, como internet, rede, fibra ótica, etc.

A antena do leitor pode ser integrada a ele, ou estar fisicamente separada, sendo conectada com um cabo. A antena da tag é geralmente integrada fisicamente. A maioria das tags têm pelo menos um circuito integrado (*Circuit Integrated* (CI)), também conhecido como chip de silício, contendo a identificação da tag e a lógica necessária para utilizar o protocolo que orienta a comunicação entre a tag e o leitor. O leitor pode conter uma interface própria, mas mais frequentemente serão conectados a uma rede ou um computador particular, que interage com o usuário para controlar o leitor, exibir e armazenar os dados resultantes. (DOBKIN, 2007)

O enlace, ou link, de rádio é a conexão de transporte de dados existente entre um rádio transmissor e um receptor específico. Apesar de ocuparem o mesmo espaço físico e geralmente usarem as mesmas antenas, muitas vezes se distinguem entre o canal de comunicação que carrega informações do leitor para a tag (*downlink*) e o que carrega informações da tag para o leitor (*uplink*). (DOBKIN, 2007)

2.2 Tipos de RFID

Os sistemas RFID são distinguidos pela frequência das ondas de rádio selecionadas, pelos meios utilizados para fornecer energia para as tags, e pelos protocolos usados para comunicação entre a tag e o leitor. A escolha da frequência, da fonte de energia e do protocolo têm implicações importantes para a escala, a aplicação, o custo e os recursos disponíveis para o usuário. (DOBKIN, 2007)

2.2.1 Bandas de Frequência

Os sistemas RFID utilizam faixas de frequências que variam de 100 kHz a mais de 5 GHz. Entretanto, eles não operam arbitrariamente em toda esta vasta área do espectro, a maior parte

da atividade está concentrada em faixas bastante estreitas. As bandas de frequência mais comumente encontradas são as 125/134 kHz, 13,56 MHz, 860-960 MHz, e 2,4-2,45 GHz. Os sistemas de 125/134 kHz operam em baixa frequência (*Low Frequency* (LF)). Sistemas em 13,56 MHz operam na banda de alta frequência (*Hight Frequency* (HF)). Sistemas que operam na região de 900 MHz a 2,4 GHz ocupam a banda chamada de ultra alta frequência (*Ultra High Frequency* (UHF)), que termina formalmente em 3 GHz, mas para fazer uma distinção conveniente entre estes dois, os leitores e as tags de 900 MHz são muitas vezes referidos como dispositivos de UHF, enquanto aqueles que trabalham em 2,4 GHz são conhecidos como leitores de microondas. (DOBKIN, 2007)

Sistemas onde o comprimento de onda é muito maior do que a antena são geralmente acoplados indutivamente: quase toda a energia disponível da antena do leitor está contida dentro de uma região próxima da antena e comparável a ela em tamanho, caindo com o distanciamento do leitor (Figura 2.2). (DOBKIN, 2007)

A Figura 2.2 mostra que mesmo a uma distância de 1,5 m da antena (onde não há energia suficiente para realmente operar a tag), o atraso de propagação é de aproximadamente 4ns apenas. Para ter uma ideia de quanto este atraso é pequeno, o tempo de duração de um comprimento de onda, na frequência de 13.56 MHz, é de 74 ns. Nestas circunstâncias, é difícil falar de uma onda transmitida e refletida separadas. O sistema tag-leitor atua como um transformador magnético fornecendo acoplamento entre o fluxo de corrente no leitor e a tensão sobre a tag.

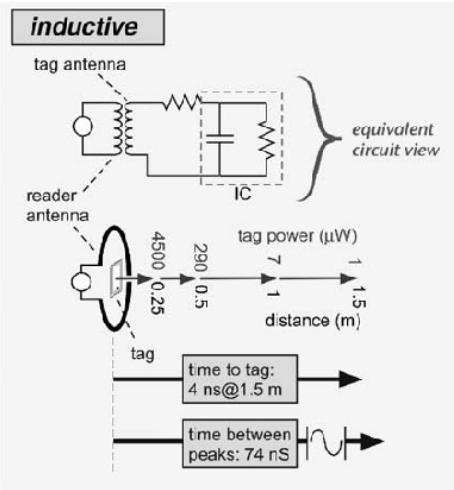

Figura 2.2: Acoplamento indutivo (13,56 MHz, antena 50cm de diâmetro) com associação de potência e atrasos. (DOBKIN, 2007)

Sistemas onde a antena é comparável em tamanho ao comprimento de onda geralmente usam acoplamento radioativo para a comunicação entre o leitor e a tag. A antena do leitor lança uma onda eletromagnética, cuja intensidade, na ausência de obstáculos, cai com o quadrado da

distância percorrida. A onda interage com a antena da tag em algum momento mais tarde maior do que um ciclo de *Radio Frequency* (RF) simples, e uma réplica fraca do sinal transmitido é fornecido pela tag e retorna para o leitor.

A quantidade de informação que é possível enviar em um canal é limitada pela quantidade de largura de banda que se tem disponível. Quanto menor a frequência, maior é o tempo de transmissão, ou seja, maior tempo entre bits, menor conteúdo transmitido em 1s. Este fato mostra-se como uma limitação na velocidade de transferência de dados de tags LF. É possível usar como exemplo um sistema onde a transmissão em 125 kHz ou 135 kHz é usada para enviar símbolos binários 0 e 1. A fim de distinguir de forma confiável entre as duas frequências, o receptor deve ser capaz de contar as ondas o suficiente para dizer que frequência está sendo enviada, possivelmente de um pequeno sinal na presença de ruído. Em geral, tags LF enviam dados de forma muito lenta: tipicamente um kilobit por segundo (kbps), de modo que para enviar apenas um número de identificação e verificação de erro com 100 bits levaria 0,1s, ignorando a sobrecarga de operação de um protocolo de identificação. Logo, as Tags LF são necessariamente lentas.

Tags HF e UHF podem operar em velocidades muito mais altas, embora neste caso, a taxa de dados é muitas vezes limitada por restrições regulatórias sobre a quantidade de banda disponível. São rápidas o suficiente para trocar muitos dados e operar protocolos anticolisão complexos e ainda identificar dezenas de tags em menos de um segundo, ou uma tag em poucos milissegundos.

Vantagens e desvantagens da escolha de frequência:

- Operação de LF e HF envolvem acoplamento indutivo e alcance comparável ao tamanho da antena; já em UHF o alcance é limitado pela potência de transmissão.
- Zonas de leitura quando acopladas indutivamente são geralmente pequenas, mas simples; zonas de leitura radioativas são maiores, porém complexas e muitas vezes descontínuas, e os leitores nas proximidades podem interferir uns com os outros.
- As tags LF usam antenas de bobinas com muitas voltas; antenas HF necessitam de um menor número de voltas.
- A tag UHF usa antenas dipolo simples que são facilmente fabricadas, mas o tamanho tende a ser limitado pelo comprimento de onda da radiação.
- A radiação em LF penetra água e materiais aquosos comuns a uma distância muito maior do que o alcance de leitura de um sistema típico; a penetração de HF na água é comparável

ao alcance de leitura comum; a penetração de UHF/microondas na água é insignificante em comparação com alcance de leitura típica no ar, exceto para acoplamento indutivo de campo próximo.

- A radiação LF pode penetrar camadas finas de metais condutores; ao contrário do HF e do UHF que são efetivamente bloqueados mesmo por filmes muito finos de metal.
- Tags LF estão limitadas a baixa taxa de dados, enquanto tags HF e UHF podem fornecer centenas de kbps.

As diferentes características associadas a cada faixa de frequência significam que a escolha depende da aplicação.

2.2.2 Tags

Muitas vezes pode ser vantajoso eliminar o transmissor de rádio e a bateria de uma tag RFID para economizar custo, complexidade e espaço. A presença ou ausência desses componentes constitui a base de um segundo meio de classificar os sistemas de RFID, pela fonte de energia e as capacidades (memória, comunicação, leituras) das tags.

Passivas

Tags passivas não possuem uma fonte independente de energia elétrica para acionar o circuito na tag e não têm transmissor de rádio próprio. As tags passivas dependem de retificação da energia recebida do leitor para acionar o funcionamento de seus circuitos, e modificar sua interação com a potência transmitida do leitor a fim de enviar informações de volta a partir dela.

Um exemplo de uma tag passiva HF é mostrado na Figura 2.3. Ela é quase totalmente composta por substrato de plástico e uma estrutura de antena. O CI, que é muito pequeno, é montado próximo do centro da tag. O conjunto todo é muito menor do que 1mm de espessura e assim pode ser utilizado em aplicações onde as tags fisicamente maiores se tornam esteticamente desagradáveis ou sujeitas a danos mecânicos. O encapsulamento é muitas vezes revestido com um adesivo de fixação ou incorporado dentro de uma etiqueta adesiva impressa.

Semipassivas

As tags semipassivas possuem uma fonte de energia e também podem possuir sensores em sua composição. A fonte de alimentação serve a dois propósitos: fornecer alimentação contínua

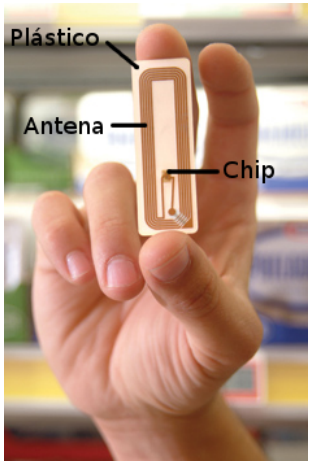

Figura 2.3: Tag passiva comercial HF. (GONCALVES, 2008)

para os sensores; e manter as informações contidas no chip sem a necessidade de captação de energia dos sinais. Para obter um histórico completo de uma tag em relação a um dado fenômeno, é essencial fazer as leituras com uma certa periodicidade. A fonte de alimentação interna permite que estas leituras sejam realizadas mesmo na ausência de um leitor.

Um importante uso das tags semipassivas é no aumento do alcance de leitura ou na leitura de uma etiqueta em um ambiente hostil. Como o chip dessa tag é alimentado pela bateria, ela não necessita obrigatoriamente captar energia para operar com um leitor de sinal, e nem para alimentar o circuito de comunicação por reflexão de ondas para produzir um sinal mais forte de forma que seja mais fácil para o leitor detectar, resultando em um aumento na capacidade de leitura em um ambiente hostil. Por exemplo, tags semipassivas são atualmente analisadas para o uso na cadeia de frios, onde os itens (como alimentos congelados ou medicamentos) devem ser mantidos abaixo de uma determinada temperatura. Elas também são ideais nos casos em que um grande número de tags devem ser monitoradas (com sensores), ou em situações em que a tag não pode ser reutilizada.

Figura 2.4: Tag semipassiva. (DOBKIN, 2007)

O exemplo de uma tag semipassiva é mostrado na Figura 2.4. A tag tem cerca de 9,5cm de largura e 1,5cm de espessura e é utilizada, por exemplo, na identificação de veículos. Ela usa duas antenas separadas, uma para receber o sinal do leitor (*RX antenna*) e outro para a transmissão de um sinal de retorno (*TX antenna*). O maior componente é uma bateria de lítio (*battery*), que fornece cerca de 5 anos de operação. Quando a bateria se esgota, a tag deve ser substituída, o que representa um gasto significativo e encargos administrativos. Um sinal sonoro é usado para sinalizar que a comunicação foi bem sucedida. Essas tags são normalmente montadas nos para-brisas de carros e fornecem cerca de 10m de alcance de leitura, suficiente para permitir um sucesso de identificação maior que 95%, mesmo em rodovias de alta velocidade e muito movimentadas.

Ativas

As tags ativas têm uma fonte de alimentação interna, um receptor e um transmissor ativos distintos, podem incorporar sensores, falar uns com os outros e até formar uma rede. Tags ativas são muito semelhantes aos nós em uma rede de sensores. Uma norma que define uma rede de tags ativas, ISO 18000-7, não permite a comunicação de tag para tag, mas apenas as comunicações entre uma tag e um leitor. Por causa do transmissor ativo, as tags ativas podem transmitir um sinal a um leitor que está a vários metros de distância. Da mesma forma, o receptor ativo permite que a tag receba um sinal, mesmo que seja muito fraco, de um dispositivo que está a vários metros de distância.

O hardware, das tags ativas, permite uma comunicação em lugares com grandes quantidades de metal, que normalmente é muito difícil para etiquetas passivas e semipassivas. Como mais memória pode ser incorporada em uma tag ativa, ela é frequentemente usada para armazenar informações, como por exemplo, sobre um carregamento de mercadorias em um contêiner.

Um exemplo de uma tag ativa é apresentado na Figura 2.5. Esta é uma tag comercial utilizada na localização de bens de grande porte, tais como contêineres. A visão interna, demonstra a complexidade relativa de uma tag ativa, e a bateria relativamente grande. Este tipo particular produz cerca de 60 mW de potência de saída na faixa de 2,4 GHz, fornecendo cerca de 900 metros de alcance ao ar livre. A uma taxa típica de transmissão a cada 4 minutos, a bateria deve durar cerca de 6 anos. A triangulação de múltiplas antenas receptoras pode localizar uma tag dentro de poucos metros em um ambiente ao ar livre. As dimensões desta tag ainda é pequena, apesar do aumento da complexidade comparando com as tags passiva e semipassiva

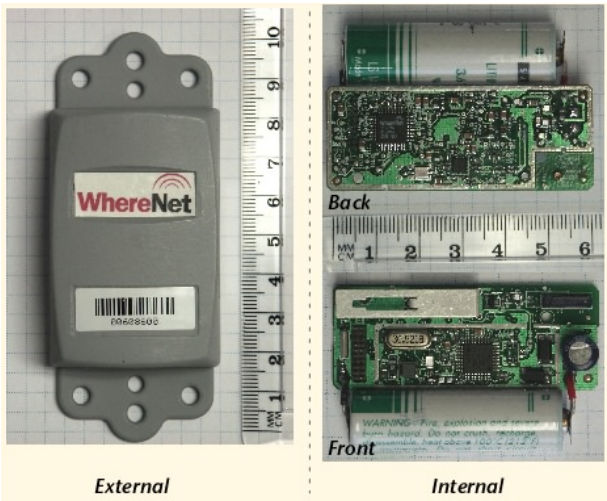

Figura 2.5: Tag ativa.(DOBKIN, 2007)

2.2.3 Protocolos de comunicação

Atualmente, todos os meios de comunicação requerem um protocolo, um acordo sobre como as informações serão trocadas. Protocolos devem informar que tipo de sinais serão utilizados, os tipos de símbolos, como eles serão combinados para tornar os dados significativos, e como o meio de comunicação é alocado entre as partes em conflito. (DOBKIN, 2007)

Um aspecto fundamental de todos os protocolos de comunicação é que eles devem ser compartilhados. Com dispositivos comerciais de comunicação, existem dois caminhos para garantir um acordo sobre os detalhes do protocolo: ou ambas as extremidades do link são fabricadas pelo mesmo fornecedor com garantia de interoperabilidade ou múltiplos fornecedores fazem produtos com um acordo padrão de comunicação. Entre importantes órgãos normatizadores em comunicações estão o *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE), o *American National Standards Institute* (ANSI), a *International Standards Organization* (ISO), o *Internet Engineering Task Force* (IETF), e especificamente para RFID, EPCglobal Inc. (DOBKIN, 2007)

EPCglobal

A EPCglobal é uma organização sem fins lucrativos que visa padronizar os sistemas RFID através da criação do *Electronic Product Code* (EPC), código eletrônico de produto, único para cada objeto, e da criação do que se chama: EPC Network ("rede EPC") que funciona como se fosse uma internet de objetos. (MONTEIRO et al.,)

A EPCglobal também criou padrões para as suas etiquetas no que diz respeito a tecnologia

empregada à elas. Variam da Classe 0 até a Classe 5. Onde as Classes 0 e 1 são etiquetas passivas de apenas leitura; a Classe 2 é composta de etiquetas passivas de leitura/escrita com uma maior funcionalidade; a Classe 3 são etiquetas semipassivas com algum tipo de fonte de alimentação; a Classe 4 são etiquetas ativas com funções similares as da Classe 3, no entanto, também possuem a capacidade de se comunicar com outras etiquetas da mesma Classe e, finalmente, a Classe 5, que são as etiquetas ativas de leitura com funcionalidades similares as da Classe 4, mas também possuem a capacidade de energizar etiquetas das Classes 1 e 2, e estabelecer comunicação passiva com as etiquetas da Classe 3. (MONTEIRO et al.,)

As etiquetas EPC Classe 1 são as mais utilizadas, portanto, são as mais aplicadas na indústria, pois estas são as mais simples e, logo, as mais baratas. No entanto, esse tipo de etiqueta não se mostra tão mais eficiente no que diz respeito à capacidade de armazenamento de informação do que o código de barras e, por isso, sua aplicação ficou mais limitada. Para contornar a situação e fazer com que o RFID se tornasse mais eficiente, criou-se a EPC Classe 1, Geração 2 (EPC C.1 G.2), que tem maior capacidade de armazenamento e mais funcionalidades, o que motivou uma maior adoção por empresas que já utilizavam RFID amplamente e por outras que ainda não usufruíam da tecnologia. O sucesso dessa segunda geração fez com que a ISO reconhecesse a EPC C.1 G.2 como padrão internacional. (MONTEIRO et al.,)

Padrões e Proprietários

Na Tabela 2.1, estão resumidos alguns dos padrões abertos e também proprietários de protocolos da camada física usados em RFID.

Cada um destes números, siglas, nome de empresa/produto, estão ligados a uma compilação exaustiva e trabalhosa das convenções necessárias para mover informações do leitor para a tag e da tag para o leitor. Por exemplo, ISO 11784 e 11785 são projetados para a identificação de gado. ISO 14443 define aplicações para cartões inteligentes em 13,56 MHz. A ISO 15693 também suporta cartões inteligentes a 13 MHz, mas utiliza ainda um outro conjunto de esquemas de uplink, downlink e resolução de colisão.

A ISO 18000 é dividida em sete partes e especifica as frequências utilizadas nas interfaces aéreas de comunicação.

- ISO 18000-1: Normas gerais para frequências adotadas mundialmente;
- ISO 18000-2: Normas para sistemas RFID com frequência abaixo de 125 kHz;
- ISO 18000-3: Normas para sistemas RFID com frequência de 13.56 MHz;

	Frequência					
Tipo de Tag	**125/134 KHz**	**5-7 MHz**	**13.56 MHz**	**303/433 MHz**	**860-960 MHz**	**2.45 MHz**
Passiva	ISO 11784/5, 14223 ISO 18000-2 HiTag	ISO 10536 iPico DF/iPX	MIFARE ISO14443 Tag-IT ISO 15693 ISO 18000-3 TIRIS Icode		ISO 18000-6A,B,C EPC Class 0 EPC Class 1 Intellitag Title 21 AAR S918 Ucode	ISO 18000-4 Intellitag μ-chip
Semipassiva					AAR S918 Title 21 EZPass Intelleflex Maxim	ISO 18000-4 Alien BAP
Ativa				ANSI 371.2 ISO 1800-7 RFCode		ISO 18000-4 ANSI 371.1

Tabela 2.1: Alguns protocolos de interface RFID. (DOBKIN, 2007)

- ISO 18000-4: Normas para sistemas RFID com frequência de 2.45 GHz;
- ISO 18000-5: Normas para sistemas RFID com frequência de 5.8 GHz;
- ISO 18000-6: Normas para sistemas RFID com frequência de 860-930 MHz;
- ISO 18000-7: Normas para sistemas RFID com frequência de 433 MHz.

A maioria dos protocolos da Tabela 2.1 são incompatíveis entre si, mesmo quando eles vêm dos mesmos padrões, embora o grau de distinção faça variar um pouco. Na maioria dos casos, uma tag compreende apenas um desses protocolos, seja porque não há necessidade de interoperabilidade, ou para minimizar o custo e complexidade da tag. Quando as aplicações exigem interoperabilidade de multiprotocolos, a carga geral recai sobre o leitor.

Os leitores são relativamente pequenos em número, expansivos, providos com uma fonte de energia, e computacionalmente capazes. Capacidade multiprotocolo é relativamente fácil de fornecer dentro de uma faixa de frequência fixa.

2.3 RFID - Uso e Aplicações

Um aspecto importante da tecnologia RFID é a sua utilização em um amplo espectro de aplicações. O uso de RFID tem aumentado com implantações do sistema em um número significativo de indústrias, tais como: farmacêutica, saúde, transporte, defesa, varejo e logística.

A tecnologia RFID pode ajudar a realizar ganhos substanciais de produtividade e eficiência a uma ampla gama de organizações e indivíduos. Componentes existentes do sistema integram os benefícios proporcionados por RFID, mantendo a modularidade e a eficiência do sistema. (AHSON; ILYAS, 2008)

A tecnologia RFID permite a otimização de múltiplos processos de negócio através da melhoria, da automação, ou mesmo da eliminação dos processos existentes e do surgimento de novos, chamados processos inteligentes, que são automaticamente desencadeado por ações ou eventos.

As principais áreas que têm impulsionado o desenvolvimento comercial da tecnologia RFID são: logística; gestão da cadeia de suprimentos; controle de item de biblioteca; implantes médicos; controle de acesso; segurança de aviação e aplicações de segurança nacional. Estes sistemas são utilizados para uma ampla gama de aplicações como rastrear, monitorar, relatar e gerenciar itens enquanto eles se movem entre diferentes localizações físicas. Desde a gestão de inventário para detecção de roubo, a RFID tem sido aplicada em muitas áreas, tais como na indústria automobilística e de logística, bem como em armazéns e lojas de varejo.

Uma aplicação que vem sendo destacada pela comunidade científica, é o uso da RFID em hemocentros, para fazer o monitoramento e distribuição de bolsas. Encontrar o produto certo entre centenas de bolsas não é uma tarefa fácil, especialmente quando os códigos de barras têm de ser digitalizados manualmente em bolsas de plasma armazenados em um freezer -35°C. As bolsas devem ser mantidas em uma temperatura controlada e esse processo manual de localização torna-se um problema na contagem diária das bolsas, pois a porta pode ficar aberta por um longo período.

O mesmo acontece diariamente na distribuição, onde dezenas de bolsas ficam exposta numa temperatura ambiente enquanto é realizado um processo manual minucioso de verificação de cada bolsa para que elas possam ser liberadas. O momento da retirada das bolsas deve ser ágil, e isso, muitas vezes pode ser estressante para o distribuidor, pois, não é incomum haver vários centros de saúde requisitando bolsas na mesma hora. Entregar as bolsas certas o mais rápido possível é muito importante para o hospital e o paciente que necessita do sangue rapidamente.

Equipados com scanners RFID, os funcionários são capazes de encontrar rapidamente bolsas de sangue com uma velocidade de até 100 bolsas por segundo. Desta forma os processos de gerenciamento e distribuição das bolsas se tornam mais rápidos e mais seguros. Algumas tags RFID, além de armazenar todas as informações necessárias sobre as bolsas, possuem sensores de temperatura e podem armazenar informações sobre a temperatura da bolsa ao longo do tempo.

Uma outra aplicação importante da tecnologia é nos serviços de transfusão de sangue. O uso de um sistema RFID permitirá uma infraestrutura para melhorar a segurança do paciente na transfusão adicionando uma camada de segurança contra a incompatibilidade sangue/paciente. Um dos dados importantes que demonstram a importância dessa tecnologia em serviços de transfusionais é o número de mortes relacionadas com a transfusão notificados à *Food and Drug Administration* (FDA).

2.4 Erros na Transfusão de Sangue

Segundo o resumo anual de mortes em acidentes notificados à FDA, uma agência dentro do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos, do ano de 2005 até 2009, o suprimento de sangue é mais seguro hoje do que em qualquer momento da história. Devido aos avanços na triagem de doadores, testes melhorados, sistemas automatizados de dados e mudanças nas práticas de medicina de transfusão, os riscos associados com a transfusão de sangue continuam a diminuir. (ADMINISTRATION, 2011)

Globalmente, o número de mortes relacionadas com a transfusão notificados à FDA continua a ser pequena em comparação com o número total de transfusões, no entanto esses números ainda são significativos. Em 2008, por exemplo, havia cerca de 24 milhões de componentes transfundidos. Durante o período aproximado de 2008, houve 54 transfusões relatadas com mortes potencialmente relacionadas com a transfusão, com relatórios subsequentes de 66 em 2009, e 64 em 2010. (ADMINISTRATION, 2011)

Em 2010, houve um total de 76 relatórios de fatalidade. Desses relatos, 71 foram do receptor e 5 foram do doador. Dos 71 relatórios de mortes do receptor, 40 das mortes foram relacionadas com a transfusão, 24 das mortes foram casos que a transfusão não poderia ser descartada como causa da fatalidade, 7 das mortes não estavam relacionadas diretamente com a transfusão. (ADMINISTRATION, 2011)

De 2005 até 2010, a lesão pulmonar aguda associada à transfusão causou o maior número de mortes relatadas (47%), seguido de reações transfusionais hemolíticas (24%) devido à incompatibilidades ABO (15%) negativo e ABO (9%) positivo. Complicações de infecção microbiana, sobrecarga circulatória associada à transfusão, e reações anafiláticas são responsáveis por um menor número de mortes relatadas. (ADMINISTRATION, 2011)

A utilização de um sistema RFID permite tornar as transfusões mais seguras, eliminando praticamente a possibilidade de existirem erros. Uma tag anexada a uma bolsa de sangue garante que o paciente receba a quantidade e o tipo certo de sangue.

2.5 RFID nos hemocentros

O uso da tecnologia RFID em hemocentros e na medicina transfusional tem o potencial de melhorar a segurança do paciente, reduzir custos e aumentar a eficiência e a eficácia operacional.

Atualmente, a tendência dos hemocentros é utilizarem o código de barras ISBT 128. A norma ISBT 128 especifica vários elementos do ambiente de informação exigidos no processo de transfusão e transplante. Ela determina as definições - para o entendimento comum dos termos usados, as tabelas de referência - associando cada item a um determinado código, e as estruturas de dados - determinam as características técnicas indispensáveis para a interpretação da informação. São também estabelecidos requisitos mínimos para os mecanismos de fornecimento (O mecanismo mais conhecido é o código de barras linear) e a etiquetagem. (ICCBBA, 2006)

O código de barras ISBT 128 poderá ser ampliado com a capacidade flexível de armazenamento de dados de tags RFID para estender o poder de hemocentros existentes e sistemas de serviços de transfusão sanguínea.

A tecnologia RFID pode ajudar em muito a cadeia de suprimento de sangue. Ela pode:

- Localizar os produtos com maior granularidade e pontualidade das informações de localização;
- Eliminar o trabalho intensivo e erros manuais;
- Verificar vários produtos ao mesmo tempo, sem restrição de linha de visão;
- Estabelecer uma plataforma que pode ser aproveitada para melhorar a segurança do paciente;
- Reduzir o descarte de produtos;
- Permitir uma cadeia de custódia eletrônica através do ciclo de vida do produto sanguíneo;
- Agilizar e garantir a entrega correta das bolsas de sangue solicitadas aos hemocentros.

A implantação da RFID em hemocentros pode tornar o processo de distribuição das bolsas mais ágil e com menos possibilidade de erro, pois a tecnologia não necessita de linha de visão e possibilita a identificação de vários produtos num curto período de tempo.

Com o cruzamento de dados da bolsa e do paciente, a RFID pode ajudar a garantir a transfusão da bolsa correta para o paciente certo, reduzindo assim os erros à beira do leito e aumentando a segurança.

Para perceber os benefícios da RFID, no entanto, deve haver a definição da indústria e adoção de padrões consistentes para a sua utilização em toda a cadeia de fornecimento de sangue. A tecnologia também deve ser planejada e integrada com as normas de rotulagem e de código de barras existentes, bem como os sistemas de transfusão de sangue atualmente em uso.

2.5.1 Interferência Eletromagnética em equipamentos Médicos

O *Journal of the American Medical Association* (JAMA) em 24 de junho de 2008 publicou os resultados de um estudo realizado em 2006 em Amsterdam (Figura 2.6), durante o qual 41 dispositivos médicos foram testados para verificar a interferência eletromagnética de sistemas RFID de 125 kHz(LF) ativo e 868 MHz (UHF) passivo. Uma série de 123 testes produziu 34 incidentes eletromagnéticos. O estudo envolveu níveis de potência realista e dispositivos médicos localizados em diferentes distâncias da fonte de RFID. (CONSORTIUM, 2011)

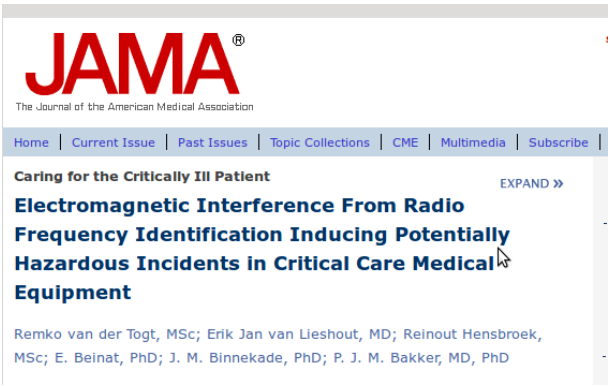

Figura 2.6: Publicação dos estudos realizados. (TOGT et al., 2011)

O sistema RFID proposto neste trabalho para rastreamento de produtos sanguíneos utilizará a tecnologia passiva na frequência de 13,56 MHz, cujas propriedades são consideravelmente diferentes do que os 125 kHz ativa e 868 MHz passiva investigadas no estudo em Amsterdam. A principal razão de 13,56 MHz ser selecionada como padrão é a gama restrita de seu campo eletromagnético que naturalmente limita o potencial para interferência eletromagnética, e ainda atende às necessidades operacionais para a manipulação de sangue e hemocomponentes.

2.5.2 Impacto da radiação RFID de 13,56 MHz em glóbulos vermelhos, plaquetas e plasma descongelado

A empresa *Transfusion Medicine RFID Consortium* se reuniu com a FDA *Center for Biologics Evaluation and Research* (CBER) e *Center for Devices and Radiological Health* (CDRH) em 15 de março de 2007 para discutir o uso de RFID 13,56 MHz (HF) na cadeia de suprimento de sangue. A FDA indicou que testes seriam necessários para garantir que, mesmo com longas exposições à radiação RF intensa dos leitores RFID, não haveria nenhum efeito adverso sobre a segurança ou eficácia de transfusão de hemocomponentes. Um protocolo de teste de células vermelhas e plaquetas foi desenvolvido em conjunto pelas três organizações. (CONSORTIUM, 2011)

Para a realização desses testes, foi projetado e construído uma bobina de Helmholtz de 86cm, com 90 Watts de RF de entrada, como está ilustrado na Figura 2.7. Foi conduzido o teste em produtos contendo células vermelhas, que estavam menos de 11 dias armazenados com todos os hemocomponentes e plaquetas. Três pares de bolsas, cada uma consistindo de uma bolsa de controle (fora do campo magnético) e uma bolsa de teste (no centro da bobina) foram testados (Figura2.8a) para cada um dos produtos. Estes testes foram realizados em alto nível de campo magnético de aproximadamente 5 amperes/metro e com duração de exposição prolongada (Figura2.8c). Ensaios químicos, morfológicos e biológicos, controlados e testados nas bolsas, foram realizados no início, depois de sete horas, e repetido após passado sete horas (Figura2.8d). A temperatura na superfície e no núcleo de cada bolsa foi acompanhada a cada minuto. (CONSORTIUM, 2011)

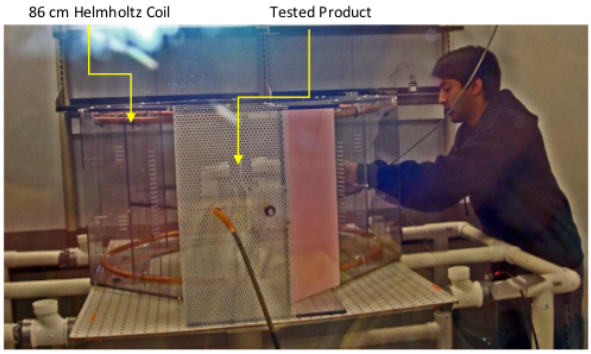

Figura 2.7: Aparelho de teste de exposição de RF. (CONSORTIUM, 2011)

Os resultados do protocolo de teste inicial foram relatados ao FDA em janeiro de 2008. As células vermelhas e plaquetas não tinham aumentado a degradação celular/proteína após os altos níveis de exposição prolongada à RF. O aquecimento por efeito Joule pelo campo eletromagnético tinha efeitos aceitáveis na elevação de temperatura de células vermelhas e plaquetas.

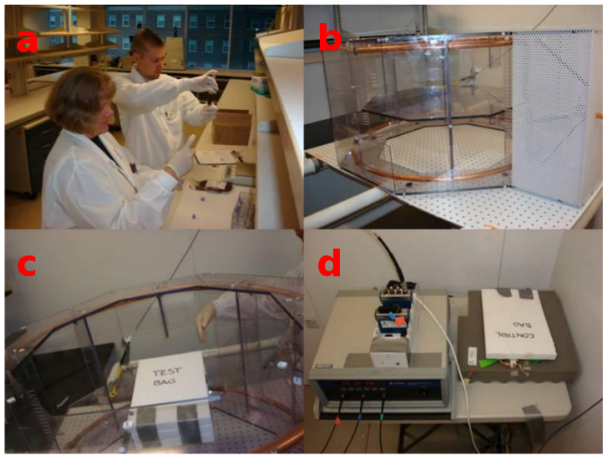

Figura 2.8: (a)Verificação das bolsas de sangue de controle e de testes antes da exposição de RF, (b)bobina de Helmholtz, (c)Teste de exposição de RF, (d)Verificação das bolsas de sangue após a exposição de RF. (CONSORTIUM, 2011)

(CONSORTIUM, 2011)

Em abril de 2008, a FDA manifestou a preocupação de que células vermelhas envelhecidas (aproximando-se do prazo de validade de 42 dias) podem ser mais suscetíveis aos efeitos de RF do que os glóbulos vermelhos jovens e deveriam ser testados, bem como produtos de plasma.

Um segundo estudo, utilizando o mesmo protocolo de teste, foi concluído em 2010 e submetidos à FDA. Ele demonstrou que o plasma e as células vermelhas não tiveram qualquer dano, aumento celular ou degradação bioquímica passadas 23-25 horas de exposição à RF de 13,56 MHz. Os pares de produtos com células vermelhas envelhecidas tiveram mudanças similares antes e após a exposição RF e um máximo (teste-controle) aumento de temperatura de 0,37° $\pm$ 0,13°C. Todos os resultados foram consistentes com os testes anteriores em hemácias jovens. (CONSORTIUM, 2011)

Os componentes de plasma tiveram resultados comparáveis entre o teste e as bolsas de controle, demonstrando que a exposição a longo prazo não tem impacto sobre os níveis de fator de coagulação de produtos de plasma descongelado. Todos os três grupos de produtos de plasma tiveram resultados com diferenças menor que 20% entre o teste e o controle de parâmetros analisados antes e depois da exposição à RF. (CONSORTIUM, 2011)

O referido estudo demonstrou que a exposição à energia intensa de RF de 13,56 MHz por longos períodos não tem efeito adverso sobre a integridade celular dos glóbulos vermelhos ou plaquetas, nem afeta negativamente a temperatura desses produtos. Esse estudo ratificou a viabilidade da utilização da tecnologia RFID em produtos sanguíneos sem haver algum tipo de dano aos hemocomponentes.

2.6 Justificativa Econômica e Retorno Sobre o Investimento

Um estudo foi feito nos Estados Unidos para avaliar a aplicabilidade de RFID em hemocentros. Três hemocentros (BloodCenter of Wisconsin; Carter BloodCare e Mississippi Blood Services), em conjunto com a Universidade de Wisconsin Madison RFID Lab, desenvolveram um modelo para determinar o impacto e retorno sobre o investimento para pequenos, médios e grandes hemocentros. O modelo apresentado por RALF (RALF et al., 2010) ajuda a avaliar custo e benefício dos componentes envolvidos na implementação de processos e tecnologias RFID.

2.6.1 Análise de Impacto

O estudo de análise de impacto associado com o modelo de *Return on Investment* (ROI) foi projetado para estimar o impacto que a RFID terá sobre as operações de hemocentros em termos de produtividade, qualidade e segurança. A Análise de Impacto consiste em três seções principais: Perfil Corporativo, Análise de Processos e Análise de Impacto Organizacional. (RALF et al., 2010)

O Perfil Corporativo proporciona um entendimento sobre o tamanho, volumes operacionais, disponibilidade de recursos e os parâmetros financeiros da organização, fornecendo linhas de base para a quantificação dos custos e benefícios. (RALF et al., 2010)

A Análise de Processos fornece um visão básica dos pontos fracos do atual processo, o tipo de evento, bem como a frequência de ocorrência deles em um hemocentro. Três tipos de métricas empresariais são medidas: eficiência de processos, qualidade e segurança do paciente. Cada organização deve desenvolver uma estimativa do impacto RFID sobre estas três dimensões (métricas), juntamente com uma descrição dos pontos fracos. (RALF et al., 2010)

A Análise de Impacto Organizacional quantifica o impacto da implementação de RFID com o pessoal de uma organização. Ele dá uma visão sobre o esforço e recursos necessários para preparar o pessoal de operações para a implementação de RFID em termos de formação, comunicação e impacto operacional da implementação de novos processos de RFID. O esforço de formação sobre os novos processos serão estimados para o ponto de competência pessoal e irá incluir uma lista de conjuntos de habilidades necessárias. A fim de alcançar o alinhamento dos participantes com os novos processos, a organização como um todo vai exigir uma boa compreensão das razões para a mudança e a intenção corporativa da implementação da tecnologia. (RALF et al., 2010)

2.6.2 Metodologia de Custo/Benefício

Um modelo foi desenvolvido para estimar os custos, benefícios, valor líquido atual e retorno de investimento. As principais categorias de custo incluídas no modelo são tags RFID, hardware RFID, infraestrutura de TI, software, integração e implementação. Os principais benefícios das categorias são a produtividade, qualidade e segurança do paciente. Parâmetros de entrada são coletados por processos de levantamento e tecnologia própria, bem como sistemas empresariais. (RALF et al., 2010)

2.6.3 Análise de Custo

Na implantação de RFID, o hemocentro verificará as seguintes áreas de custos ao longo de um horizonte de planejamento de 5 anos:

- Custos iniciais (custo fixo principalmente - hardware, software, implementação, etc);
- Os custos recorrentes: Variável (custos diretos associados com RFID - geralmente o componente maior e custo indireto).

2.6.4 Análise de Benefício

Na implantação de RFID, o hemocentro perceberá os benefícios nas seguintes áreas:

- Os ganhos de produtividade;
- Reduções no produto descartado por falhas (melhoria da qualidade de operação);
- Melhoria na organização e localização das bolsas;
- Aumento na segurança do paciente no serviço de transfusão.

O modelo pesa os custos de infra-estrutura e implementação, os custos ao longo do tempo, juntamente com os materiais, e quantifica os benefícios do usuário de RFID com base no número de unidades de sangue coletadas anualmente. Dadas as premissas de modelagem, é possível projetar para um hemocentro de médio a grande porte o valor líquido atual (benefícios menos custos) de realização ao longo de um horizonte de planejamento de 5 anos. O modelo considera a taxa de adoção, estimando o número de produtos RFID de sangue adicionados a cada ano a cadeia de suprimentos. O pressuposto básico é um lançamento gradual da tecnologia em todos os produtos e os participantes. (RALF et al., 2010)

2.7 Conclusão do Capítulo

Com a leitura desse capítulo, é possível entender a base do funcionamento da tecnologia RFID. Foi apresentado as suas bandas de frequência comumente utilizadas, suas vantagens e suas limitações. Foram classificados os vários tipos de tags e suas características, juntamente com os protocolos de comunicação e sua aplicabilidade. Com isso, pôde-se observar as vantagens do uso da tecnologia na indústria e outros setores.

Também foi possível conhecer os estudos realizados para verificar o impacto e a viabilidade da implantação da tecnologia em bolsas de sangue. Destarte, chegou-se a conclusão que o uso da frequência de 13.56 MHz é o mais indicado para esta aplicação.

No próximo capítulo serão apresentadas as etapas envolvidas entre a doação de sangue até a transfusão do hemocomponente num hemocentro.

3 *Doação de Sangue*

A doação de sangue no Brasil deve ser altruísta e voluntária. Segundo a legislação vigente (PORTARIA N° 1.353, DE 13 DE JUNHO DE 2011 e Resolução RDC n° 57, de 16 de dezembro de 2010), várias etapas devem ser seguidas sempre visando a segurança do doador e do receptor do sangue como questões éticas e de qualidade. Para a garantia da segurança transfusional deve-se ter a rastreabilidade de todo o processo envolvendo doador até receptor. A rastreabilidade é a habilidade de seguir a história, aplicação ou localização de um produto ou serviço por meio da identificação de registros.

As etapas envolvidas entre a doação de sangue até a transfusão do hemocomponente são as seguintes: cadastro do doador, pré-triagem, triagem clínica, coleta de sangue, processamento de sangue, testes laboratoriais de imuno-hematologia, hematologia e sorologia e a transfusão.

3.1 Cadastro do Doador

O processo de doação se inicia no cadastro do candidato à doação mediante a apresentação de documento oficial com foto e registro de informações pessoais como nome completo, data de nascimento, número do registro de identidade, filiação, endereço, meios de contatos, profissão, etc. Neste momento é criado um código de pessoa física, que fica armazenado no banco de dados do hemocentro. Caso o doador já seja cadastrado, seu nome será procurado no sistema e as suas informações pessoais confirmadas e atualizadas se necessário.

Posteriormente, o doador recebe uma ficha de triagem clínica, que é um questionário com perguntas sobre a saúde e hábitos do doador, material informativo sobre a doação de sangue e protocolo de doação que vai acompanhá-lo durante todo o processo, ambos com uma etiqueta com o código de barras.

3.2 Pré-triagem

Nesta etapa é realizada uma pequena avaliação de parâmetros físicos do candidato à doação. Será feito a verificação de pulso, pressão arterial, temperatura, peso, altura, além destes também um teste para verificar se o indivíduo está com anemia, por meio da determinação de hematócrito ou hemoglobina. Faz-se a leitura óptica do código de barras do protocolo de doação para vincular o doador aos seus resultados nas análises descritas.

3.3 Triagem Clínica

O candidato à doação é entrevistado individualmente de modo a garantir a privacidade e sigilo, por profissional de nível superior na área da saúde capacitado e conhecedor das normas técnicas e legais, sob supervisão médica. Esta entrevista visa avaliar os antecedentes e o estado atual do candidato a doador, para determinar se a coleta pode ser realizada sem causar-lhe prejuízo e se a transfusão dos hemocomponentes preparados a partir dessa doação pode vir a causar risco para os receptores. Consiste na aplicação das perguntas contidas na ficha de triagem clínica, explicação sobre o processo de coleta de sangue, exames que serão realizados e voto de auto-exclusão.

O candidato à doação assina um termo de consentimento de doação, que consta da ficha de triagem clínica, comprometendo-se com a veracidade das informações prestadas. Nesta etapa é realizada novamente a verificação de identificação do doador por seu documento oficial com foto e leitura dos códigos de barras da ficha de triagem clínica e protocolo de doação.

3.4 Coleta de Sangue

Depois de constatar que o candidato à doação está apto a doar é realizada a coleta de sangue. Primeiramente, o doador lê o código de barras do seu protocolo de doação e registra sua opção no voto de auto-exclusão. Em seguida, realiza-se a identificação do funcionário e do doador e é feito um pré-vínculo no sistema com os códigos de barras que estão nas bolsas de sangue (duas ou mais bolsas, dependendo do tipo de coleta), nos tubos de amostras e da identificação dos segmentos das bolsas que são digitados manualmente. Estas bolsas e tubos, além dos códigos dos fabricantes, possuem códigos de barras gerados pelo setor de informática do hemocentro e fixados no setor de coleta. (Figura 3.1)

Para a realização da coleta, o doador é posicionado em uma cadeira e uma veia de um dos

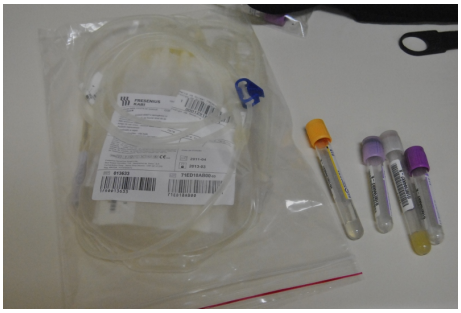

Figura 3.1: Bolsa e tubos de amostra. (SILVA, 2011)

braços é puncionada. Retira-se em torno de 450 mL de sangue. Todo o material é descartável. Também são coletadas amostras, em tubos de ensaio, do seu sangue para a realização de testes laboratoriais conforme ilustra a Figura 3.2.

Figura 3.2: Coleta. (SILVA, 2011)

Após a coleta é realizada novamente a identificação do funcionário, a leitura dos códigos das bolsas, das amostras e do código do doador para confirmar o vínculo doação/doador. Em seguida, as bolsas são encaminhadas para o setor de Processamento de Sangue e os tubos seguem para os laboratórios específicos.

3.5 Lanche

O lanche é servido após a doação para repor as necessidades nutricionais imediatas do doador, principalmente a hidratação oral para iniciar a recuperação do volume doado. Também é um momento de repouso necessário por aproximadamente 15 minutos, visando manter o doador dentro das instalações do Hemocentro antes que o mesmo seja liberado.

3.6 Processamento do Sangue

O setor Processamento de Sangue faz a produção de hemocomponentes. Os hemocomponentes são obtidos por processos físicos, sendo eles: concentrado de hemácias (CH), concentrado de plaquetas (CP), plasma e crioprecipitado (CRIO). O plasma pode ser plasma fresco congelado (PFC), plasma comum (PC) e plasma isento de crioprecipitado (PICP). A diferença em PFC e PC é em função do tempo de congelamento após a coleta. Se o congelamento total da bolsa ocorrer até 8 horas pós a coleta, é denominado PFC, se o congelamento ocorrer em tempo superior a oito horas será PC. O PICP é o plasma obtido após a extração de crioprecipitado (CRIO), sendo esta fração do sangue rica em fibrinogênio e fator VIII da coagulação.

O Processamento recebe as bolsas coletadas de sangue total, pesa e faz o registro da entrada das bolsas no sistema, sendo esta atividade chamada de Análise de Bolsa. (Figura 3.3)

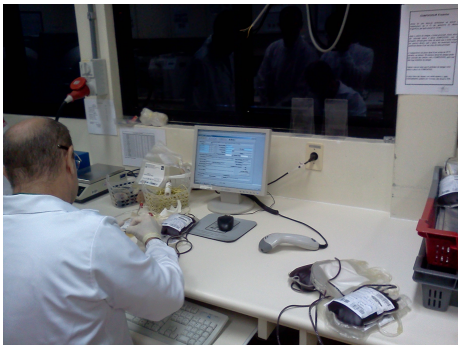

Figura 3.3: Análise de Bolsa. (SILVA, 2011)

A bolsa de sangue total fica de uma à duas horas em placa refrigerada e após este tempo é centrifugada em uma centrífuga refrigerada para bolsas, sendo depois colocada em um extrator automático de plasma (Figura 3.4), onde são lidos os códigos de barras da bolsa, centrifuga utilizada e colaborador responsável pelo processo.

Os sistemas dos extratores do HEMOSC são interfaceados, assim o fracionamento do sangue total em hemocomponentes fica registrado no sistema informatizado. No sistema cada hemocomponente tem um código, como CH é 003, CP é 005, PFC é 007, etc. Neste momento há a produção de concentrado de hemácias e plasma. Se o objetivo é obter concentrado de plaquetas, o plasma é novamente centrifugado obtendo-se os dois hemocomponentes (PFC e CP). Se o objetivo é a produção de CRIO, o PFC, imediatamente à separação do CH, é congelado rapidamente a –80°C, e depois lentamente descongelado. A última parte a descongelar é chamada de CRIO.

Figura 3.4: Extrator de plasma. (SILVA, 2011)

3.6.1 Pré-estoque

Após a produção, os hemocomponentes são armazenados em área específica para produtos não liberados (pré-estoque) para posteriormente serem transferidos para a sala de estoque e distribuição. Cada tipo de hemocomponente requer condições específicas de armazenamento, sendo CH em refrigeração entre 2 a 6^0C, plaquetas em agitação constante em temperatura entre 20 a 24^0C e plasma e crio devem ser mantidos refrigerados em torno de –40^0C. A validade dos hemocomponentes também é distinta sendo de 21 a 42 dias para CH, cinco dias para CP e um ano para plasma.

Nesta área, realiza-se a atividade de liberação dos hemocomponentes que é fazer a leitura do código de barras do número da bolsa e do código do hemocomponente. Em estando todos os parâmetros de acordo com o definido, o sistema emite uma etiqueta de liberação e então se faz a entrada dos hemocomponentes no estoque virtual. (Figura 3.5)

A emissão da etiqueta de liberação ocorre quando o registro do voto de auto exclusão é negativo, há conclusão da tipagem sanguínea, resultado negativo para os testes de pesquisa de anticorpos irregulares, triagem de hemoglobina anormal, HIV 1 e 2, Hepatite B e C, HTLV I e II, Chagas, Sífilis, NAT para HIV e HCV.

O sistema permite somente a rotulagem das bolsas liberadas, as reprovadas são descartadas. Esse rótulo contém: nome e endereço do local de coleta, tipagem, testes realizados e

Figura 3.5: Pré-estoque. (SILVA, 2011)

observações técnicas como mostra a Figura 3.6.

Figura 3.6: Rotulagem. (SILVA, 2011)

Após a etiquetagem faz-se a entrada das bolsas no estoque virtual fazendo a leitura do código de barras do número da mesma, duas vezes e leitura do código de barras do código do hemocomponente. O sistema registra automaticamente esta atividade em nome do colaborador que acessou o sistema e na data e horário deste registro. Concluída esta etapa, os hemocomponentes transferidos para sala de estoque e distribuição.

3.6.2 Estoque e Distribuição

As bolsas liberadas e rotuladas são encaminhadas ao estoque para a distribuição dos mesmos. A distribuição consiste no atendimento visando abastecer os hospitais conveniados e agências transfusionais do hemocentro e Hemorrede, como pode ser visto na Figura 3.7.

Figura 3.7: Estoque. (SILVA, 2011)

A saída das bolsas do estoque do HEMOSC é registrada no sistema informatizado lendo-se o código de barras da bolsa e do código do hemocomponente, registrando também nome do colaborador responsável pela atividade (pela senha pessoal de acesso ao sistema) e as informações pertinentes ao local de destino da bolsa.

Desta etapa em diante, os hemocomponentes ficam disponíveis para transfusão conforme compatibilidade com cada paciente e período de validade. O estoque de hemocomponentes é conferido diariamente para melhor controle entre os registros informatizados e estoque físico.

3.6.3 Procedimentos Especiais

Os hemocomponentes podem passar por procedimentos especiais que são aliquotagem, pooling, filtração, lavação e irradiação. Estes procedimentos são realizados conforme a demanda e visam aumentar a segurança transfusional atendendo necessidades especiais de pacientes específicos, como recém nascidos, alérgicos à imunoglobulina A, politransfundidos, etc. Por exemplo, a irradiação ocorre pela passagem de raios gama que são emitidos por fonte de Césio 137 para promover a inativação dos linfócitos presentes na bolsa com o objetivo de evitar a doença do enxerto versus hospedeiro em pacientes transplantados.

3.6.4 Descarte

As bolsas podem ser descartadas a qualquer momento conforme critérios definidos como voto de auto exclusão positivo, resultados dos testes laboratoriais, inspeção visual, etc. Este descarte é registrado no sistema informatizado, por leitura ou digitação do código de barras da identificação da bolsa e do hemocomponente e digitação do motivo do descarte; automaticamente, o sistema registra o processo na senha do colaborador que acessou o sistema e a data/horário do registro.

Após o registro do descarte as bolsas são colocadas em um container específico para armazenamento temporário de bolsas descartadas, emite-se relatório para conferir se todas as bolsas descartadas no sistema informatizado estão no container, depois as bolsas são encaminhadas para Central de Materiais onde novamente faz-se a conferência das bolsas descartadas com relatório de bolsas desprezadas para posteriormente encaminhar as mesmas para o abrigo de resíduos. Os resíduos infectantes são recolhidos e encaminhados para tratamento e disposição final por empresa contratada. O manejo de todos os resíduos do Hemocentro segue legislação específica.

3.7 Laboratórios de Imuno-hematologia, Hematologia e Sorologia

As amostras são encaminhadas da sala de coleta para os laboratórios de Imuno-hematologia, hematologia e sorologia onde testes específicos, exigidos por legislação, são realizados no sangue do doador. Cada tubo de amostra contém um código de barras que é específico para laboratório e permite rastrear o doador e o processo da sua doação de sangue. Estas amostras serão sempre coletadas e os testes realizados a cada nova doação de sangue. Cada laboratório registra a entrada da amostra no setor, fazendo a leitura do código de barras das mesmas, baseando-se nisto o sistema de informática gera um mapa de trabalho no qual constam as rotinas do período. Os equipamentos automatizados são interfaceados com o sistema automatizado do HEMOSC, assim, os resultados dos testes são diretamente passados para o sistema HEMOSIS sem registros manuais o que confere maior agilidade e segurança ao processo.

3.7.1 Laboratório de Imuno-hematologia

Nas amostras de doadores de sangue, o laboratório de imuno-hematologia verifica a fenotipagem dos sistemas sanguíneos ABO, e RhD, realiza pesquisa de D-fraco, e pesquisa a presença

de anticorpos irregulares. (Figura 3.8)

Figura 3.8: Laboratório de imuno-hematologia. (SILVA, 2011)

Em amostras de pacientes, que serão receptores de sangue o laboratório além dos testes já descritos na rotina de doadores faz a prova de compatibilidade entre o sangue do receptor e das bolsas a serem utilizadas no ato transfusional.

3.7.2 Laboratório de Hematologia

Nas amostras de doadores, este laboratório faz a triagem para a presença de hemoglobinas anormais, sendo que a legislação exige a pesquisa da hemoglobina "S". A hemoglobina S confere características distintas ao portador e, por conseguinte ao sangue doado o que restringe seu uso. (Figura 3.9)

Figura 3.9: Laboratório de hematologia. (SILVA, 2011)

3.7.3 Laboratório de Sorologia

Neste laboratório são realizados testes de diagnóstico de doenças transmissíveis pelo sangue e previstos em legislação, sendo eles para detectar hepatite B, hepatite C, HIV-1 e 2, doença de Chagas, sífilis e HTLV-I e II, além dos testes de ácido nucléico (NAT) para HIV e HCV (Vírus

da hepatite C). Todos esses testes são de alta sensibilidade e especificidade. Se houver alguma alteração em qualquer teste realizado as bolsas serão descartadas automaticamente no momento da liberação, e o doador convocado para coleta de nova amostra na qual o teste alterado será repetido, em se confirmando o resultado, o doador recebe o resultado e orientações sobre sua situação de saúde e encaminhado para acompanhamento/tratamento na rede pública conforme cada caso. A Figura 3.10 mostra a área de trabalho onde estes testes são realizados.

Figura 3.10: Laboratório de sorologia. (SILVA, 2011)

3.8 Transfusão

No Hemocentro são realizadas transfusões ambulatoriais, mediante agendamento, em pacientes que não necessitam de internação. Nos hospitais as transfusões ocorrem por meio das Agências Transfusionais instaladas nos hospitais. Nestes locais o atendimento é 24 horas e podem ser ambulatoriais, internação, urgência e emergência. No momento da transfusão a identificação do paciente é um fato crítico porque uma transfusão errada pode trazer danos irreversíveis ao receptor e até mesmo a morte do mesmo. No HEMOSC cada paciente tem um código de pessoa física, semelhante ao do doador, constando informações sobre sua condição de saúde, histórico de transfusões, reações, etc. O ato transfusional deve ser totalmente rastreável.

3.9 HEMOSC

O Centro de Hematologia e Hemoterapia de Santa Catarina – HEMOSC, foi criado baseado nas diretrizes do Plano Nacional de Sangue e Hemoderivados - PLANASHE, atualmente Coordenadoria Geral de Sangue, outros Tecidos e Órgãos - SAS, em 20 de julho de 1987, através do Decreto Lei Estadual número 272. Com o objetivo básico de prestar atendimento hemoterápico de qualidade a população da região, bem como dar assistência aos portadores de doenças hematológicas. O HEMOSC é uma Hemorrede publica que atua em toda Santa Catarina, responsável

por aproximadamente 99% das bolsas coletadas e transfundidas no estado.

O HEMOSC utiliza sistema de informática próprio denominado HEMOSIS. O HEMOSC possui certificação International Standard Organization (ISO) 9001:2008, conferida pelo órgão certificador alemão BRTÜV.

A Figura 3.11 mostra um fluxograma das principais etapas da doação de sangue, da bolsa e amostras coletadas.

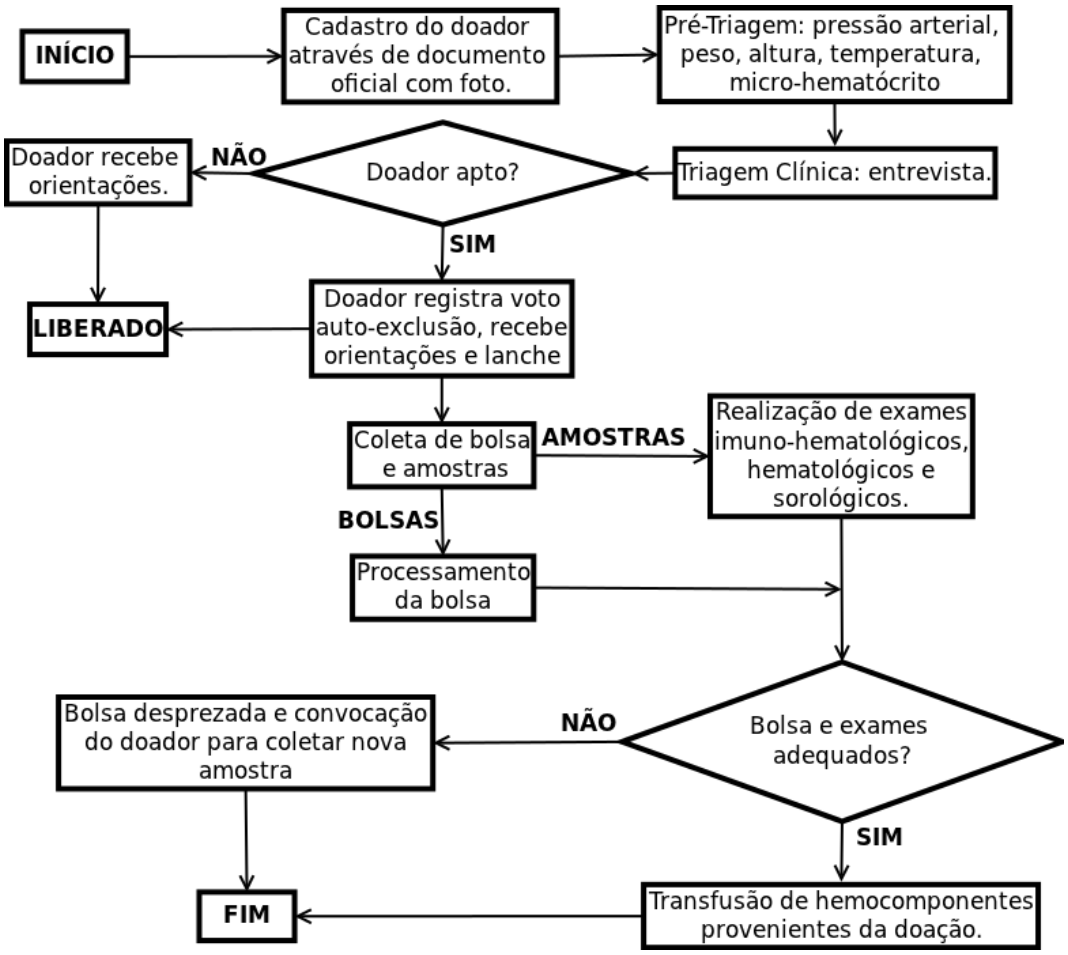

Figura 3.11: Fluxograma ”Ciclo do Sangue”. (HEMOSC, 2011)

Na Tabela 3.1 constam os dados das atividades realizadas no período de 01/01/2011 à 31/12/2011 pelo HEMOSC.

	HEMOSC Santa Catarina	HEMOSC Florianópolis
Número de Candidatos à Doação	160392	36396
Número de Bolsas Coletadas	127226	29212
Número de Hemocomponentes Produzidos	302174	69433
Número de Procedimentos Especiais Realizados	42777	32069
Número de Transfusões Realizadas pelo HEMOSC	47592	19416
Número de Bolsas Fornecidas para Transfusão para Conveniados (Hospitais e Clínicas onde não há agência HEMOSC)	115001	21506

Tabela 3.1: Dados das atividades realizadas no HEMOSC. (HEMOSC, 2011)

4 *Implantação da RFID em Hemocentros*

A aplicação de etiquetas RFID no processo de gestão de produtos do sangue é vista como uma área que oferece uma grande possibilidade de melhoria de processos e poderia ajudar a perceber grandes melhorias em armazenamento e distribuição. Se uma tag é aplicada à bolsa de sangue há o potencial para facilitar a identificação do produto durante a coleta, processamento e distribuição, e também para monitorar o armazenamento e a distribuição dos produtos finais. Isso permite um compartilhamento eficiente de informações dos dados transportados nas bolsas de sangue. (RALF et al., 2010)

4.1 Implantação dos Equipamentos RFID

A empresa RFAUTOMAÇÃO está desenvolvendo um projeto piloto para implementar a RFID em hemocentros. Inicialmente, a implantação dos equipamentos de RFID será principalmente nos locais onde são, atualmente, empregados os leitores de código de barras para diminuir o impacto da inclusão da nova tecnologia. Como forma de visualizar melhor o ambiente de um hemocentro a empresa criou uma maquete, ilustrada na Figura 4.1, onde possui sala de (1)cadastro do doador, (2)triagem, (3)coleta, (4)lanche, (5)fracionamento, (6)imunohematologia e sorologia, (7)laboratório de controle de qualidade, (8)hematologia, (9)pré-estoque, (10)estoque. Com isso, é possível analisar e planejar de forma mais eficiente o processo de implementação.

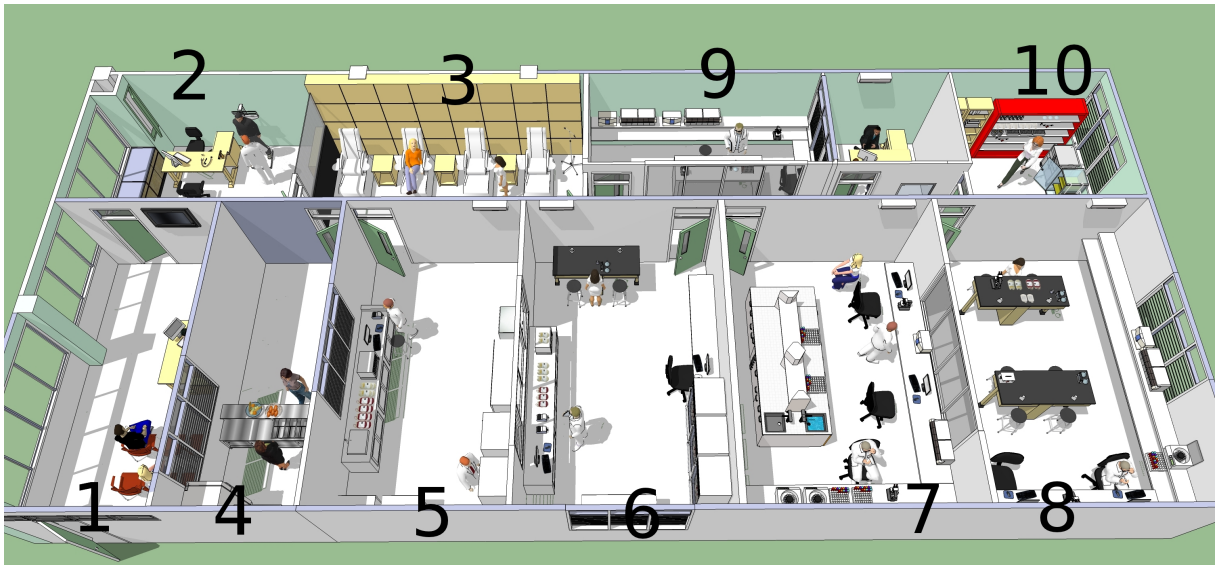

Figura 4.1: Modelo de um hemocentro: (1)Cadastro do Doador, (2)triagem, (3)coleta, (4)lanche, (5)fracionamento, (6)imuno-hematologia e sorologia, (7)laboratório de controle de qualidade, (8)hematologia, (9)pré-estoque, (10)estoque. (RFAUTOMACAO, 2011)

4.1.1 RFID na Coleta e Fracionamento

Na sala de coleta poderá ser utilizado um equipamento RFID portátil de leitura e escrita (Figura 4.2) em curta distância ao lado do assento do doador, para que, a cada doação, a tag da bolsa possa ser lida e as informações necessárias serem inseridas.

Figura 4.2: Equipamento RFID portátil de leitura e escrita. (GAO, 2011)

O processo começa com a inicialização de uma tag RFID em um produto coletado e criando um registro eletrônico no banco de dados que inclui informações sobre a doação de sangue, o funcionário, os tubos de ensaio e as bolsas de sangue associadas. Durante o processo de doação, dados relevantes das bolsas, tais como usuário, hora e data, período de coleta, peso, além de outras informações, podem ser armazenados na tag.

Esta coleta de dados permite a verificação eletrônica da coleta antes de ser enviado para o estoque, eliminando a necessidade de entrada manual de dados.

Da mesma forma, este tipo de leitor poderá ser empregado nas salas de fracionamento, onde necessitará identificar as bolsas de sangue recebidas e inserir novos dados nas tags após a realização de separação dos hemocomponentes em bolsas diferentes.

4.1.2 Pré-Estoque, Estoque e Transporte

Nas salas de pré-estoque e estoque, o mais indicado é um leitor portátil de fácil manuseio com o objetivo de localização das bolsas nos freezers. Desta forma, diminui-se o problema de manter o refrigerador aberto por muito tempo durante a localização e verificação das bolsas. (Figura 4.3)

Figura 4.3: Aplicabilidade do leitor de mão. (CONSORTIUM, 2011)

Além do leitor manual, um leitor do tipo portal (Figura 4.4), instalado junto à porta da sala do estoque, tornará o processo de gerenciamento e rastreabilidade muito mais eficiente. Dessa forma, será possível conhecer os produtos que entraram no estoque, evitando que uma bolsa entre ou saia sem ser registrada, sem a necessidade de ter que conferir visualmente as bolsas diariamente.

Um outro equipamento que será de grande utilidade na sala de estoque é um leitor de mesa RFID (Figura 4.5) que pode ser instalado no local de saída dos produtos no processo de distribuição. Este processo muitas vezes torna-se um contratempo para os casos de emergência, onde um paciente já está na mesa de cirurgia, e quando existe a necessidade de uma grande quantidade de produtos a serem retirados. Assim, ao invés do operador ter que verificar manualmente cada bolsa, poderá ler várias bolsas através da transmissão das informações das etiquetas no momento da entrega. Isso pode reduzir em muito o tempo gasto atualmente na distribuição dos produtos e evitar que sejam entregues bolsas erradas, a mais ou a menos, por exemplo.

Figura 4.4: Leitor do tipo portal. (DAILY, 2011)

Figura 4.5: Leitor de mesa. (TAGSYS, 2010)

O uso de etiquetas semipassivas poderá ser realizado em instalações sem sistemas de monitoramento central de temperatura para observar as temperaturas de armazenamento das bolsas. Um grau muito maior de monitoramento automatizado pode ser possível com os leitores posicionados em equipamentos de resfriamento, onde é necessário saber a temperatura de armazenamento dos produtos.

Aplicando etiquetas semipassivas em caixas de transporte, também é possível monitorar a temperatura dos produtos de forma eficiente. Essas etiquetas podem armazenar na memória os dados da temperatura da caixa, possibilitando uma verificação das variações de temperatura que possam ter ocorrido durante o transporte, por exemplo.

4.2 Serviços de Transfusão

Os principais benefícios desta tecnologia para serviços de transfusão serão nas áreas de melhoraria da segurança e cuidados com o paciente. O aumento da produtividade e da qualidade, associado a redução de custos, são benefícios consequentes que vêm de automação de processos e ganhos de eficiência associados.

Um procedimento resumido de como a RFID auxiliará na transfusão de sangue está ilustrado

na Figura 4.6. Neste caso, além do hemocentro contar com um sistema de RFId, o hospital que irá receber a bolsa de sangue também deve ter o mesmo sistema, onde:

- O agente verifica os dados do paciente lendo uma tag que fica embutida numa pulseira;
- Verifica os dados da tag da bolsa de sangue;
- Analisa os dados do paciente e da bolsa, de forma a confirmar se é a bolsa certa para o paciente certo para, então, confirmar a transfusão.

Figura 4.6: Resumo de um procedimento de transfusão. (CONSORTIUM, 2011)

Após esses procedimentos, o agente indicará no sistema a realização da transfusão. Desta forma, todos os dados referentes a transfusão ficarão armazenados no sistema. Também é aconselhável que neste momento seja apagada toda informação do paciente contida na tag da bolsa, antes do descarte, por questão de segurança e privacidade.

Os benefícios desses procedimentos podem ser destacados como segue:

- Aumento da segurança do paciente em todos os momentos da transfusão;
- Aumento da eficiência do pessoal - tanto no âmbito dos serviços de transfusão com durante a administração de transfusão por enfermeiros.
- Redução de desperdício e retorno através de uma melhor gestão de estoque (visibilidade), e rastreabilidade do produto em tempo real;
- Captura eletrônica em tempo real de iniciação e conclusão da transfusão;
- Tecnologia de ponta para padronizar e documentar os principais passos no processo de transfusão.

A Figura 4.7 ilustra um fluxograma de um resumo dos procedimentos realizados utilizando RFID nas bolsas de sangue.

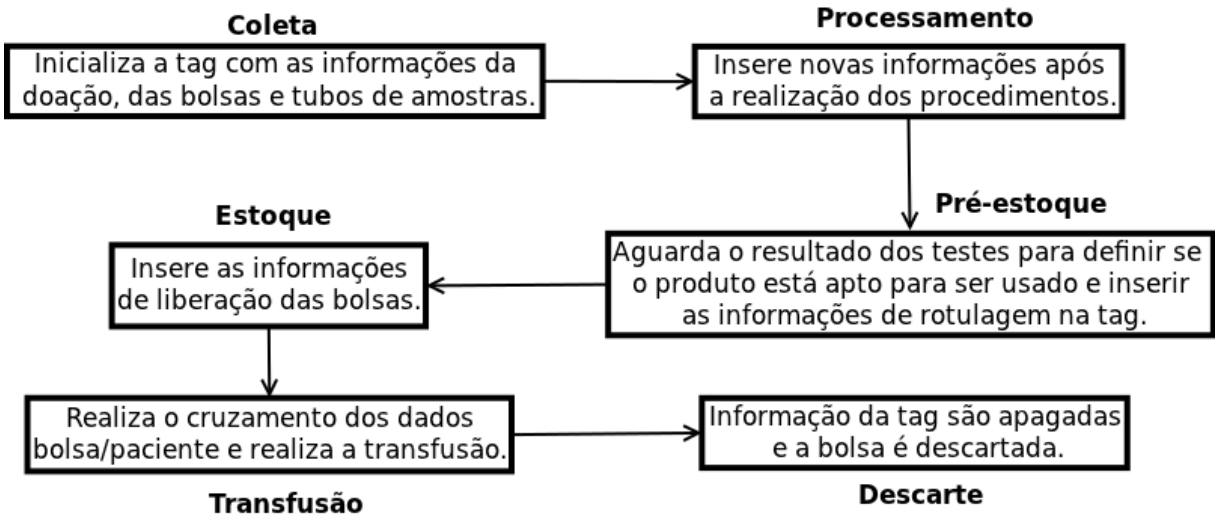

Figura 4.7: Fluxograma de resumo de procedimentos.

4.3 Visão geral da arquitetura técnica

A tecnologia RFID em hemocentros pode ser analisada em seis camadas (domínios):

- Procedimentos;
- Dispositivos RFID;
- Middleware RFID;
- Plataforma Corporativa;
- Aplicativos Corporativos;
- Interação de Aplicativos Corporativos.

O fluxo básico de eventos e dados, juntamente com as seis camadas, são mostrados na Figura 4.8 e serão explicados a seguir.

Figura 4.8: Fluxo básico de eventos e dados. (RALF et al., 2010)

4.3.1 Procedimentos

No mundo real, mover itens físicos são realizados por máquinas e pessoas. Isso cria a demanda por sistemas de informação para auxiliar e otimizar os procedimentos dentro de um ambiente. Dados que são gerados e capturados exigem sistemas de informação para transformá-los em informações úteis para a execução de processos, que podem, posteriormente, ser agregados para análise de tendências e otimização.

A fim de auxiliar plenamente esta camada, componentes adicionais de software sob encomenda (esquema de banco de dados, interface do usuário, integração entre aplicativos e processos) são necessários.

4.3.2 Dispositivos RFID

A camada de dispositivos RFID se refere à infraestrutura técnica de etiquetas, leitores e impressoras. Ela também inclui os dispositivos móveis, desktop e laptop com interfaces de usuário. Esta camada interage com os itens do mundo real no domínio de procedimentos, onde tags são fixadas em itens físicos.

No contexto de hemocentros, os itens físicos normalmente serão bolsas de sangue e outros recipientes. É concebível que as etiquetas sejam, futuramente, associadas à pessoas, incluindo

pacientes ou técnicos, ao longo da cadeia.

As tags usadas deverão ter capacidade apenas de leitura, ou leitura e escrita, além de possibilitar uma interface de usuário para gerenciar o fluxo de trabalho e lidar com situações de exceção. A interface pode ser implementada em um dispositivo móvel que tenha a plataforma de aplicativos apropriados ou através de hardware tradicionais, tais como laptops, computadores pessoais e tablets.

4.3.3 Middleware RFID

O domínio middleware tem a responsabilidade primária de interpretar fluxos (eventos RFID), que são a matéria-prima na camada de dispositivos RFID. Ele também inclui funcionalidade para configurar e gerenciar o dispositivo de rede RFID.

Um evento RFID é simplesmente a leitura de uma tag no campo eletromagnético de uma antena. A etiqueta RFID pode ter entrado no campo de uma antena que está realizando uma verificação de tags, ou que está respondendo a um comando de leitura. Estes eventos RFID refletem atividades reais na camada de procedimentos.

Funcionalidades típicas neste domínio incluem:

- Serviço de nomes de objetos;
- Serviços de busca/descoberta de EPC;
- A filtragem de dados e agregação;
- Mensagem.

Alguns destes serviços serão interpretados como um evento de aplicativo, onde é coletado pelo sistema a identificação da tag e outros dados necessários, e repassados para outras camadas de tecnologia, tais como gerenciamento de pedidos ou aplicativos de gerenciamento de estoque que são capazes de interpretá-los. Este domínio provavelmente necessitará de interoperabilidade com os dispositivos de vários fabricantes diferentes.

4.3.4 Plataforma Corporativa

O domínio plataforma corporativa, genericamente, refere-se a soluções técnicas responsáveis pelo hemocentro como um todo, a linha de aplicativos corporativos, e a integração de dados. Uma integração de aplicativos corporativos acumula as mensagens que passam de sistema para

sistema. Pacotes e aplicações corporativas podem publicar e assinar mensagens e, posteriormente, agir com um comando de operação.

4.3.5 Aplicativos Corporativos

Aplicativos corporativos se concentram na execução tática da funcionalidade corporativa. Eles costumam se alinhar com a camada de procedimentos. Por exemplo, sistemas para gestão de testes, fabricação, ou de inventário são aplicativos corporativos. Eles normalmente são sistemas independentes, mas podem ter capacidade de integração, como acessar banco de dados, uma interface de programação de aplicativo, uma camada de mensagens

4.3.6 Interação de Aplicativos Corporativos

A camada de interação de aplicativos corporativos é responsável por aceitar mensagens entre aplicações e publicar para os usuários apropriados.

Utilizando como exemplo:

- Uma bolsa de sangue passa de um setor para o estoque;
- A tag RFID correspondente se move de um campo de antena para outro, criando assim um evento RFID que é capturado no middleware RFID;
- O evento RFID é configurado como um evento que o sistema deve reconhecer como um evento de aplicativo. Dados adicionais podem ser transmitidos ao usuário através da interface do usuário. O middleware RFID passa uma mensagem para a camada de interação de aplicativos corporativos contendo a tag e informações relevantes do processo;
- A mensagem é categorizada e acumulada em um repositório de mensagens;
- Os usuários de certos tipos de categorias são notificados da mensagem.

4.4 Estrutura de Dados

Assumindo que a tag irá fornecer dados ao longo do ciclo de vida da bolsa de sangue, o ciclo de vida para cada tag pode começar na colocação dela na bolsa, continue por meio de doação, siga para a produção de componentes, para o hospital e, finalmente, para a transfusão ao paciente (ou descarte). Neste ciclo de vida da tag, múltiplos sistemas de computadores em

vários pontos da cadeia de suprimentos são susceptíveis de serem usados para ler, escrever e processar os dados da tag.

A etiqueta pode atuar como um intercâmbio eletrônico de dados entre sistemas de TI. Um backup de dados adequado é necessário para garantir que os dados de rastreabilidade não sejam perdidos se a tag for danificada ou descartada. Será necessário estabelecer as estruturas de dados e métodos de uso para que os dados possam ser adicionados à tag durante o ciclo de vida de uma maneira segura.

Existe flexibilidade incorporada na estrutura de dados para permitir a utilização de elementos não padronizados que estão fora da estrutura do ISBT 128. Com esses elementos, quatro informações importantes são possíveis de se obter utilizando os dados da tag:

- Fabricante da tag;
- Fabricante da bolsa;
- Hemocentro;
- Hospital.

Durante o ciclo da tag, cada parte do processo deverá salvaguardar a integridade, segurança e confidencialidade dos dados que ele escreve na tag.

4.4.1 Fabricante da tag

Fabricantes de tags codificam o ID, que é projetado para ser único no mundo, dentro do chip. O código da tag é único, portanto, pode ser o único item necessário de dados a ser lido durante o processamento de rotina.

4.4.2 Fabricante da bolsa

O código de barras fornece estruturas de dados referentes a fabricantes de bolsas de sangue, ou seja, o ”fabricante e o número do Catálogo”, o ”número de lote”, e ”data de expiração”. Os elementos de dados mínimos necessários são o número de catálogo e número do lote.

Pode ser possível ir mais longe do que esses padrões. Por exemplo, o número do lote atual refere-se a um lote de muitas unidades, portanto, em caso de um recall, o número de pacotes envolvidos podem ser altos. No entanto, se o ID é usado no processo de fabricação, benefícios

consideráveis podem ser adquiridos para todas as partes, assim como pode ser possível limitar o escopo de um recall.

Dados do fabricante da bolsa devem ser bloqueados como parte da operação de fixação da tag na embalagem. Não deverá ser possível alterar estes dados, o qual deve ser bloqueado de forma inviolável.

4.4.3 Hemocentro

O ISBT 128 define as estruturas de dados para uso dos hemocentros. Será necessário alinhar estas estruturas de dados com os blocos de dados da tag. Blocos de dados serão reservados para uso dos hemocentros. Dados obrigatórios incluem o número de doação, identificação do produto, data/hora de vencimento e ABO/Rh. O número de doação deve ser codificado e bloqueado na primeira oportunidade. Isto pode ser feito assim que a coleta é realizada.

Esses dados podem ser codificados quando o link doador/doação é feito em um sistema de TI. Os blocos de dados reservado para o código do produto e data/hora de vencimento são regraváveis para permitir a reconstrução dos dados da bolsa em caso de erros. ABO/Rh é escrito uma única vez e bloqueado.

Dados sobre o hemocentro podem ser bloqueados como parte do processo de envio. No entanto, provavelmente uma flexibilidade será necessária para permitir o bloqueio de informações sobre o produto a qualquer momento. Por exemplo, um hemocentro poderia emitir uma unidade de glóbulos vermelhos e, posteriormente, ser reenviada por um hospital. Neste caso, seria necessário permitir que o hospital atualize as informações do produto e, potencialmente, a data de validade.

4.4.4 Hospital

Hospitais e serviços de transfusão podem adicionar dados na tag sobre o destinatário. É preciso reconhecer que a aplicação desses dados do paciente estarão sujeitos a privacidade do paciente e legislações nacionais de segurança de dados que podem não ser permitidos em alguns países. Para os hospitais que podem adicionar essas informações, será necessário determinar que tipo de informação é exigida para a identificação positiva do paciente.

4.5 Recomendações Técnicas

É recomendado o uso da tecnologia RFID passiva HF (13,56 MHz) quando aplicada a bolsas de sangue e recipientes de armazenamento. As razões incluem:

- Existência de ISO 18000-3, o qual é um padrão já aperfeiçoado;
- As características de HF atende as necessidades para a implantação em hemocentros;
- Tags e leitores possuem um custo mais baixo entre as opções de frequência;
- Não há evidência publicada até o momento de efeitos adversos sobre o sangue e os estudos realizados mostraram que a HF não causa nenhum prejuízo à ele;
- O campo de energia de rádio limitado minimiza o risco de interferência eletromagnética em dispositivos médicos.

4.5.1 Padronização

É imprescindível a utilização de estruturas de dados padronizados. O uso da tecnologia passiva RFID HF (13,56 MHz) é suportada com os padrões globais, incluindo a ISO 18000-3 (tag padrão) e a ISO 15693 (regras de codificação de dados). Estas normas estão de acordo com a especificação GS1 EPC HF que foi desenvolvida para atender requisitos relacionados à segurança do paciente no setor da saúde. ISO 18000-3 é o padrão recomendado para hemocentros.

4.5.2 Fixação da Tag

As etiquetas RFID podem ser fixadas de maneiras diferentes. Elas podem ser incorporadas ao rótulo de base pelo fabricante das bolsas de sangue ou podem ser fixadas pelo hemocentro. Por norma o código de barras deve ser mantido mesmo com RFId. Assim, a tag não pode obstruir o código de barras.

É imperativo que a tag seja anexada de forma padronizada, ao invés de ser aplicada livremente. As etiquetas devem ser fixadas na parte superior do rótulo de base para otimizar a legibilidade, sem qualquer cobertura de dados do fabricante. A localização da tag é também muito importante, a fim de evitar danos à antena. O método de adesão deve ser resistente à

centrifugação (até 5000 g por 22 minutos), processos de preparação (separação, filtração e congelamento) e de armazenamento (22 $\pm$ 2°C para plaquetas, 4 $\pm$ 2°C para as células vermelhas do sangue, até -80°C para o plasma).

4.5.3 Capacidade das Tags

Duas abordagens podem ser adotadas para o uso de RFID em bolsas de sangue. A primeira é uma abordagem onde o código de identificação único (UID) da tag é associado com o número (código) de doação no sistema do computador e é usado para monitoramento e coleta de dados dentro desse sistema. A segunda abordagem é usar a tag como um suporte de dados para reunir informações detidas na etiqueta com código de barras. Os seguintes critérios devem ser aplicados:

- A capacidade mínima é 2 kilobits.
- Sistema de redundância: A tag deve conter dados suficiente sobre o produto para permitir a identificação e o processamento, mesmo quando os sistemas não estão disponíveis. Deve conter, no mínimo, os mesmos elementos dos dados registrados na etiqueta ISBT 128.
- Interoperabilidade do sistema: A tag deve se comunicar com os leitores usando o protocolo padrão ISO 18000-3 de comunicação. Elas devem fornecer elementos de dados específicos para as vários partes na cadeia de distribuição, por exemplo, hemocentro e serviço de transfusão.

4.5.4 Descarte das Tags

O descarte das etiquetas passivas pode seguir o protocolo padrão de destruição usado para bolsas de sangue. Se forem usadas as etiquetas semipassivas ou ativas, a eliminação deverá seguir as recomendações existentes para a reciclagem de baterias.

4.5.5 Leitores

Três tipos de leitores serão utilizados: manual, de mesa e portal. Todos eles devem ter suporte aos protocolos ISO 18000-3 e ISO 15963. Abaixo segue a recomendação de algumas especificações para cada tipo de leitor:

- **Manual** - Este tipo de leitor, dependendo do local de utilização, possui características diferentes.

  Sala de Coleta e Sala de Processamento - nestes locais o leitor necessita possuir interação com o usuário através de um sistema operacional para o processamento de dados, a antena deve ser interna para facilitar o manuseio, alcance de leitura até 10cm, cartão de memória(SD CARD), conectividade USB, temperatura de funcionamento de -20°C até 50°C e alimentação por bateria com sistema de carregamento via USB.

  Pré-estoque e Estoque - o objetivo principal do leitor é de localização de produto. Ele deve possuir um formato ergonômico, ter uma boa resistência contra impactos, um alcance de leitura maior que 15cm, interface USB e Bluetooth (com uma distância operacional de até 10m para aumentar a independência de locomoção), temperatura de operação de -20°C até 50°C e alimentação por bateria com sistema de carregamento via USB.

- **Mesa** - Este leitor será utilizado na sala de estoque (distribuição). A interação com o usuário será via software instalado num desktop ou laptop. Ele deve possuir interface de comunicação USB, RS232 e Ethernet e operar em uma temperatura de 0°C até 50°C com uma alimentação de 110-220 VAC/50-60 Hz. A antena será externa, conectada por um cabo de no mínimo 3 metros, revestida de material resistente à impactos e que suporte no mínimo um peso de 5Kg sobre ela com uma leitura 15-20 tags/s a uma distância de 25-30cm. As dimensões da antena serão de aproximadamente 30 x 20 x 5cm dependendo do local de instalação.

- **Portal** - É um leitor que servirá para gerenciar os produtos que entram na sala de estoque. Sua principal característica é o fato de ele possuir uma antena com formato do tipo portal. Suas dimensões podem ser, dependendo do local, de aproximadamente 150 x 30 x 5cm. Deve possuir um alcance de leitura de 120cm com uma velocidade de 40-50 tags/s, interface de rede, alimentação de 110-220 VAC/50-60 Hz.

4.6 Análise de Impacto do RFID

Os ganhos primário de RFID em hemocentros serão nas áreas de produtividade e qualidade. Ganhos de produtividade surgirão com processos mais eficiente (automatizados) e diminuirão o descarte de produtos devido a erros no processo e o consumo de tempo em tarefas rotineiras do estoque. Ganhos de qualidade surgirão com um melhor gerenciamento do estoque e a redução de erros de processos ao longo da cadeia.

Oportunidades significativas para aumentar a segurança do doador nas coletas de sangue não foram encontradas. Porém um sistema RFID permitirá uma infraestrutura para melhorar a segurança do paciente na transfusão adicionando uma camada de segurança contra a incompatibilidades sangue/paciente, bem como potenciais melhorias no controle do processo e eficiência nos serviços.

Sob a ótica de impacto organizacional, a implementação de RFID exigirá, embora não significativamente, a introdução de novas habilidade na formação básica e na educação dos operadores, principalmente na coleta de sangue.

Um modelo ROI de custo-benefício foi desenvolvido para estimar o impacto financeiro do RFID nas operações de hemocentros sob uma variedade de cenários e condições. O modelo requer entrada de parâmetros gerais operacionais dos hemocentros, parâmetros de controles, e os parâmetros de custo. Os principais resultados do modelo são os custos totais esperados (fixos, variáveis), o total de benefícios esperados, período de retorno esperado, e o valor líquido atual. A análise do caso base (um hemocentro de tamanho médio com uma coleta de 225.000 unidades/ano) projetou um valor líquido positivo de $ 83.560 (11,2% de retorno sobre investimento) ao longo de um horizonte de planejamento de 5 anos, resultando em um valor aproximado de 4 anos para recuperar o investimento. Os modelos estão disponíveis no hemocentro BloodCenter de Wisconsin, Departamento de Serviços de Informação, PO Box 2178, Milwaukee, WI 53201, EUA. (RALF et al., 2010)

4.7 Conclusão do Capítulo

A proposta deste capítulo teve como foco os componentes para a implantação de um sistema RFID em hemocentros e uma série de recomendações técnicas, incluindo a escolha da frequência de rádio a ser aplicada, a capacidade da tag, funcionalidade e estrutura de dados a serem considerados na implantação da tecnologia.

Para garantir um impacto mínimo no hemocentro e operações de serviços de transfusão, recomenda-se o uso de tags passivas HF (13,56 MHz) na bolsa de sangue operando em um padrão global de comunicação. A capacidade de memória mínima sugerida de 2 Kbits permite o uso de estrutura de dados existentes no ISBT 128.

A RFID acrescenta outra camada de segurança nos sistemas de rotulagem atual. A tag não irá substituir ou interferir com quaisquer informações requeridas do código de barras ou do rótulo. A tag será aplicada na parte superior do rótulo, ou seja, sob o número da unidade ou o rótulo ABO, ou será fornecida pelo fabricante da bolsa na parte superior do rótulo. O

software RFID aumentará os sistemas existentes nos hemocentros e serviços de transfusão e não substituí-los.

A estrutura de dados da tag na bolsa de sangue atende às necessidades de informações da cadeia de abastecimento de bolsas e transfusão de sangue, incluindo: fabricante da tag, fabricante da bolsa, hemocentros e hospitais.

O uso de RFID pode agilizar os processos operacionais por:

- possibilitar um melhor acompanhamento dos produtos;
- aumentar a precisão da localização do produto;
- tornar possível ler vários produtos ao mesmo tempo, e sem linha de visada. Isto irá melhorar significativamente a eficiência, aumentar a produtividade e reduzir custos operacionais.

A tecnologia pode também aumentar a precisão de tempo em rastreamento e temperatura, e reduzir o desperdício do produto, aumentando assim a qualidade e disponibilidade de produtos derivados do sangue para os pacientes.

Acima de tudo, ela pode proporcionar um aumento da segurança na transfusão de sangue minimizando os riscos de erros para os pacientes.

5 *Conclusão*

O mundo tecnológico hoje está se desenvolvendo significativamente na área de transmissão de dados sem fio. Neste contexto, a RFID é uma das soluções que cada vez mais vem se destacando por permitir troca de dados em curtas distâncias rapidamente.

O uso das etiquetas eletrônicas inteligentes, RFID, apresenta uma série de vantagens sobre outros sistemas de comunicação, elevando seu potencial de aplicações. Dentre as principais vantagens destacam-se: baixo consumo de energia, pode ou não escrever dados, pode ou não usar bateria, pode ler várias etiquetas simultaneamente. Estas vantagens tem inserido cada vez mais a RFID no cotidiano das pessoas, que já utilizam em supermercados, bibliotecas, praças de pedágio, etc.

As diversas aplicações da RFID estão permitindo cada vez mais melhorar a qualidade de vida das pessoas, melhorando os processos de gestão empresarial, diminuindo seus custos e aumentando a confiabilidade. Diante de tantos benefícios, os hemocentros têm estudado o uso da RFID na coleta e distribuição de sangue para as unidades de saúde.

A facilidade de rastreabilidade das etiquetas RFID possibilita um grande desenvolvimento na área de controle de produtos e inventário. É possível facilmente controlar uma produção completa utilizando tecnologia RFID. A aplicação de etiquetas RFID no processo de gestão de produtos do sangue é vista como uma área que oferece uma grande possibilidade de melhoria de processos e pode ajudar a perceber grandes melhorias em armazenamento e distribuição. Com a utilização da tecnologia, os funcionários são capazes de encontrar rapidamente bolsas de sangue com uma velocidade de até 100 bolsas por segundo. O mesmo pode acontecer diariamente na distribuição, onde dezenas de bolsas ficam exposta numa temperatura ambiente, enquanto é realizado um processo de verificação de cada bolsa, e precisam ser liberadas de forma ágil.

Pelos estudos que foram realizados até o momento e analisando os equipamentos existentes no mercado, a frequência recomendada para o uso de RFID em hemocentros é a faixa de 13,xx MHz. Nesta faixa, os equipamentos são mais baratos do que na faixa de 900 MHz, é possível escrever dados na memória das etiquetas, o alcance pode, inclusive, ultrapassar 1m, e a veloci-

dade de transmissão de dados é satisfatória para a aplicação. Além disso, possui a existência da ISO 18000-3, a qual é um padrão já aperfeiçoado; o campo de energia de rádio limitado minimiza o risco de interferência eletromagnética em dispositivos médicos; não há evidência publicada até o momento de efeitos adversos sobre o sangue e os estudos realizados mostraram que essa faixa de frequência não causa nenhum prejuízo à ele.

Atualmente o código de barras ISBT 128 é regulamentado em vários países do mundo. Este padrão deve ser seguido no Brasil, já havendo um grupo de trabalho, especificando como este será adotado. Desta forma a RFID passa a ser um sistema redundante, tendo em vista que os hemocentros devem ter o código de barras. Mas, no Brasil, assim como nos países que já normatizam este código de barras, não deve haver impeditivo com relação ao uso de RFID em conjunto com o código de barras.

Uma vez que a RFID irá conviver com o código de barras, o sistema operacional do hemocentro deverá ser apto de capturar tantos as informações do código de barras como da RFID. Sendo que a leitura da RFID pode ser escolhida como prioritária, e no caso desta falhar, usar o código de barras. Uma das dificuldades que isso trará, é o fato de cada hemocentro ter o seu sistema operacional, dificultando a disseminação da tecnologia RFID.

Este projeto visa auxiliar a superar uma série de desafios e processos ainda ineficientes associados com a identificação, o rastreamento e a distribuição de produtos sanguíneos. A proposta de estudo deste trabalho foi definir os parâmetros que devem ser avaliados para que a implantação da tecnologia em hemocentros ocorra de uma forma onde não haja alterações significantes nas rotinas de procedimentos. A função deste trabalho é auxiliar no desenvolvimento de novos projetos, diminuindo assim o tempo de análise de problemas e alertando aos pontos de atenção para este tipo de implantação.

5.1 Trabalhos Futuros

Uma proposta de trabalho futuro seria um projeto que analisasse o custo da implementação da RFID num hemocentro. Ele incluiria o custo dos equipamentos, a manutenção, a capacitação do funcionários e a estrutura de TI.

Outra proposta de trabalho futuro e complementar a este seria verificar a possibilidade da aplicação das etiquetas em tubos de amostras de forma a ampliar a utilidade da tecnologia em hemocentros.

Referências Bibliográficas

ADMINISTRATION, F. *Fatalities Reported to FDA Following Blood Collection and Transfusion: Annual Summary for Fiscal Year 2010*. maio 2011. Disponível em: <http://www.fda.gov/BiologicsBloodVaccines/SafetyAvailability/ReportaProblem/default.htm>. Acesso em: 15 out. 2011.

AHSON, S.; ILYAS, M. *RFID handbook : applications, technology, security, and privacy*. [S.l.]: CRC Press, 2008. ISBN 978-1-4200-5499-6.

CONSORTIUM, T. M. R. *Impact of 13.56 MHz RFID Reader Radiation on Red Blood Cells, Platelets and Thawed Plasma*. 2011. Disponível em: <http://transfusionmedicinerfid.org/project-news/publications.html>. Acesso em: 15 out. 2011.

CUNHA, A. Etiquetas com eletrônica de ponta. *Saber Eletrônica*, 2006.

DAILY, R. *RFID reader DL8220 Portal*. [S.l.], 2011.

DOBKIN, D. M. *The RF in RFID : passive UHF RFID in practice*. [S.l.]: Newnes, 2007. ISBN 978-0-7506-8209-1.

EPCGLOBAL. *GS1 EPCglobal*. Disponível em: <http://www.gs1.org/epcglobal>. Acesso em: 23 Dez. 2011.

FINKENZELLER, K. *RFID Handbook - Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frenquency Identification and Near-Field Communication*. 3. ed. [S.l.]: John Wiley and Sons, 2010. ISBN 978-0-470-69506-7.

GAO, R. *13.56 MHz RFID Handheld Reader / Writer, 140 Rugged PDA*. [S.l.], 2011.

GONCALVES, R. *RFID: ferramenta ou objectivo*. jul. 2008. Disponível em: <http://www.hipersuper.pt/2008/07/11/rfid-ferramenta-ou-objectivo>. Acesso em: 11 Nov. 2011.

HEMOSC. *Centro de Hematologia e Hemoterapia de Santa Catarina*. Florianópolis, 2011. Disponível em: <http://www.hemosc.org.br>.

ICCBBA, I. *ISBT 128*. 3. ed. Estados Unidos: ICCBBA, Inc, 2006. Disponível em: <www.isbt128.org>.

MONTEIRO, F. V. et al. *Radio Frequency Identification*. Disponível em: <`http://www.gta.ufrj.br/grad/10_1/rfid/index.html`>. Acesso em: 19 out. 2011.

RALF, K. et al. Guidelines for the use of rfid technology in transfusion medicine. *Vox Sanguinis*, v. 98, abr. 2010.

RFAUTOMACAO. Maquete hemocentro. In: . Av. Brigadeiro da Silva Paes, 60 - São José - Santa Catarina: [s.n.], 2011.

SILVA, J. L. Fotos do hemosc. As fotos foram tiradas com a autorização do HEMOSC. 2011.

STANDARDIZATION, I. O. for; COMMISSION, I. E. *Identification cards – contactless integrated circuit(s) cards – Vicinity Cards*. Disponível em: <http://www.iso.org/>. Acesso em: 15 dez. 2011.

STANDARDIZATION, I. O. for; COMMISSION, I. E. *RFID for Item Management: Air Interface*. Disponível em: <http://www.iso.org/>. Acesso em: 15 dez. 2011.

TAGSYS. *Medio L400 Long Range Reader*. [S.l.], set. 2010. Disponível em: <www.tagsysrfid.com>. Acesso em: 15 dez. 2011.

TOGT, R. van der et al. *Electromagnetic Interference From Radio Frequency Identification Inducing Potentially Hazardous Incidents in Critical Care Medical Equipment*. 2011. Disponível em: <http://jama.ama-assn.org/content/299/24/2884.full?sid=372a124c-c7a8-4722-a0e3-d0cd14ae9474>. Acesso em: 19 out. 2011.

UNIÃO, D. O. da (Ed.). *Resolução RDC nº 57, de 16 de dezembro de 2010*. [s.n.], 2010. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/>. Acesso em: 15 dez. 2011.

UNIÃO, D. O. da (Ed.). *PORTARIA Nº 1.353, DE 13 DE JUNHO DE 2011*. [s.n.], 2011. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br>. Acesso em: 15 dez. 2011.