

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA**  
**COMPUTAÇÃO**

**Eugênio Luís de Sousa Pessoa**

**Modelo de sistema baseado em análise do erro humano  
para o controle integrado de ambientes de saúde.**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Elizabeth Sueli Specialski

Florianópolis, fevereiro de 2002

## **Modelo de sistema baseado em análise do erro humano para o controle integrado de ambientes de saúde.**

Eugênio Luís de Sousa Pessoa

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, área de Concentração Sistemas de Computação e aprovada na sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

Banca Examinadora

---

Prof. Fernando A. Ostuni Gauthier, Dr.  
Coordenador do Curso

---

Prof<sup>a</sup>. Elizabeth Sueli Specialski, Dr<sup>a</sup>.  
Orientador / Moderador INE, UFSC.

---

Prof. Luiz Fernando Jacintho Maia, Dr.  
UNIVEST

---

Prof. Cláudio Tobias Acatauassu Nunes, Dr.  
Escola Paulista de Medicina, UNIFESP.

---

Prof. Nelson Veiga Gonçalves, Dr.  
TI, UNB.

Dedico este trabalho a minha Mãe, Hilda, e a meu Pai, Raimundo, por tudo o que sempre fizeram por mim. E que sempre me ensinaram a acreditar...

"Para ser grande, sê inteiro: nada  
Teu exagera ou exclui.  
Sê todo em cada coisa. Põe quanto és  
No mínimo que fazes.  
Assim em cada lago a lua toda  
Brilha, porque alta vive."

(Ricardo Reis, heterônimo de Fernando Pessoa)  
14/02/1933

## Agradecimentos

Em primeiro lugar, e com o mais profundo sentimento, quero agradecer à minha orientadora, professora Elizabeth Sueli Specialski, pelo apoio, a iniciativa e a visão deste trabalho. Ao amigo e professor João Bosco da Mota Alves, por conseguir me convencer a encarar esta jornada e pelas muitas horas de conversa, onde pude ampliar os meus conhecimentos e alcançar este estágio.

Quero agradecer, também, aos meus amigos, colegas, pela compreensão do meu "sufoco", por desculparem as minhas inúmeras falhas e por não cobrarem mais do que eu podia oferecer neste período.

Pelo apoio, nas mais diversas situações, um agradecimento especial para Mauro Wilkens Cavalcante e Diógenes Lemos Carneiro, amigos antigos, "dinossauros" como eu na área de informática, e parceiros nesta jornada, cuja ajuda foi imprescindível para que eu chegasse até aqui.

Ao professor Sérgio Mendes, Diretor Geral do CESUPA, ao professor João Paulo Mendes Filho, Diretor de Pós-graduação, e ao professor Gustavo, o nosso "Guga", pelo apoio e pela brilhante organização deste curso.

Ao amigo e infelizmente hoje saudoso professor Inácio Koury Gabriel Neto, fundador do primeiro curso superior da área no Estado, que sempre me fez acreditar na minha capacidade de realização.

E finalmente, mas não menos importante, agradeço a professora e amiga Conceição Fiúza de Melo, principalmente pela determinação e o empenho para a realização deste primeiro mestrado na área de informática, em nosso Estado. Marco que deverá ser registrado por todos, como um dos mais importantes, desde a criação do primeiro curso superior da área, na UFPa, onde ela também foi coordenadora.

À minha família, em especialmente a minha esposa Recy Pessoa, que foi a maior incentivadora nesta jornada e aos meus filhos, Paulo, Thiago e Louise que são a principal motivação das minhas jornadas futuras, e que souberam compreender a importância da minha ausência. A todos, o meu abraço carinhoso.

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Apresentação.....	12
1.2 Escopo do trabalho.....	13
1.3 Objetivo.....	14
1.4 Organização do trabalho.....	14
2. ERRO HUMANO NA MEDICINA.....	16
2.1 Visão geral.....	16
2.2 Quem estuda os erros humanos?.....	19
2.3 O que é o erro humano?.....	21
2.4 Uma teoria da cognição.....	22
2.5 Deslizes: Erros de Ação.....	24
2.6 Falhas: Erros de Intenção.....	26
2.6.1 Erros baseados em regras.....	26
2.6.2 Erros baseados em conhecimento.....	27
2.7 Fatores afetando ações.....	28
2.8 THERAC-25( 1986).....	29
2.9 Uma visão de todo o sistema.....	33
2.9.1 O Impacto de um pobre projeto de um sistema.....	33
2.10 Erro humano na medicina.....	34
2.11 Como a aviação e a medicina examinam o erro humano.....	35
2.11.1 Atitudes Gerais.....	35
2.11.2 Análise de erros e correções.....	36
2.11.3 Trein.,certific. e interesse institucionalizado em segurança.....	38
2.12 Princípios de projeto.....	40
2.13 Como se pode, aproveitar e projetar sistemas minimizando erros?.....	42
3. O ATENDIMENTO EM UMA UNIDADE DE SAÚDE.....	46
3.1 Introdução.....	46
3.2 O atendimento.....	48
3.3 A consulta.....	48
3.4 O tratamento clínico.....	48
3.5 O procedimento de urgência / emergência.....	49
3.6 O procedimento cirúrgico.....	50
3.7 O procedimento ambulatorial.....	51
3.8 Exames complementares.....	52
3.9 Internação.....	53
3.10 Setores de apoio estrutural.....	55
3.11 Um diagrama de fluxo de informações de processos.....	55
4. A INTEGRAÇÃO DE AMBIENTES.....	57
4.1 A necessidade do controle.....	57
4.2 A integração.....	57
4.3 A descrição de um fluxo em um centro de diagnósticos.....	62
5. TECNOLOGIA APLICADA - UM ENFOQUE NO PACIENTE.....	65
6. UM MODELO DE INTEGRAÇÃO - AUTOMAÇÃO DE PACIENTE.....	70
7. UTILIZAÇÃO DO MODELO APRESENTADO.....	77

8. CONCLUSÕES.....	79
8.1    Conclusões gerais.....	79
8.2    Trabalhos futuros.....	80
8.2.1 A criação de um dispositivo para a realização dos exames de grupo sangüíneo e de fator Rh automatizados.....	80
8.2.2 Interfaces de vários equipamentos de laboratório, diagnósticos por imagem e de terapia.....	83
8.2.3 Integração dos Gamuts de Radiologia, Ultra-sonografia, Tomografia e Ressonância Magnética, gerando uma única fonte de informação.....	83
8.2.4 Sistema de diagnósticos para médicos, baseado em Inteligência Artificial.....	84
8.3    Conclusões específicas.....	84
ANEXO I - MODELOS DE DOCUMENTAÇÃO.....	86
ANEXO II - TRANSCRIÇÃO DE ARTIGO DA REVISTA INFORMATIONWEEK.....	97
ANEXO III- PARTE DA HOME PAGE DA US ACUTE CARE HOSPITAL SEGMENT.....	103
BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105

## Índice de Figuras

Figura 1	-	Campo de Estudo do Erro Humano	19
Figura 2	-	Mecanismos do Pensamento	22
Figura 3	-	Fatores afetando ações	28
Figura 4	-	Um diagrama do modelo Therac-25	30
Figura 5	-	Therac-25, seus modos e o posicionamento da placa protetora	31
Figura 6	-	A conseqüência do erro latente do Therac-25	33
Figura 7	-	Um diagrama da análise do erro	38
Figura 8	-	Organograma de um hospital	46
Figura 9	-	Organograma de um hospital, destacado	47
Figura 10	-	Um diagrama de fluxo de todo o processo	56
Figura 11	-	Fluxo do erro na administração de medicamentos	61
Figura 12	-	Um palm	71
Figura 13	-	Integração de um palm em uma rede wireless	71
Figura 14	-	Um palm e um módulo de scanner de código de barras	73
Figura 15	-	Um teclado para palm	74
Figura 16	-	Um palm e uma aplicação com código de barras	75
Figura 17	-	Um exame de grupo sanguíneo e fator Rh	82

## Lista de Abreviaturas e Siglas

PIS	Pacient Information System
LIS	Laboratory Information System
ERP	Enterprise Resource Planning
IHC	Interface Homem Computador
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
CTI	Centro de Terapia Intensiva
TI	Tecnologia da Informação
FAA	Federal Aviation Administration
NTSB	National Transportation Safety Board
ASRS	Air Safety Report Systems
DICOM	Digital Images and Communication On Medicine
GOMS	Generic Observation Modeling System
AMB	Associação Médica Brasileira
FEBRABAN	Federação Brasileira de Bancos

## Resumo

Este trabalho apresenta uma visão geral da problemática da gerência de informações em serviços de atendimento da área de saúde, considerando-se um fluxo de atendimento de pacientes. São apresentadas considerações sobre a necessidade das empresas de serviços de saúde, como hospitais, clínicas, laboratórios de análises clínicas e centro de diagnósticos, modificarem a forma com que vinham gerenciando os processos de um atendimento, passando de um enfoque tecnológico, com computadores e equipamentos eletrônicos, para um enfoque voltado ao cliente e, conseqüentemente, da necessidade de um sistema de gerenciamento mais abrangente e flexível.

Um modelo de informação, baseado na análise do erro humano e no relacionamento entre objetos gerenciados, é criado como forma de se alcançar a integração entre os diversos ambientes sujeitos ao gerenciamento (gerência de elemento de rede, gerência de rede, gerência de serviços e gerência de negócios). Desta forma, cria-se uma forma de objetivar o problema da Tecnologia da Informação, envolvendo todos estes objetos, voltados ao atendimento do paciente, e não exclusivamente à administração hospitalar, como a maioria dos sistemas em implantação nesta área. Uma parte do projeto já desenvolvida serve como estudo de caso deste modelo e também a implantação de um processo semelhante no Hospital Albert Einstein, em São Paulo é apresentada para mostrar a aplicabilidade e validade do modelo.

Palavras Chave: Erro Humano em Medicina, Administração de Ambiente de Saúde.

## **Abstract**

This paper presents an overview of the problem of information management in health services in the health area, considering a flow of patient care. Some comments about the need for companies to health services such as hospitals, clinics, clinical laboratories and diagnostic center, changing the way we had been managing the processes of care, from a technological approach, with computers and equipment electronics, for a customer-driven focus and, consequently, the need for a management system more comprehensive and flexible.

An information model based on the analysis of human error and the relationship between managed objects, is created as a way to achieve integration between different environments subject to management (management of network element, network management, service management and management business). Thus, it creates a way to objectify the problem of information technology, involving all the objects aimed at assisting the patient, and not only the hospital administration, as most of the systems established in this area. Part of the project has developed serves as a case study of this model and also the deployment of a similar process at Albert Einstein Hospital in Sao Paulo is presented to show the applicability and validity of the model.

**Keywords:** Human Error on Medicine, Health Care Management.

# 1. Introdução

## 1.1 Apresentação

A transformação do processo de atendimento em uma unidade de saúde, a proliferação de equipamentos utilizados para esta finalidade, e a baixa ou nenhuma integração das informações obtidas em cada passo do processo, remetem a gestão dessa unidade, a controles manuais excessivos, com a finalidade de evitar o aparecimento de erros, que podem trazer sérios prejuízos financeiros, ou pior, de descrédito para com o serviço realizado.

Nos Estados Unidos, segundo fonte da US Acute Care Hospital Segment, com dados de 1999, por ano naquele país, o custo da ineficiência e erros somente no processo de gerenciamento de medicações, se eleva acima de 4 bilhões de dólares. Mais de 100.000 evitáveis fatalidades ocorrem no mesmo período, pelo mesmo motivo.

Não se possui estes dados do Brasil, porém, como país emergente, com menos controles de qualidade, em relação aos dos Estados Unidos, é suspeitado que, percentualmente, os índices de erros decorrentes de falhas de gerenciamento de informações sejam bastante superiores a estes apresentados.

A grande maioria das empresas de vários setores, não discute a necessidade de investir em sistemas de informação como forma de sobrevivência. Estes investimentos giram em torno de sistemas de ERP (Enterprise Resource Planning), Data Warehouse ou mesmo de sistemas básicos, como um LIS (Laboratory Information System), ou PIS (Patient Information System), para a área de saúde. Entretanto, é sabido que a maioria das implementações de ERP ou Data Warehouse têm problemas de qualidade na coleta e processamento das informações. As chances de falhas em projetos desta natureza são grandes, pelos mesmos motivos de sempre: foco excessivo em tecnologia e aplicações e pouca preocupação com outros detalhes, sendo que o caso específico da área de saúde, o principal detalhe, sem deixar dúvidas, é o próprio paciente.

A automação desses serviços tem realmente crescido bastante nos últimos anos, porém, no ambiente de saúde, grande parte desta, surge de maneira ainda precária e as soluções normalmente param na aquisição de equipamentos para a instalação de uma rede de computadores e na implantação de um software de PIS, de LIS, ou de ambos.

Estas implantações, portanto, criando somente uma aparência tecnológica de modernidade, não garantem por si só, a geração de um ambiente ZERO ERRO, motivando que o controle do atendimento continue com uma série de processos manuais e que pela sua complexidade, cada vez mais, as chances de ocorrência de falhas aumentarão.

Aliando-se a este fato, a maioria dos gestores desses serviços, os médicos, não dispõem de tempo, para apreenderem toda a tecnologia que implantaram, resultando em uso inadequado dos recursos.

No modelo proposto, voltado para o negócio de saúde, os sistemas de informação passam a ter um papel importantíssimo para estas empresas. A principal complexidade reside no número e na variedade de informações com que elas precisam lidar. Sistemas de Informações convencionais não estão preparados para lidar com tal complexidade. Até o horizonte da pesquisa realizada, não existem modelos e nem metodologias prontas que possam resolver, de forma satisfatória, a problemática da informação em um ambiente de empresa operadora de serviços de saúde.

## **1.2 Escopo do trabalho**

Não se tenciona, no entanto, no escopo deste trabalho focar a administração hospitalar ou de um serviço de saúde em sua plenitude. É colocado em foco, apenas um modelo de fluxo de informações referente ao atendimento do paciente, a partir de sua apresentação em um posto médico, até sua liberação do serviço, transitando por todas as etapas desta atividade.

Estas informações tratadas com a menor intervenção manual possível, acredita-se que crie condições para uma redução de falhas ou mesmo erros no sistema, ou de excessivos controles para assegurar a acuidade desses dados.

Entretanto, de saída, esbarra-se com um problema, grande parte da geração de dados durante o processo de atendimento do paciente é realizado de forma manual e a maioria dos médicos não se dispõe a atualizá-los diretamente em um computador, além do que, os equipamentos computadorizados para o diagnóstico ou tratamento, em sua grande maioria, possuem interfaces proprietárias, dificultando a sua necessária integração à rede de computadores.

Isto foi o principal motivo para a pesquisa realizada e a criação de algumas condições para a diminuição do problema, conforme foi implementada em um centro de diagnósticos nesta cidade.

### **1.3 Objetivo**

O objetivo principal deste trabalho é mapear um fluxo de informações que permita facilitar a implantação de um sistema integrado para atendimento em um ambiente de saúde, visando diminuir as fontes de falhas e erros decorrentes do fluxo convencional de atendimento de pacientes nesses locais. Este fluxo tem como base, a identificação de pontos críticos do atendimento, visando de maneira simples, como o POKA-YOKE, método aplicado ao processo fabril, para a eliminação de falhas, a busca de um atendimento ao paciente com qualidade total.

A integração dos equipamentos eletrônicos de diagnósticos e tratamento é um ponto importante a ser perseguido, apesar da dificuldade de se alcançar uma meta de 100%, uma vez da complexidade que deve ser enfrentada pela ausência completa de padrões de interface, seja quanto a questão de hardware ou software, pelo motivo do uso constante de interfaces ou protocolos proprietários conforme mencionado anteriormente.

### **1.4 Organização do trabalho**

No capítulo 2 é analisado o erro humano na medicina, como elemento fundamental na criação do sistema de controle de saúde.

O capítulo 3 aborda o fluxo de atendimento de um paciente em um hospital em sua forma tradicional. São descritas suas funções e as necessidades de controle de informações em cada etapa do processo.

No capítulo 4 o tema da integração é abordado, mostrando as condições de falhas ou erros que podem vir a ocorrer, apesar dos controles executados.

No capítulo 5, mostra-se a necessidade de mudar o enfoque da tecnologia empregada para o enfoque no paciente. São descritos os principais trabalhos relacionados com o problema de representação do relacionamento entre os vários pontos

de controle. São apresentadas as propostas de solução aos problemas de integração das várias etapas do fluxo.

Um modelo proposto para a integração das várias etapas do processo, de forma totalmente integrada, é apresentado no capítulo 6.

O capítulo 7 trata de apresentar algumas considerações sobre a utilização do modelo, fornecendo-se uma visão mais clara da forma como o modelo pode ser implementado. Uma implementação de um modelo semelhante ilustra a sua utilização.

As conclusões e sugestões para a continuidade deste trabalho são descritas no capítulo 8.

Nos anexos, são disponibilizadas, informações complementares a este trabalho julgadas pertinentes para o seu melhor entendimento.

## 2. Erro humano na medicina

### 2.1 Visão geral

O Erro Humano estuda a maneira que as pessoas pensam e se preparam para suas ações, e de como as executam. Os objetivos são estudar a causa, a previsão e a prevenção de erros humanos. Foram observadas diversas conclusões ao pesquisar este tópico.

- **O erro humano é um assunto difícil de falar, isole-o para analisar.** É um campo relativamente novo, ainda tentar definir seus limites, uma terminologia, e uma sistemática. Não obstante, uma compreensão básica dos tipos dos erros que os seres humanos cometem, pode ajudar a serem projetados sistemas melhores.

- **Os erros acontecem.** Isto pode parecer trivial superficialmente, mas é importante reconhecer que não importa como bom um sistema ou um projeto são, as pessoas sempre cometerão erros. Algumas pessoas atribuem o conceito "de erros normais", aos erros que são inevitáveis em sistemas complexos.

- **Os sistemas podem incentivar erros.** Embora os erros sejam atribuídos freqüentemente à ação de um indivíduo, há freqüentemente um jogo de forças externas e eventos que o precedem que conduzem ao erro. Normalmente estas forças e eventos são difíceis de serem previstas, no entanto, a reação aos erros, em especial na medicina, freqüentemente pune o indivíduo, invés de examinar o sistema já predisposto a erro por inteiro. O sistema significa qualquer grupo de pessoas (médicos, enfermeiras, programadores), os objetos (sinais, equipamentos, sistemas computadorizados), conhecimento (treinamento em saúde, procedimentos médicos do hospital) que participam de um processo particular de um serviço de saúde.

- **O estudo do erro humano reforça regras básicas existentes para um bom projeto.** Muitos dos padrões heurísticos que são utilizados, em projetos de interação Homem - Computador, como a consistência, a integridade, a recuperação, etc., têm suas

raízes na ciência cognitiva e na análise do desempenho humano. Desde que se pode esperar que os usuários cometam erros, então, se deve focalizar na tolerância do erro e na recuperação do mesmo tão bem quanto à prevenção de erro quando se projeta os sistemas computadorizados.

Segundo CASEY (1993), é afirmado que: "As tecnologias novas obterão sucesso ou falharão baseado em nossa habilidade de minimizar as incompatibilidades entre as características das pessoas e as características das coisas que nós criamos e usamos".

Isto sintetiza porque se quer estudar o erro humano: para compreender a diferença entre as características reais do mundo em torno do homem e a maneira que são modeladas internamente (que conduz à maneira que se interpreta essas percepções e se age naquelas interpretações), e usar este conhecimento para construir melhores ferramentas de modelagem.

Sobre o erro humano, o assunto está organizado como segue: começa com uma introdução ao campo, incluindo um modelo de pensamento cognitivo que proponha uma maneira de como o ser humano pensa, e o que acontece quando esse modelo dá errado. Após isso, introduz uma parte do vocabulário usado para estudar o erro humano, e, como um exemplo clássico do erro humano que envolve computadores, é observado o incidente Therac-25, um aparelho de radioterapia que por falha de comunicação com operador, causava erros de utilização no paciente. A seção seguinte olha o que os projetistas de sistemas da informação da área de saúde podem aprender do campo do erro humano, principalmente acerca do impacto que este pode ter no projeto de interação. A última seção observa como a medicina, enquanto um campo do conhecimento considera o erro humano, e como isto é possível para criar barreiras na tarefa de usar computadores ajudar a equipe de saúde.

Segundo FELCIANO (1995), as pesquisas realizadas nos Estados Unidos são surpreendentes com relação às taxas estimadas do erro humano em casos de atendimento de saúde. Um estudo publicado em 1991 relatou que quase 4% dos pacientes hospitalizados no estado de New York, em 1984, sofreram lesões iatrogênicas

-- causadas pelo próprio tratamento -- destes, quase 14% destes foram fatais. Outros estudos estimaram que os erros decorrentes de falhas no gerenciamento de medicações ocorrem em 2% a 14% dos pacientes admitidos aos hospitais, felizmente, porém a maioria não resulta em injúrias aos mesmos. A maioria destas estatísticas foi citada no artigo JAMA de dezembro 1994 por Lucian L. Leape, MO. Dado a análise minuciosa que o sistema de saúde tem vindo recentemente recebendo, é interessante olhar como a profissão médica vê e trata do erro humano, com e sem participação do computador. Além disso, muito da literatura no campo do erro e no desempenho humanos, é focalizada no campo da aviação. Na aviação, estes estudos conduziram a uns planos de vôo mais seguros, às cabinas do piloto melhor projetadas, e a um conjunto de sistemas para consertar erros quando ocorrem. É importante considerar se o erro humano poderia ter o mesmo tipo do impacto no cuidado de saúde e nas informações médicas, como o fez na aviação.

## 2.2 Quem estuda os Erros Humanos?

O estudo formal do erro humano é relativamente recente, os primeiros artigos datam do início da década de 60, e estão intimamente relacionados a outros campos do conhecimento relativamente novos. Conforme a figura 1, existem três campos principais envolvidos no estudo do erro humano:

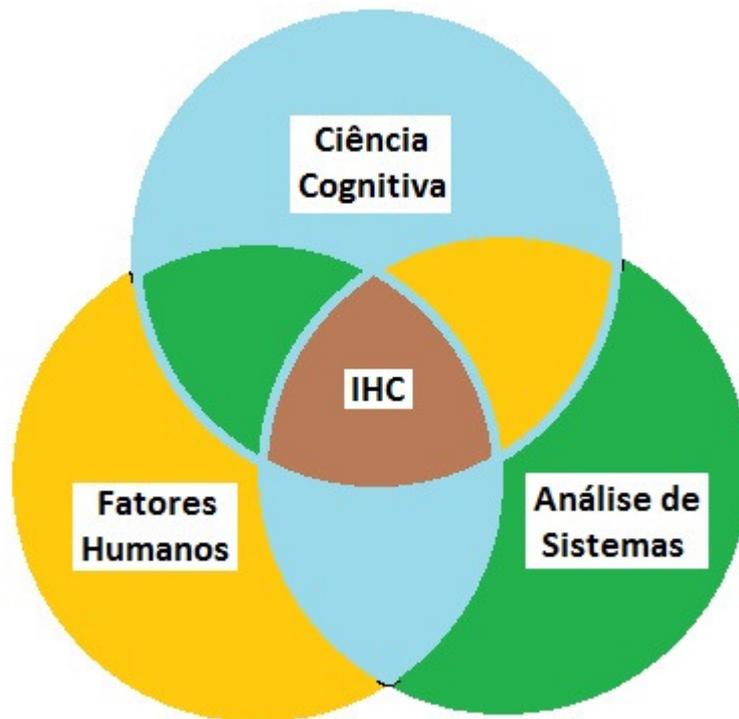


Figura 1 – Campo de Estudo do Erro Humano

Fonte: 10/02/2001, <http://www-camis.stanford.edu/people/felciano/hci/humanerror/humanerrortalk.html>

- **Ciência Cognitiva** - também conhecida como engenharia cognitiva, é uma mistura de disciplinas diferentes, incluindo a psicologia, a filosofia, a neurociência, e a inteligência artificial. Os cientistas cognitivos tentam compreender e modelar habilidades cognitivas tais como a percepção, a aprendizagem, a língua, a memória, a resolução de problemas, etc.

- **Fatores Humanos ou Ergonômicos** - observam especificamente o desempenho humano e como pode ser melhorado. De um ponto de vista simples, este campo é que se preocupa que posição do braço é a mais confortável para datilografar, de onde colocar monitores e suporte de papéis para os tornar fáceis de ler, e onde colocar o controle do limpador do pára-brisa, para seu fácil alcance. No lado do computador, os

coordenadores dos fatores humanos podem ajudar a determinar como dispor os painéis de controle de dispositivos médicos a fim de maximizar o desempenho do usuário.

- **Análise de Sistemas** - tenta modelar sistemas e organizações a fim compreender suas funções, incluindo seus relacionamentos com outros sistemas e seus subsistemas. Os pesquisadores tentam compreender como os vários componentes de um sistema podem contribuir para um problema. Neste contexto, o sistema pode significar uma equipe em uma sala de cirurgia, um hospital, ou o sistema do tratamento de saúde de todo um país. A análise dos sistemas tem seu fundamento no campo da pesquisa operacional.

Foi colocada a Interação Homem Computador, IHC, no centro da figura porque ela interage com todos os três campos relatados e tem seu foco no usuário de um sistema computacional.

Dada a variedade dos investigadores interessados em estudar o erro humano, não se surpreende o que se encontra de pontos de vista contraditórios na literatura. Parte da dificuldade em desenvolver uma única, aproximação coesa ao estudo do erro humano reside no vários enfoques que se dá ao assunto. Os advogados, os tribunais e assembléias usam erros para atribuir responsabilidades. Os engenheiros e os projetistas usam o erro para projetá-lo e avaliar sistemas ou, pelo menos, deveriam. Os cientistas de comportamento usam o erro para compreender o comportamento humano, a surpresa. Os cientistas médicos podem usá-lo para entender os efeitos dos agentes físico-farmacológicos. E assim por diante ...

Uma convicção que parece ser compartilhada por todos os membros do campo que estudam o erro humano de um ponto de vista acadêmico é uma rejeição da aproximação convencional à prevenção de erro, daquela do treinamento e da punição. Tradicionalmente, a maneira de conseguir que as pessoas façam coisas corretamente é ensiná-las, através de conselhos, avisos, manuais de leituras rápidas e assembléias. Então, se alguém fizer algo errado, se aplica uma punição e se espera que não repita o erro, desta forma se espera que quem errou aprendeu sua lição. Os estudantes do erro e do desempenho humano acreditam que todos os seres humanos erram em determinada

ocasião, e que enquanto o ser humano é geralmente envolvido quando os acidentes ocorrem em um meio profissional, as causas do erro podem ser fora do controle do indivíduo.

### **2.3 O que é o erro humano?**

Os autores que estudam e escrevem sobre erro humano começam com uma interrogação: O que é erro humano? Parece ser fácil, correto? Errado. Observando-se, verifica-se que existe um grande número de definições e de sistemáticas sobre o erro humano, cada um tentando servir a uma finalidade diferente ou fornecer uma introspecção particular no campo. Nenhuma delas, entretanto, consegue definir de forma precisa, o erro humano na medicina.

Segundo FELCIANO (1995), é definido: "Erro Humano: Uma imprópria ação, ou intenção de agir, em relação a um objetivo e ao contexto no qual cada um está tentando alcançar esse objetivo".

A maioria parece concordar que nós necessitamos uma palavra melhor do que "erro", porque é um termo bastante pesado. Falar um "erro", especial se atribuído a um ser humano, carrega insinuações de culpa, de responsabilidade, e da bagagem de conhecimento associada. Conseqüentemente, uma das tarefas que os investigadores empreenderam é o desenvolvimento de uma terminologia mais rica, e mais refinada para falar sobre erros humanos. Embora não haja nenhuma terminologia ainda formalmente reconhecida, na seção seguinte se observam diversos termos que ganharam a aceitação e estamos sendo usados relativamente de maneira consistente neste campo.

Em geral, os pesquisadores deste campo estudam a Causa, a Predição e da Prevenção do Erro Humano. É dito em geral, porque nem todos concordam que é possível prever ou impedir erros. Existe vertente que acredita que os erros são inevitáveis, assim é mais importante focalizar na erro-tolerância e na erro-recuperação. Outros indicam que a predição não conduz necessariamente à prevenção. Esses

pesquisadores podem estar razoavelmente certos que os erros ocorrerão em um sistema complexo, mas, ainda assim, não conseguirão impedi-los eficazmente.

## 2.4 Uma Teoria da Cognição

Acidentes tipicamente ocorrem devido ao erro mental. Num acidente em que você machuca seu pé em uma cadeira, este é considerado um erro mental, uma vez que você calculou mal a distância entre a cadeira e você mesmo. Assim, para compreender o que acontece de errado nestes processos mentais, é necessário observá-los quando as coisas ocorrem corretamente. De acordo James Reason, (REASON, 1990), em sua esta teoria, há três tipos básicos dos mecanismos do pensamento -- Baseados na Experiência, Baseados em Regras e Baseados no Conhecimento -- que permite uma extensão que vai da faixa do instintivo ao processo do pensamento consciente, sintetizados na figura 2.

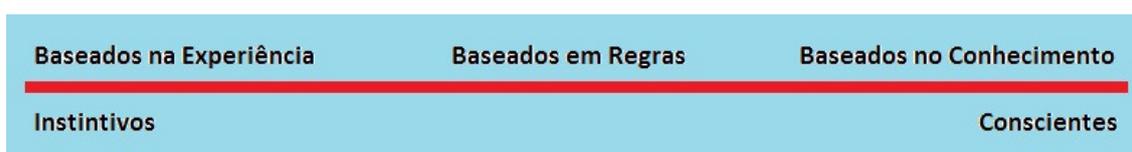


Figura 2 – Mecanismos do Pensamento

Fonte: 10/02/2001, <http://www-camis.stanford.edu/people/felciano/hci/humanerror/humanerrortalk.html>

Uma vez que muitos desses mecanismos se referem a processos cognitivos que conduzem às ações, será denominada como um "ator" a pessoa que realiza um ato baseado nesses mecanismos, qualquer que seja o processo cognitivo.

### Baseados na Experiência

A experiência é a habilidade de realizar uma tarefa; processamentos cognitivos e desempenhos baseados na experiência se referem às ações que são automáticas e fáceis devido a uma habilidade adquirida. Acontecem geralmente rapidamente e sem esforço expresso na parte do ator. Por exemplo, sair da cama, vestir uma camiseta, ou abrir uma porta -- todas são as ações inconscientes que as pessoas não necessitam explicitamente pensar como fazê-las, a fim realizá-las. Todas as decisões são geralmente automáticas também, qual o braço que vai ser colocado em qual buraco da camisa.

Na maioria dos treinamentos, é priorizado o aprimoramento da habilidade, o objetivo final acaba sendo o desenvolvimento de um processo automático. Tipicamente o ator necessita compreender como executar um conjunto de instruções, mas não compreender as razões de seu fundamento. Com o treinamento, o ator tornar-se-á proficiente bastante -- hábil bastante -- para executar as ações sem a necessidade das instruções.

Qualquer investida maior, a partir deste tipo de processamento baseado na experiência, requer uma solução baseada em regras ou baseada em conhecimento para executar a tarefa.

### **Baseado em Regras**

O processamento Baseado em Regras combina o contexto e o problema com os quais o ator se depara naquele momento. Estas regras são tipicamente: "se X então Y", e podem ser baseadas na experiência passada, instruções explícitas, e assim por diante. Por exemplo, se você quiser sair de um quarto, você puxa normalmente a porta para sair (uma habilidade automática). Se a porta não abrir, entretanto, você começa a procurar em sua lista as razões porque esta não abriu a fim realizar sua tarefa inicial, sair do quarto. Talvez a porta deva ser empurrada em vez de puxada, talvez esteja trancada, etc.

Para seguir a analogia do treinamento mencionado acima, o processamento baseado em regras começa a ser executado quando uma habilidade automática falha e o ator necessita relembrar um conjunto de instruções ou de regras explícitas a sua disposição. O ator examina e interpreta a situação atual, e escolhe uma regra que possa melhor resolver o problema. Por exemplo, se um técnico de laboratório tentar calibrar um sistema de monitoração, um conjunto de regras guiará as decisões do técnico: se o dado lido for demasiado elevado, gire este botão para a esquerda; se for demasiado baixo, girar o botão para a direita.

## **Baseados em Conhecimento**

Se o processamento baseado em regras não resolver o problema, se escolhe o baseado no conhecimento, freqüentemente, a tendência é preferir soluções baseadas em regras, uma vez que requerem menos esforço cognitivo de quem está resolvendo o problema. Isto é o que acontece quando se enfrenta situações que não são familiares, ou onde regras de baixo nível não são apropriadas, por exemplo, tomando decisões estratégicas, estabelecendo um diagnóstico médico, ou resolvendo expressões algébricas. Em geral, este tipo de processo envolve processar a informação simbólica, como os naipes diferentes em um conjunto de cartas de baralho, ou os símbolos gráficos da notação algébrica -- o uso apropriado dos símbolos em sistemas voltados para o usuário pode reduzir o esforço cognitivo do mesmo.

Tal como processar baseado em regras, processar baseado em conhecimento é um método consciente. Relaciona ao que tipicamente se conhece como "o pensamento analítico", o processo e análise do conhecimento pessoal subjetivo. Onde a experiência é a habilidade de realizar uma tarefa e o conhecimento é a posse da informação, dos fatos, e da compreensão, sobre uma tarefa. Note que isto não significa necessariamente que se pode realmente conseguir que a tarefa seja realizada. Pode se saber muito sobre uma tarefa, mas ainda assim, não poder realizá-la.

Isto é um modelo de como se pensa e se faz as coisas. Agora referenciando ao tópico em questão -- Erro Humano -- verifica-se o que acontece quando estes processos não funcionam. Os erros nestes mecanismos cognitivos são chamados de deslizes e falhas.

### **2.5 Deslizes: Erros de Ação**

Um deslize é uma ação em desacordo com as suas intenções: um bom plano, mas uma execução deficiente. Algo como um passe errado em um jogo de futebol.

Uma vez, que são parte de ações automáticas, inconscientes, os deslizes são atos não intencionais devido a uma ruptura na rotina. Os exemplos de mecanismos de erros de deslize incluem:

- **Deslizes da captação** ocorrem quando se faz automaticamente algo que não se tinha intenção de fazê-lo, geralmente por se utilizar um padrão que se executa freqüentemente. Por exemplo, se você discar um número de telefone freqüentemente, seus dedos ficam acostumados a bater aquela seqüência particular das teclas. Há uma abundância dos exemplos desta na medicina dada a quantidade enorme de introdução de dados de que é feita: se determinados códigos forem repetidos freqüentemente, o padrão, para esse código pode sobressair ao tentar digitar um outro código similar, de maneira apressada.

- **Deslizes da descrição** ocorrem quando não se diz corretamente o que se quer fazer. Ou seja, uma especificação incompleta ou ambígua da intenção. Isto acontece geralmente quando a ação pretendida é similar a outras ações que se realiza muitas vezes, de modo que se executa a ação correta no objeto errado. Por exemplo, colocar a salada no forno e o bolo no refrigerador, ou acidentalmente emitir correspondências com conteúdos completamente diversificados, para pessoas diferentes, como uma carta de amor e um relatório profissional, porque você comutou endereços do e-mail.

- **Deslizes de ativação associativa** ocorrem quando o cérebro realiza uma falha de conexão ou de associação mental entre duas idéias, freqüentemente quando uma é um estímulo externo que tipicamente provoca uma certa ação. O exemplo dado na literatura é atender ao telefone quando se ouve a campainha da porta, relacionando-se os sons semelhantes.

Neste caso, se pode observar como isto pode se tornar uma preocupação em outras áreas que necessitam de sinais sonoros e outros para informação. Por exemplo, a UTI de um hospital possui várias máquinas com alarmes audíveis, um deslize de ativação associativa pode ocorrer se uma enfermeira reage a um alarme A ao invés do alarme B.

- **Deslize de perda de ativação** ocorre quando se perde o rumo momentaneamente do porque se estava fazendo ou se desejava fazer, (a "ativação do processo"). Isto é essencialmente uma perda de memória temporária, freqüentemente ocasionada por uma interrupção, como alguém o interrompendo com uma pergunta, um gesto, ou um olhar.

## **2.6 Falhas: Erros de Intenção**

Uma falha é um erro de planejamento, onde as ações ocorrem como planejadas, porém, o planejamento foi ruim. Esses são erros de julgamento, inferências, e como tal, o resultado é uma intenção incorreta, uma má escolha de critérios, ou um julgamento incorreto de valores. As falhas são o real desafio na análise do erro humano. Deslizes podem, normalmente, ser prevenidos com uma checagem de rotina nos equipamentos e ferramentas. Por exemplo, um misturador de gases com limitador de percentual dessa combinação pode evitar a condição de ministrar acidentalmente uma perigosa mistura de gases. As falhas por outro lado, originam-se de acidentes cognitivos e como se podem observar, elas são freqüentemente influenciadas por um número de fatores externos ao sistema e são, portanto, muito mais difíceis de serem previstas e evitadas.

### **2.6.1 Erros baseados em regras**

Os erros baseados em regras ocorrem quando a regra errada é escolhida devido a percepção errada da situação, ou a má aplicação da regra. Por exemplo, selecionando o medicamento errado para um paciente. O medicamento pode corretamente ser requisitado e administrado, isto é, o procedimento se encerra sem problemas, mas é o medicamento errado para esse paciente em particular. Erros de percepção que conduzem aos erros baseados em regras podem encontrar um grande número de fontes, incluindo os fatores externos tais como um letreiro obscuro ou parcialmente escondido em um quadro de avisos de uma UTI, em confusos prontuários de pacientes, ou desordenados resultados de exames de laboratório, e assim por diante. Freqüentemente as regras usadas podem ser aplicadas no erro porque o ator é familiar com elas e parecem caber na situação.

Existe uma série de pesquisas em como o estresse afeta a performance, especialmente como as pessoas processam essas regras. Por exemplo, um fenômeno induzido por estresse é chamado "*Conning of attention*", ou em português, Atenção Decorada, a qual se refere à maneira como pessoas se concentram em uma única fonte de informação em uma situação estressante. Entre os exemplos que se pode citar, se encontra na literatura de erros na aviação a de se concentrar em como abrir uma porta de um avião para uma saída de emergência, quando o mesmo caiu, o procedimento oficial, enquanto existe um enorme buraco na fuselagem do mesmo e que as pessoas podem utilizá-lo como saída.

Outro fenômeno é chamado "*Reversion under stress*", onde as pessoas preferem usar em situações de estresse antigas, porém regras mais fáceis ou usuais, mesmo se elas aprenderam novas regras, mais eficientes recentemente.

### **2.6.2 Erros baseados em conhecimento**

Os erros baseados no conhecimento são os mais complexos dos erros que são debatidos. Eles tipicamente ocorrem, como se pode esperar, de uma falha ou a má aplicação de conhecimento.

Como resultado, frequentemente a intenção do ator é por si errônea. É como se o ator passasse a tratar o problema como uma tendência heurística. A tendência a disponibilidade, como escolher o curso de uma ação porque é uma das mais familiares que o ator tem em mente, aliada a falsas confirmações e excesso de confiança, como a fixação em um curso particular de uma ação e ativamente persistir apoiar uma evidência ou ignorar uma contraditória, pode levar um ator a tirar conclusões erradas acerca de uma situação, e por conseguinte redigir e executar um plano errado com a finalidade de concluir a tarefa.

Foram listados apenas alguns erros que ilustram o modelo de processamento cognitivo que foi apresentado no início deste capítulo. Não se trata de uma lista completa por várias razões. Outras taxonomias examinam diferentes níveis de erro, por exemplo, os erros ou omissões ou substituições de características de um fenômeno; os processos de hipóteses internas, como a sobrecarga, a análise ou a tomada de decisões

erradas; os mecanismos neuropsicológicos como o esquecimento, o estresse e a atenção; e os processos externos, como o projeto de um equipamento deficiente.

## 2.7 Fatores afetando ações

Um resumo, segundo a figura 3, chama a atenção para alguns dos fatores que podem produzir efeito nos pensamentos e ações de um ator, especialmente que a maioria destes fatores está presente nos hospitais ou outros locais de tratamento de saúde.

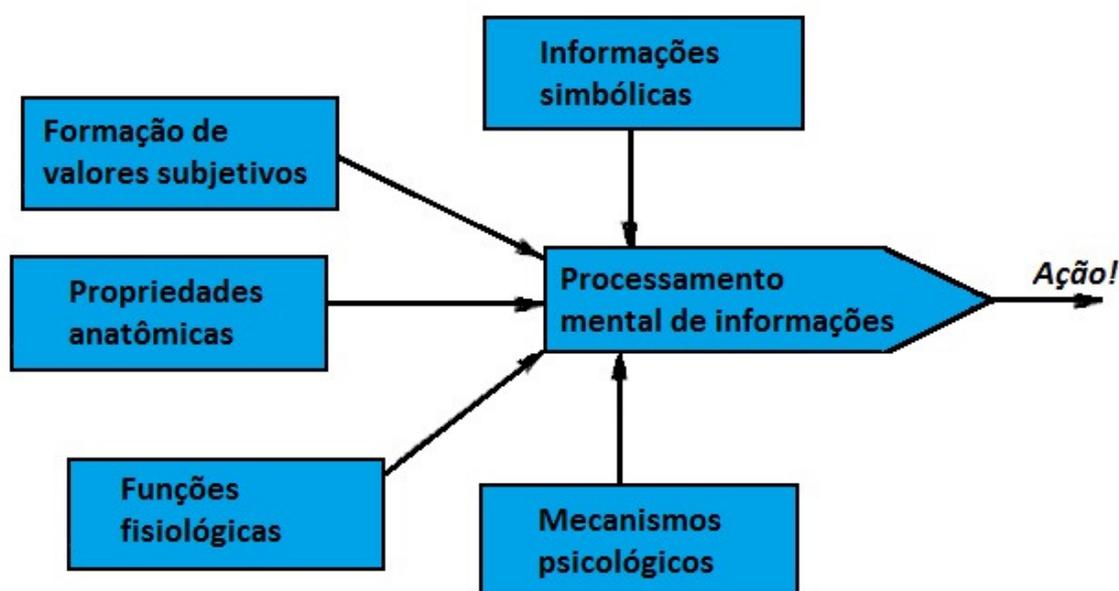


Figura 3 - Fatores afetando ações

Fonte: 10/02/2001, <http://www-camis.stanford.edu/people/felciano/hci/humanerror/humanerrortalk.html>

- **Informações simbólicas:** os dados atuais que são obtidos de fontes externas (os detalhes da situação, as especificações da prescrição do medicamento, as regras e instruções a seguir, etc.).

- **Formação de valores subjetivos:** Os valores subjetivos de uma pessoa, a ética, a atitude, o nível social, etc.

- **Propriedades anatômicas:** qualquer fator físico que possam prejudicar a performance de uma pessoa. Em tarefas que exigem bastante esforço, pode

simplesmente ser a carga de trabalho física. Também inclui qualquer ferimento ou incapacidade.

- **Funções fisiológicas:** fatores como a fadiga, falta de sono, álcool, drogas, mal estar, ou outras que podem influenciar o comportamento fisiológico do usuário.

- **Mecanismos psicológicos:** frustração, medo, raiva, ansiedade, e outras influências psicológicas.

Estes fatores provêm de muitas fontes. O ambiente físico pode gerar barulho, estímulo visual, distração motora, calor, frio, etc. O ambiente de trabalho pode ter políticas não apropriadas que podem torná-lo improdutivo, como a falta de treinamento e educação e assim por diante. Tudo isto influencia na maneira como se processa informações e se toma decisões, que conduzirão a ações.

## **2.8 Therac-25 (1986)**

Segundo FELCIANO (1995), examinando um exemplo clássico de um acidente freqüentemente citado na literatura médica que envolve erro humano e computadores, está o do Therac-25. O Therac-25 foi uma máquina de radiação de um milhão de dólares projetada para atingir precisamente com a radiação em pacientes para o tratamento de tumores e crescimento de cânceres. Pacientes normalmente se recuperavam de cirurgias de extração do tumor, e utilizavam este aparelho de radioterapia para remover o restante do mesmo.

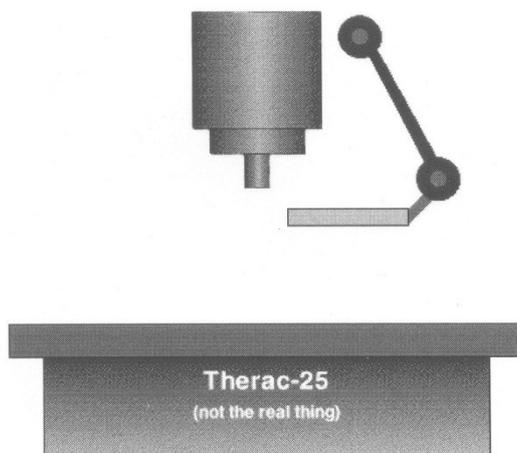


Figura 4 - Um diagrama modelo do Therac-25

Fonte: 10/02/2001, <http://www-camis.stanford.edu/people/felciano/hcilhumancrrorr/humanerrortalk.html>

O Therac-25 era uma máquina de radiação de alta energia, porém a radioterapia usualmente envolve dosagens baixas de energia através de sucessivas sessões de tratamento. A máquina era controlada por um computador, um terminal acoplado a um mainframe VAX, construído pela Digital, locado em outro compartimento, como a maioria dos controles de radioterapia, com a finalidade de proteger os técnicos de uma exposição desnecessária à radiação.

Existiam dois modos básicos nos quais o Therac-25 podia funcionar. O primeiro era o modo de baixa energia mencionado acima, no qual um canhão de elétrons de aproximadamente 200 rads era direcionado ao paciente e enviado em rajadas curtas. O segundo modo era um modo de raios X, que utilizava a plena capacidade de 25 milhões de elétron volt da máquina. Quando a máquina era selecionada neste modo, uma placa de metal de pequena espessura era colocada entre o canhão fonte da radiação e o paciente, quando o canhão de elétrons passava através da placa, os mesmos eram transformados em um raio X que podiam irradiar tumores e assemelhados. Podemos notar o mecanismo de movimento da placa de proteção na figura 4 acima e nas duas partes da figura 5 na página a seguir.

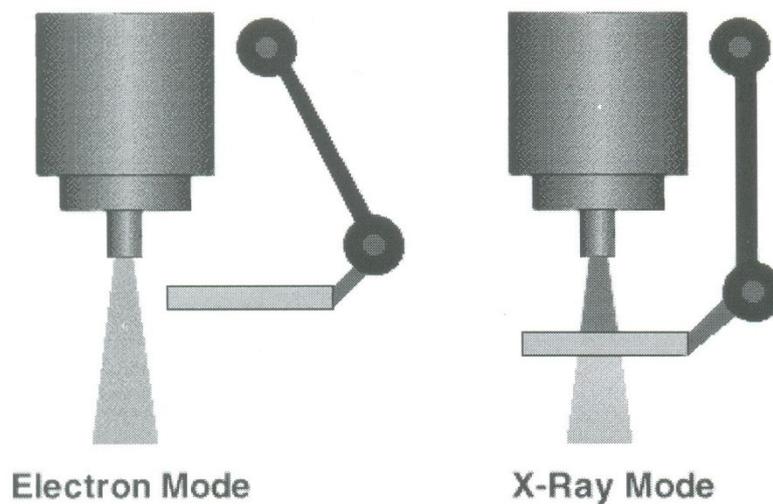


Figura 5 – Therac-25, seu modos e o posicionamento da placa protetora

Fonte: 10/02/2001, <http://www-camis.stanford.edu/people/felciano/hcilhumancrror/humanerrortalk.html>

Para comutar para o "electron mode" o técnico teclava "e" no terminal do computador. Para mudar para "x-ray mode", o técnico teclava "x" no terminal do computador. Um procedimento trivial para quem opera um microcomputador.

Ocorre que, em 1986, Ray Cox, um trabalhador de petróleo do Estado do Texas, Estados Unidos, foi se submeter ao seu tratamento usual de radiação para o tratamento do tumor que havia sido removido de seu ombro esquerdo. Ele havia estado lá oito vezes antes, então para ele o procedimento era familiar. No hospital o posicionaram na mesa e a técnica de dirigiu a sala de controle para iniciar o tratamento, e digitou "x" para iniciar o processo. Ela imediatamente notou que havia cometido um erro, uma vez que o tratamento que Ray se submetia era o de modo elétron e não o de raios X. Ela então pressionou a seta para cima, selecionou o comando "Edit", digitou "e" para modo elétron, e pressionou o "Enter" que faltava para iniciar o processo. O procedimento que a técnica executou é normal em qualquer interação homem-computador.

O tempo total para esta interação foi menos de 8 segundos.

Parece que esta seqüência particular de ações que ocorreu neste episódio nunca havia sido testada em todo o período de projeto e avaliação do Therac-25. Se isto tivesse ocorrido, seria mostrada uma perigosa falha do sistema. O equipamento então

apresentou à técnica a mensagem "Beam Ready", indicando que o canhão estava pronto para proceder ao tratamento; ela pressionou "b" para começá-lo. Ela ficou surpresa quando o sistema exibiu a seguinte mensagem de erro:

### **Malfunction 54**

Ela não estava familiarizada com esta mensagem em particular, porém estes erros usualmente significam que o tratamento não ocorreu. Ela limpou o erro e reiniciou novamente o Therac-25. Ela recebeu a mensagem "Beam Ready" e pressionou o "b" como de costume para iniciar o tratamento. Mesma coisa: a mesma mensagem de erro, e o sistema parou novamente. Ela reiniciou então todo o processo.

Entretanto, na sala de tratamento, Ray estava sentindo repetidas queimações, como se fossem punhaladas nas suas costas. Nenhum dos tratamentos anteriores ocorreu como aquele. Embora ele houvesse gritado várias vezes, pedindo providências para o aparelho que parecia defeituoso, sendo que a primeira vez pensando que fosse brincadeira, ninguém veio checar o aparelho nem ele. Finalmente, após a terceira rajada dolorosa, ele saiu da mesa e foi procurar a enfermeira.

O problema foi: quando aquela sequência particular de comandos foi executada rapidamente, menos de 8 segundos, o braço corretamente retirou a placa de proteção para utilização no modo de baixa energia do canhão de elétrons, porém a troca do canhão não ocorreu. Embora a máquina houvesse avisado ao operador que ela estava em modo canhão de elétrons, ela estava operando em modo híbrido de canhão de prótons. Como resultado, o sistema liberou uma rajada de radiação de 25000 rads com 25 milhões de elétrons volts, mais de 125 vezes a dose normal. A sequência particular de passos executados pela técnica moveu a placa de metal retirando-a do caminho, como era de se esperar, mas deixou a energia calibrada no máximo!

A figura 6, a seguir, tenta representar a consequência do erro latente do aparelho.

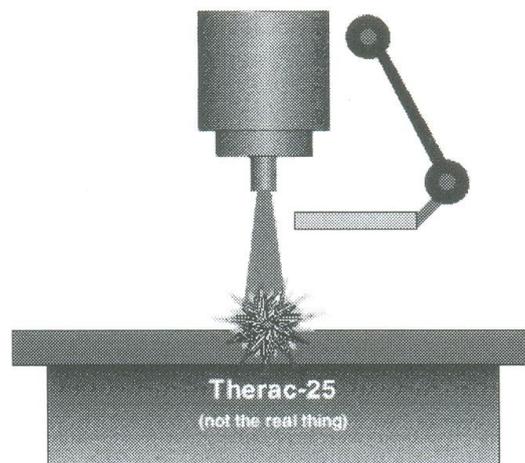


Figura 6 - A consequência do erro latente do Therac-25

Fonte: 10/02/2001, <http://www-camis.stanford.edu/people/felciano/hci/humanerror/humanerrortalk.html>

A saúde de Ray Cox rapidamente começou a piorar a partir das rajadas de radiação e outras complicações aconteceram por causa da overdose do tratamento. Ele conservou o bom humor sobre sua condição de saúde brincando acerca de seu problema, porém ele morreu quatro meses mais tarde.

É válido salientar que o problema não havia sido registrado até três semanas mais tarde, quando ocorreu novamente com outro paciente. Naquele momento, outro técnico, concluiu que a seqüência de passos que foi executada provocava esta falha. Após a investigação, encontrou o problema com a placa, e relatou-o ao fabricante. Uma investigação subsequente mostrou que haviam ocorrido overdoses similares na Geórgia, no Canadá e em Washington.

## 2.9 Uma visão de todo o Sistema

Observam-se, agora, como os sistemas que envolvem computadores e outros dispositivos controlados por estes, podem contribuir aos acidentes.

### 2.9.1 O Impacto de um pobre projeto de um sistema

O incidente acima relatado com o Therac-25 serve como um bom exemplo do que se conhece como **Erros Latentes**. Esses são "acidentes esperando para acontecer",

erros que são virtualmente disponíveis pelo sistema. O termo se refere ao fato que os acidentes freqüentemente são resultados de uma série de erros, normalmente desprezados, por serem considerados inofensivos. Por exemplo, existia um número variado de controles no caso do Therac-25 que poderia haver prevenido a sobrecarga de radiação. Existia um sistema de intercomunicação de áudio entre as salas de tratamento e a de controle, mas estava com defeito. Existia uma câmera de vídeo entre as salas, mas o monitor estava desconectado naquele dia em particular. Obviamente, o próprio sistema informou o erro, porém a mensagem para o usuário não estava clara o suficiente para refletir de maneira precisa a condição da gravidade do erro. Então, embora a técnica tenha sido avisada que cometeu uma falha, ela assumiu que o tratamento não havia acontecido porque a forma de apresentação do erro tão usual, não significava isso. Então, suas ações subseqüentes foram também erradas porque ela escolheu um procedimento não apropriado devido a sua má interpretação da situação (erro baseado em regras).

Este tipo de progressão de múltiplos erros em procedimentos, performance e equipamentos é notado em muitos acidentes em sistemas complexos. No ano de 1986, o acidente com o reator de Chernobyl, por exemplo, a maioria dos sistemas de segurança se encontravam desligados porque eles estavam executando alguns experimentos de testes. Situações similares ocorreram com em Three-Mile Island em 1979 e Bhopal em 1984. Em todos esses casos, um contexto particular e uma seqüência de eventos, algumas vezes com meses de duração, como no caso do Therac-25, o interfone permanecer quebrado, não somente naquela manhã, mas por um longo tempo, conduzindo ao acidente. O efeito final é que o sistema virtualmente esconde a falha do usuário.

## **2.10 Erro Humano na Medicina**

O Therac-25 é um exemplo clássico de um erro, porém erros ocorrem em toda a medicina, com ou sem uso de computadores e controles automatizados. Devem ser considerados:

- **Processo de Diagnóstico:** Falha no emprego dos testes indicados; Má interpretação de resultados de laboratório; Falha em agir corretamente nos resultados de monitoração ou testes.

- **Tratamento:** Erro técnico de performance; Erro na preparação do tratamento, por exemplo, a dosagem; Atraso do tratamento ou não apropriado; Troca de medicamento no momento de ministrá-lo; Erro na sua prescrição.

- **Preventivo (falha em ministrar tratamento profilático):** Monitoramento inadequado do paciente; Continuação inadequada do tratamento.

- **Outros:** Falha de comunicação; Falha de equipamento; Falha no fluxo de informações; Falha de operação de ambientes específicos, como UTIs e centros cirúrgicos.

No entanto, devido à complexidade reconhecida do processo de tratamento de saúde, causa surpresa que a medicina tem somente uma aproximação tão superficial em relação a considerar os erros e acidentes. Os erros tipicamente só se tornam interessantes quando os acidentes ocorrem. Eles resultam tipicamente em algum tipo de punição, apontada geralmente impedir que esse indivíduo em particular execute aquele erro outra vez. Para compreender este enfoque, vale a pena comparar como os campos da aviação e da medicina se aproximam respectivamente no estudo do erro humano.

## **2.11 Como a Aviação e a Medicina examinam o Erro Humano**

### **2.11.1 Atitudes Gerais**

Na medicina, a ênfase está na perfeição no diagnóstico e seu tratamento. Frequentemente, no julgamento do público, são esperados que os médicos realizem suas tarefas de forma perfeita como executores infalíveis e todo o erro que ocorrer é visto, frequentemente, como uma falha do caráter, mais do que qualquer outra coisa.

Na aviação, é assumido que os erros vão ocorrer, que eles são parte do risco aceitável de voar. Mesmo os melhores pilotos irão cometer erros de julgamento ou de ação, e conseqüentemente, os sistemas de aviação são desenhados para tentar absorver

esses erros através de reservas de ações, automação e redundância. Os procedimentos são padronizados tanto quanto possíveis e, deste modo, os pilotos dispõem de protocolos específicos e listas de conferência determinadas, para ajudá-los a minimizar a ocorrência de erros.

O cenário médico, no entanto, pode ser mais complexo que seu correspondente da aviação. Na cabine do avião, por exemplo, existe uma hierarquia de comando entre todos os poucos membros da tripulação. Equipes de cirurgias, por outro lado, podem ser muito maiores que a tripulação da cabine. No contexto maior, existem muito mais facetas na estrutura de poder no cenário de tratamento de saúde. Uma larga variedade de atores - enfermeiras, técnicos, pacientes, administradores de hospitais, conselhos nacionais, agências regulamentadoras governamentais, companhias de seguros - perseguindo seus objetivos, criando um conjunto complexo de influências que podem conduzir a um evento em particular ou a um acidente.

### **2.11.2 Análise de erros e correções**

Na medicina, a análise de erro normalmente se concentra em indivíduos e incidentes. Quando um erro ocorre, a reação é encontrar sua causa imediata e corrigi-la; a correção do erro é tipicamente a punição na forma de imperícia médica com agravo e questões judiciais. A suposição ressaltada parece ser: Se for encontrado quem cometeu o erro e espancá-los o bastante, eles não cometerão o erro novamente. Então a análise usualmente se concentra na determinação de culpados em processos de imperícias médicas, em vez de se procurar a raiz causadora do problema, normalmente a tarefa mais difícil. Além disso, por causa da extrema sensibilidade do impacto legal do erro, os médicos estão cada vez mais relutantes a discutir falhas ou deslizos que eles cometeram, abertamente, na tentativa de analisar quais as influências sistemáticas podem ter causado esses erros.

Na aviação, existe um esforço de conduta para rastrear erros e acidentes e um empenho para aprender com eles. Existem organizações formais responsáveis por esta tarefa. Além disso, em virtude de se assumir que erros ocorrem, verificações cruzadas e sistemas de controle podem ser postos em prática na tentativa de encontrá-los antes que

eles causem muitos estragos. Por causa do medo de imperícia médica, os profissionais são tipicamente resistentes a tentar documentar ou monitorar seus desempenhos e habilidades.

É conveniente ressaltar que rastrear e analisar erros são difíceis de fazer na medicina. Não existe nenhuma "caixa-preta" equivalente, que registre as ações e decisões. Além disso, ao contrário da aviação onde as leis da aerodinâmica permitem simulações detalhadas sobre como um processo particular deve ocorrer, não existe normalmente nenhum modelo fisiológico definitivo de como um tratamento pode progredir no corpo humano. Existem trabalhos publicados pelo Dr. David Gaba, professor de anestesiologia da Universidade de Medicina de Stanford, na Califórnia, Estados Unidos, neste campo, baseado em Inteligência Artificial, sobre tratamentos de pacientes em UTIs e diagnósticos em pacientes utilizando testes de simulação. Estes trabalhos, entretanto, estão longe de se concluir como um modelo definitivo para este campo do conhecimento, porém em um deles é apresentado pela figura 7, com o seguinte diagrama:

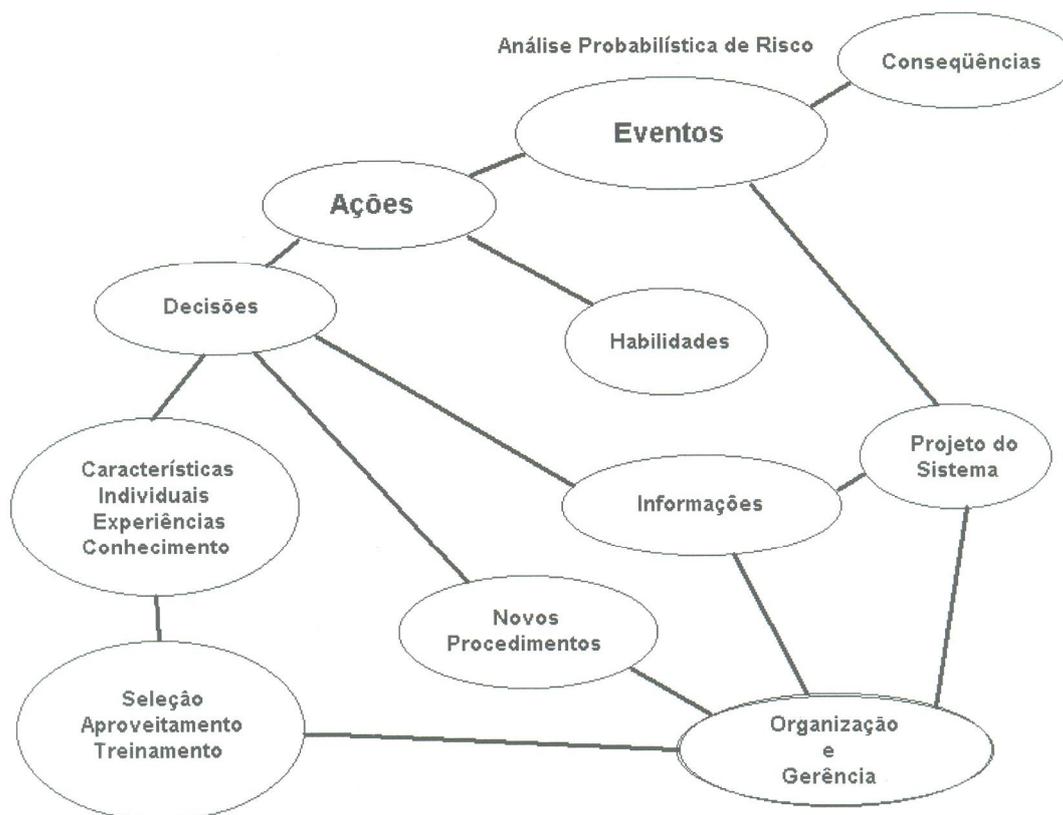


Figura 7 - Um diagrama da análise do erro

Fonte: 20/02/2001, <http://www-camis.stanford.edu/people/gaba.html>

Na medida em que isto se torna possível, algumas análises de erros podem ocorrer através de relatórios de mortalidade e de morbidez, relatórios de incidentes, etc. Porém, essas análises são menos formais que na aviação e tendem a se concentrar em casos clínicos habituais ou raros, ou nos eventos. Novamente a responsabilidade é colocada no médico: é de sua obrigação manter o controle desses incidentes, gerar conclusões e decidir quando alterar o comportamento.

### 2.11.3 Treinamento, certificação e interesse institucionalizado em segurança

Na medicina a certificação enfatiza o treinamento e a educação mais do que a performance. Comitês de certificação normalmente se restringem a qualificar uma atividade em separado, em vez de monitorar a performance do médico no ambiente de tratamento de saúde. Parte disto origina-se da maneira como os médicos são educados. Comparado com a aviação, existe menos ênfase no protocolo, e mais aprendizagem por

osmose: são dadas aos estudantes de medicina algumas ferramentas básicas e eles são atirados ao ambiente do tratamento da saúde, assumindo que eles adquirirão conhecimento no decorrer do tempo e se espera que eles encontrem bons modelos para aprenderem. Porque a maioria do treinamento ocorre no ambiente real do cenário de tratamento de saúde, existe pouca oportunidade para a prática e erro, e falhas tanto pelos estudantes quanto por seus instrutores são raramente admitidas.

Na aviação, existem várias instituições que monitoram o campo se interessam particularmente em minimizar as ocorrências de erros nos vôos. A Federal Aviation Administration (FAA) , dos Estados Unidos, controla todos os aspectos de vôo, inclusive as necessidades educacionais para o treinamento de pilotos e os procedimentos corretos para voar um avião. Também nos Estados Unidos, a National Transportation Safety Board (NTSB) investiga todos os acidentes relacionados com a aviação comercial. Este comitê se concentra em determinar as causas específicas do desastre e também se qualquer coisa pode ser feita para evitar um acidente similar no futuro. Esses relatórios são incluídos em um número de publicações disponíveis, como a Aviation Monthly Safety Summary & Report, NTSB Reporter e inclusive alguns relatórios de acidentes são disponibilizados via Internet. A entidade Air Safety Report System (ASRS) foi orientada até receber relatórios anônimos de situações perigosas. Desta forma, eles recebem mais de 5000 notificações por ano. É irônico que o público acredita e aceita tal mecanismo de segurança institucionalizado na aviação, mas prefere tratar os médicos como os sacerdotes elevados e infalíveis para quem os erros são impossíveis ...

Na medicina, segundo o horizonte da pesquisa realizada, há pouca padronização através das suas especialidades, e a que existe é limitada freqüentemente aos confins de um hospital em particular. Em regra geral, não há nenhum foco institucionalizado na segurança, e nenhum esforço analisar as causas principais dos acidentes (exceto talvez a anestesia).

## 2.12 Princípios de Projeto

Dado a compreensão do estudo de como os sistemas contribuem para o desempenho humano, constrói-se uma alternativa possível de usar este conhecimento para construir sistemas melhores, apesar da dificuldade para tal.

Porém reconhecer que o erro existe de acordo com a finalidade do projeto é diferente do que a análise retrospectiva dos acidentes e dos percalços. É importante sintetizar os princípios do projeto de sistemas, baseados no estudo do erro humano, princípios estes, que ajudam a projetar sistemas que são fáceis de usar e tornam difícil para os usuários cometerem erros. Além disso, se for admitida a hipótese que não se pode prever e prevenir todas as falhas deve-se pelo menos projetar sistemas com tolerância a erros. Finalizando, existem determinados temas no estudo do erro humano que podem ser generalizados e usados como pauta do projeto. Isto, acoplado com um conhecimento básico da análise do erro, pode ajudar a projetistas construir sistemas melhores.

É interessante notar que muitos dos princípios de projetos e da heurística ensinados na Interação Homem Computador, no projeto de produtos, e em campos similares têm suas raízes na análise do erro humano. É interessante encontrar que as recomendações para desenvolver as linhas da interação homem computador na Apple Computer, e mais recentemente no trabalho da XEROX STAR podem ter sido suportados cientificamente, consultando a literatura sobre o erro humano, psicologia cognitiva e ciência. Por exemplo, Don Norman indica alguns exemplos específicos dos princípios do projeto de sistemas que são derivados das classes do erro humano (Norman, 1982). Estão aqui alguns de seus pontos:

- **Os erros da captação implicam a necessidade de melhor realimentação.** No incidente do Therac-25, a técnica ignorou a informação contida na mensagem de erro sob a suposição que era essencialmente análoga às outras mensagens de erro que ela já havia visto. Se o sistema gerasse uma realimentação melhor a respeito de seu estado interno, isto é o nível perigoso da radiação que foi administrado, a técnica talvez não ignorasse o erro assim prontamente.

- **Os erros da descrição sugerem a necessidade para uma melhor configuração de sistema.** Estes erros ocorrem porque uma ação "não foi especificada" exatamente o bastante, e uma ação diferente, porém similar ocorreu, por exemplo, o bolo no refrigerador e a salada no forno, que foi anteriormente mencionado. Estes erros são comuns quando as operações envolvem acionar interruptores, apertar teclas, etc. e quando estas operações são similares. Por exemplo, os botões para ajustar escalas diferentes do mostrador em uma máquina de eletrocardiograma podem se tornar confusos se parecerem da mesma forma e forem colocados uns ao lado de outros. Uma solução deveria diferenciar-se entre as funções de controle usando símbolos ou uma colocação mais diversa no painel de controle.

- **A inevitabilidade dos erros implica uma necessidade para ações reversíveis.** Se você assumir que mesmo os mais peritos usuários cometerão erros, seu sistema deve perdoar quando eles ocorrem. No detalhe, as ações do usuário devem ser reversíveis. Na maioria dos sistemas de computadores, isto é suportado geralmente através do comando "undo" (desfazer). Quase não existe, um sistema de software médico que tenha disponível o "undo" para a maioria de suas ações ...

- **Problemas de ativação** podem ser evitados através de recursos visíveis, que oferecem aos usuários, a oportunidade de interagir com o sistema, e através de realimentação, que informa o usuário dos resultados de uma interação. Por exemplo, você sofre um deslize de perda de ativação se você for interrompido ao ir buscar algo, e então não pode recordar o que você quis começar. Se você tivesse uma lista da verificação em sua mão que contivesse as coisas você necessitasse recuperar, seria mais provável você recordar o que começou. Um sistema on-line poderia fornecer um suporte similar integrando o modelo visível com o fluxo das tarefas a serem realizadas para ajudar ao usuário realizá-las em todas as etapas.

E muito mais ...

Realmente admite-se, não há nenhuma panacéia. Mas todo o estudante do projeto seja a interface ou qualquer outra, dir-lhe-á que um projeto assim, não é um processo que se adeque às soluções de um molde padrão: não há nenhum jogo de regras fixo que garantirão o sucesso. Na melhor hipótese, podem fornecer alguns dispositivos

de ajuda, para ajudar-nos a concluir o trabalho. Entretanto, compreender a teoria subjacente pode ajudar-nos a segurar as situações que não são cobertas pelos manuais. Isto pode ser mais duro do que soa. Parece freqüentemente que os projetistas não usam seu conhecimento da ciência cognitiva e da psicologia, talvez porque estes não caibam nesses convenientes pré-formatados formulários heurísticos.

### 2.13 Como se pode então, aproveitar para projetar sistemas minimizando erros?

Aqui estão alguns questionamentos para pensar.

- "**Consciência do erro**". O trabalho de Felciano, (FELCIANO, 1995), levantou a consciência para a variedade dos erros que podem ocorrer no ambiente de trabalho médico, e fornece a você um vocabulário e uma estrutura básicos para pensar e falar sobre erros. Isto inclui a análise de seus estudos da usabilidade usando algumas das estruturas cognitivas formais que foram apresentadas. Qualquer discussão de um ambiente e das tarefas de um usuário deve considerar os erros que ocorrem nesse contexto.

Idealmente, se deseja manter um sistema com um grande cuidado em relação a erros, para isso se tenta encontrar e identificar falhas em uma base rotineira. Entretanto, se necessita fazer isto sem violar nenhuma regra, falada ou sugerida, sobre o comportamento aceitado no ambiente médico. Esperançosamente, o trabalho original de Felciano, pode ajudar a esse processo.

- **Tenha uma visão sistêmica.** Embora a teoria cognitiva possa explicar o que acontece em um acidente, é a análise de sistemas que normalmente explica porque acontece. Mantenha toda a atenção nos grandes problemas dos sistemas, uma vez que eles podem realmente necessitar de correção. Quando se projetar sistemas de informações de saúde, deverá se ter o cuidado ao se deparar com erros do usuário - convém lembrar que eles são raramente únicos, eventos independentes, ao invés disso, eles são partes de uma seqüência maior de falhas. Quando for realmente encontrado um problema, deve se tentar procurar as razões do ocorrido e sua causa imediata para

verificar se é possível reprojotá-lo e reorganizar o processo para evitar o mesmo tipo de problema no futuro.

Uma análise precisa das tarefas dos usuários, do fluxo de trabalho e das informações necessárias pode apontar problemas na maneira que o trabalho é realizado e que já existem antes de se possível informatizar o processo. Deve ser considerado quando um sistema de computadores pode ajudar a resolver esses problemas, ou quando eles precisam ser resolvidos em um nível diferente, como por exemplo, administrativo, regional, mudança de políticas de trabalho, etc. Deve ser sempre lembrado: "Não apenas mate os mosquitos - drene o pântano!".

- **Use os erros como ferramentas para analisar seu projeto.** Mesmo que se esteja projetando um sistema através de um método voltado para o usuário, onde os estudos de viabilidade geram retorno no projeto do sistema demonstrando os erros que os usuários podem cometer, deve ser lembrado que embora esta metodologia de teste pode apontar alguns erros, ela não pode encontrar a todos. Deve ser tentado prevenir erros, porém deve ser projetado o sistema para detectá-los e corrigi-los quando ocorrerem, como por exemplo, com redundância no armazenamento de dados.

- **Esteja disposto a reprojeter todo um sistema.** Este é provavelmente o maior desafio para projetistas de softwares, porém é o principal para um bom projeto. Deve se estar propenso a jogar fora alguma parte de seu trabalho em função de se melhorar a eficácia do sistema como um todo. Em alguns casos, pode ser necessário reprojeter todo um sistema; esteja consciente ao observar além das causas imediatas do erro e considere as maiores influências no trabalho. Realmente, isto é o principal de um projeto centralizado no usuário, e é objeto de muitos recursos, como o tempo de desenvolvimento, investimento, etc ... Este é processo mais árduo.

- **Use simulações quando possível.** A aviação tem se beneficiado do uso de simuladores de vôo para testar novos projetos de cabines de aeronaves. Em muitas maneiras, isto é o que os estudos de viabilidade buscam: eles se preocupam em modelar o ambiente de trabalho do usuário usando uma ferramenta nova, uma interface. Em certos casos, entretanto, pode ser necessário o uso de uma simulação mais robusta do

ambiente atual de trabalho. O simulador de anestesia inventado pelo Dr. David Gaba, por exemplo, pode ser usado para testar novos projetos e interfaces para monitorar dispositivos e monitores de informação.

- **Automatize a coleta de dados para análise de erros.** Um dos maiores desafios na análise do erro humano é obter uma quantidade de dados suficiente para entender como um acidente ocorreu. Os computadores possuem a habilidade de gravar as ações do usuário automaticamente, semelhantes no modo de agir às "caixas pretas" das aeronaves que registram todas as informações vitais do vôo. Deve ser considerado construir algo parecido em termos de procedimentos de rastreamento no software a ser desenvolvido para analisar os problemas quando eles ocorrerem.

- **Realize avaliações estruturadas para estimar a performance humana.** A ciência cognitiva e a psicologia oferecem um número de ferramentas para avaliar a performance do ser humano. Muitas delas podem ser usadas para prever como um usuário vai se desempenhar em uma determinada interface. Por exemplo, a lei de Fitt determina que a distância para mover seu dedo por uma distância  $D$  até um alvo de tamanho  $S$  é expressa como  $X = I \times \log_2 (D/S + 0.5)$ , onde  $I$  é a tempo de deslocamento praticamente constante, normalmente 100 ms. Isto pode ser usado para estimar o tempo que se leva para digitar códigos em um novo teclado ou clicar o mouse em um ícone de uma tela, por exemplo. De maneira similar, *GOMS* e *Cognitive Walkthroughs* são dois métodos de analisar as interfaces dos usuários através de análises cognitivas. Eles se baseiam em dividir as tarefas em pequenos sub-componentes cognitivos e medir quanto tempo cada sub-componente gasta para realizar sua sub-tarefa, baseado em padrões assumidos pelo desempenho humano e habilidades cognitivas.

- **Se antecipe aos erros através de uma melhor codificação.** Se for assumido que os acidentes ocorrerão, por exemplo, a rede cair, o cabo de força sair da tomada em tropeções, etc., então evitar erros pode incluir protocolos de conduta em procedimentos ou listas de verificação para prover uma lembrança visual em qual etapa é necessária a ser tomada para acompanhar a tarefa em particular, cheque valores para garantir contra a entrada de dados errados, como limites de valores normais e padronize as tarefas,

como por exemplo, as escalas de prescrição, de maneira que as enfermeiras não precisem descobrir as preferências de dosagem de drogas de um médico, etc.

### 3. O Atendimento em uma unidade de saúde

#### 3.1 Introdução

Conforme exposto na introdução deste trabalho, uma unidade de saúde, que pode ser traduzida por uma unidade de emergência, um pronto socorro, uma clínica, um hospital, ou um centro de diagnósticos, tem seu fluxo de atendimento aos pacientes, iniciado a partir de sua chegada ao estabelecimento.

O maior tipo de unidade, ou seja, aquela que abriga o maior número de funções é o hospital e centrado nele é estabelecido a base de fluxo que será apresentado.

Segundo MARTINS (2000), um hospital pode ser sintetizado no nível de suas funções, conforme a figura 8 , que apresenta o organograma abaixo:

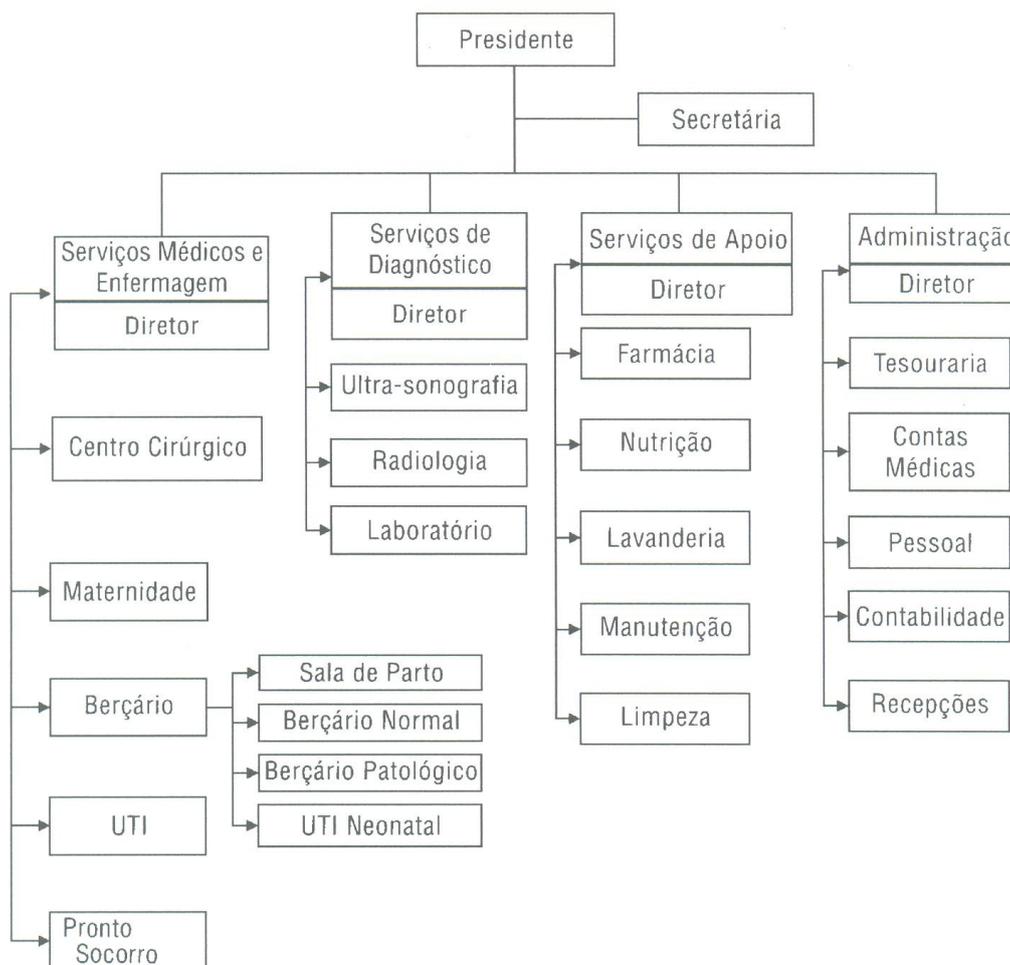


Figura 8 - Organograma de um hospital

Fonte: Martins, Domingos. Custos e Orçamentos Hospitalares - São Paulo - Atlas, 2000 p.20

Para o objeto de fluxo de informações do estudo aqui apresentado, é centralizado o enfoque nos setores fins, que se relacionam com o paciente direta ou indiretamente, não se preocupando com as áreas financeiras, de apoio administrativo e as puramente administrativas, do hospital modelo.

Desta forma o ambiente que será examinado no organograma se fixará nos setores destacados na figura 9, abaixo:

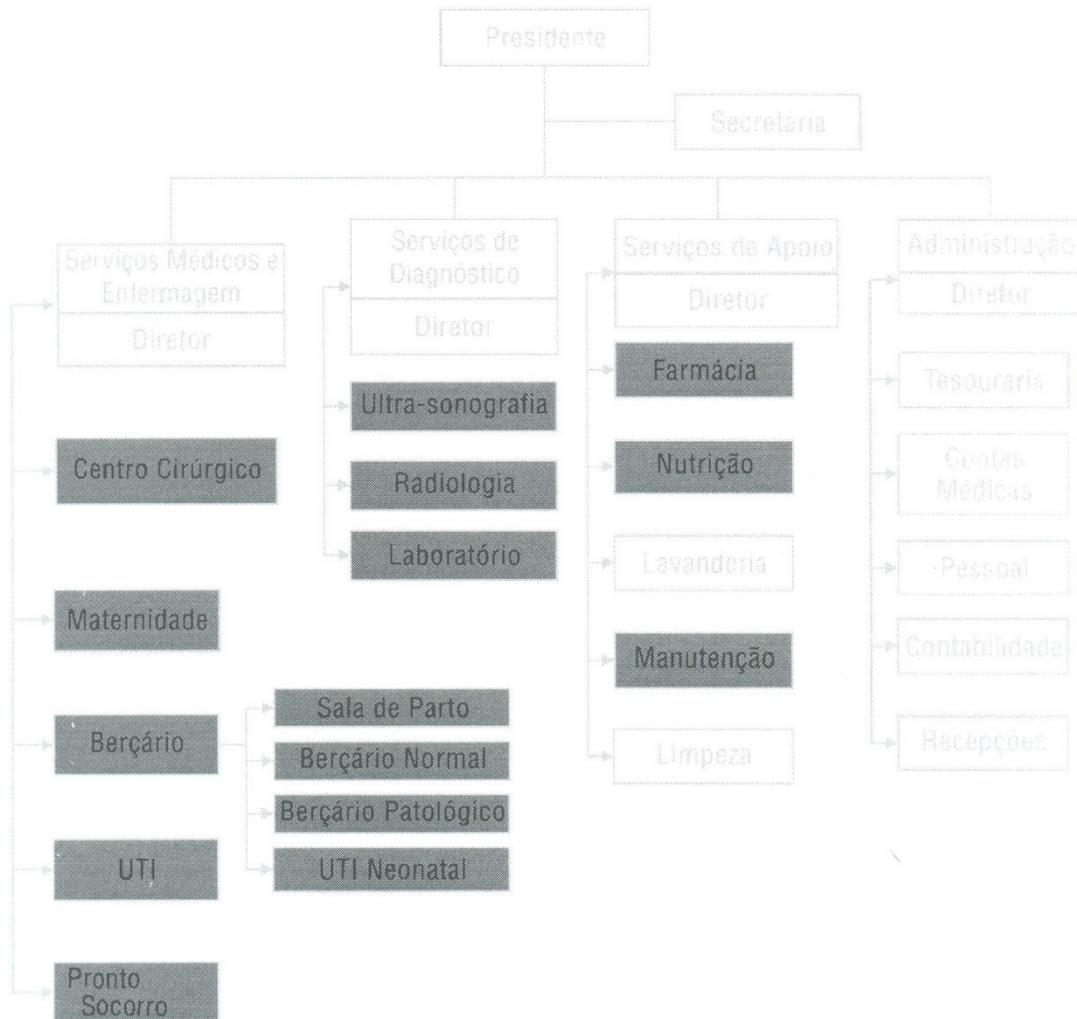


Figura 9 - Organograma de um hospital, destacado

Fonte: Martins, Domingos. Custos e Orçamentos Hospitalares - São Paulo - Atlas, 2000 p.20

### **3.2 O Atendimento**

Um paciente, ao ser recebido por um atendimento de uma unidade de saúde, é selecionado para um dos cinco procedimentos que uma estrutura completa de saúde completa permite. São elas: Consulta Médica, Urgência / Emergência, Procedimento Ambulatorial, Exame Complementar e Internação.

No momento de seu atendimento é gerada uma ficha de registro do procedimento selecionado. Esta ficha é normalmente passada impressa ao setor que o irá atendê-lo.

### **3.3 A Consulta**

No procedimento de consulta, o médico registra as informações acerca da saúde do paciente na ficha recebida, seu pré ou diagnóstico, um conjunto de procedimentos para o tratamento, e decide repassar o paciente agora a cinco destinos: ser liberado; solicitar um exame complementar de laboratório ou imagem; iniciar um tratamento clínico na unidade; encaminhá-lo a Urgência / Emergência, ou ainda solicitar um procedimento ambulatorial.

Ressalte-se que, o 'encaminhamento para qualquer outro setor condiz com o transporte de informações deste ao setor destinatário.

### **3.4 O Tratamento Clínico**

No tratamento clínico, o paciente é recebido juntamente com as informações registradas pelo médico, por outro profissional da área que a partir das solicitações do primeiro realiza os procedimentos no paciente e registra as ocorrências deste na ficha. Entre os procedimentos, vários deles, dependem do fornecimento de materiais e medicamentos da farmácia. Nesta fase também, o médico responsável pelo paciente pode solicitar de médico de outra especialidade uma consulta, que por sua vez conduz ao ciclo anterior.

Neste processo ocorre uma interação muito grande entre vários níveis de profissionais para a realização do processo, uma vez que os procedimentos prescritos

pelo médico são ministrados por outros profissionais que tem de obedecer rigorosamente às ordens expressas na ficha clínica como dosagens de medicamentos, tipos de apresentação, horários para ministrá-los, que dependendo da forma não clara, de apresentação de informações, pode levar a alguns profissionais a cometerem erros.

Ao analisar as informações contidas na ficha durante esse processo, o médico responsável pode tomar as seguintes decisões de encaminhamento: liberar o paciente; solicitar um exame complementar; consultar outro especialista; internar o paciente ou mantê-lo internado; indicar um procedimento ambulatorial; solicitar um procedimento de urgência / emergência ou finalmente indicar uma cirurgia. Caso o médico decida internar ou manter internado o paciente o tratamento clínico pode durar um período maior e, por conseguinte a ficha de ocorrência se tornar extensa.

### **3.5 O Procedimento de Urgência / Emergência**

A Urgência / Emergência de uma unidade de saúde é o setor onde a tomada de decisões imediatas, acerca da situação vital do paciente, é de suma importância para a sua sobrevivência. Neste setor as informações iniciais do processo anterior a este, e mesmo as ocorridas dentro do processo da emergência devem ser ao máximo esclarecedoras com a finalidade de facilitar o processo de tomada de decisões. Neste setor todos os três tipos básicos dos mecanismos do pensamento -- Baseados na Experiência, Baseados em Regras e Baseados no Conhecimento - vão ser exercitados numa velocidade muito superior às condições normais de trabalho do ambiente de saúde. Muito por causa do ritmo da atividade os profissionais desse setor sofrem um estresse intenso e podem ser induzidos ao erro no momento que confundem os mecanismos do pensamento, gerando ações e / ou intenções com falhas. O controle seqüencial e temporal das informações recebidas e processadas pelos profissionais desse setor é fundamental para o sucesso da tarefa.

Ressalte-se aqui, que muitas vezes um resultado de insucesso obtido, não significa que pode ter acontecido qualquer falha ou erro na condução do procedimento.

Pela velocidade da seqüência de ações humanas neste setor, é praticamente impossível ser registrado todas as ocorrências acontecidas no momento de sua

execução, porém seria considerado excelente, o registro de todas as informações que levaram os profissionais a obter o sucesso nessa tarefa.

Convém ressaltar que alguns aparelhos de controle e monitoramento de informações do paciente são fundamentais para a facilidade da tomada de decisões, assim como a manutenção de um estoque suficiente de materiais e medicamentos pela farmácia, a disposição dos profissionais.

A partir do procedimento de urgência / emergência, o médico responsável pode encaminhar o paciente a duas alternativas: ao tratamento clínico, ou a um procedimento cirúrgico.

### **3.6 O Procedimento Cirúrgico**

Uma cirurgia é um procedimento que pode advir de um tratamento clínico de um procedimento de urgência / emergência ou de um processo de internação.

Em um centro cirúrgico as atitudes dos profissionais se assemelham a de uma unidade de urgência / emergência, porém como a maioria das intervenções pode ser planejada com uma certa antecedência, o ritmo de trabalho nestes locais, embora também dinâmico, tem condições de ser preparado antecipadamente.

Em qualquer intervenção cirúrgica, e principalmente naquelas de elevado risco, as condições e pré-requisitos para a sua execução são cuidadosamente monitoradas através de procedimentos de controle, diminuindo-se o risco de ocorrência de erros.

Nestes casos, são exercitados, todos os mecanismos do pensamento - Baseados na Experiência, Baseados em Regras e Baseados no Conhecimento sendo que os dois primeiros muito enfatizados na sua preparação, e o terceiro durante a realização da cirurgia.

Uma das mais avançadas aplicações do conceito de gerenciamento de recursos em medicina é especificamente a função de times nas salas de cirurgia e de urgência / emergência. Muito do seu desenvolvimento vem do trabalho em anestesiologia, como os Drs. David Gaba da Faculdade de Medicina da Universidade de Stanford, na Califórnia, Estados Unidos, e Hans-Gerhard Schaefer da Universidade de Basel / Hospital Kanton, que descrevem as atitudes similares entre as equipes do ambiente de um centro cirúrgico e de uma cabine de uma aeronave (GABA e DEANDA, 1988;

Helmreich & Schaefer, 1994; Helmreich & Davies, 1996). Estas duas últimas publicações foram citadas em GABA e DEANDA (1988). Na realidade, o ambiente de um centro cirúrgico é mais complexo que de uma aeronave com múltiplos grupos compostos de cirurgiões, anestesistas, enfermeiras, técnicos e claro, do paciente. No centro cirúrgico, as linhas de autoridade entre os cirurgiões e o time de anestesistas não são claras e isto por si só pode ser uma fonte de conflito (Helmreich & Schaefer, 1994).

De acordo com GABA e DEANDA (1988), "Como na aviação, 65 a 70 % de todos os incidentes ocorridos na anestesia são atribuídos a algum nível de erro humano ...".

Emergências anestésicas ocorrem com frequência. O gerenciamento efetivo de uma emergência em uma anestesia requer conhecimento e experiências clínicas muito particulares, muitas das quais não são lembradas durante a rotina da anestesia. A experiência da aviação mostra que o gerenciamento efetivo em uma emergência também requer conhecimentos específicos de gerência de crises. Isto inclui a habilidade de responder rapidamente, de tomar decisões críticas, e de ser um líder efetivo e um bom comunicador.

O procedimento cirúrgico, conforme acima exposto, é o que possui o maior risco de falhas e, portanto, a consolidação de informações prévias, e mesmo as geradas no momento do ato, de forma precisa, pode facilitar qualquer tomada de decisões.

A partir do procedimento cirúrgico, o médico responsável pode encaminhar o paciente a duas alternativas: ao tratamento clínico, ou apenas interná-lo para observação, porém dentro do processo o cirurgião pode solicitar exames complementares laboratoriais ou de imagem, e pode ter de realizar procedimentos de urgência / emergência.

### **3.7 O Procedimento Ambulatorial**

Durante o procedimento ambulatorial é realizado no paciente realiza uma terapia, ou um curativo, com a finalidade de continuar o tratamento originado num atendimento, caso seja um procedimento de continuação de um tratamento anterior, ou a partir do encaminhamento de um tratamento clínico ou de uma consulta.

Procedimentos ambulatoriais são realizados pelo corpo técnico de uma unidade de saúde, como o caso da terapia realizada com o uso do Therac-25. As informações do paciente como podem ser advindas de fichas preenchidas em momentos bastante anteriores, podem ocasionar distorções em relação a quantidades, dosagem, horários, que contribuem para um não efetivo sucesso do tratamento.

Quando o procedimento é bastante simples como um curativo, ou uma aplicação de medicamento, o profissional utiliza basicamente sua experiência e as regras de condução daquele procedimento.

Em um procedimento ambulatorial continuado, as informações devem ficar registradas de maneira segura, para o efetivo controle da terapia.

A partir de um procedimento ambulatorial o paciente é normalmente liberado, podendo ser necessário em alguns casos uma observação temporal.

### **3.8 Exames complementares**

Os resultados de exames complementares fazem normalmente parte das informações necessárias para a formação de um diagnóstico pelo médico. Eles são, portanto, informações fundamentais para o esclarecimento da maioria das doenças dos pacientes.

Urge, portanto, que os resultados dos exames sejam concisos, precisos e fundamentalmente, claros para o médico que os solicitou, de maneira a realmente auxiliá-lo no seu diagnóstico.

Convém lembrar, que o grande fluxo de informações de pacientes no ambiente do laboratório dificulta a concisão dos resultados. Hoje, praticamente todos os laboratórios de análises clínicas e centros de diagnósticos por imagem dispõem de um LIS (Sistema de Informação de Laboratório), com o objetivo de facilitar o cadastro de seus pacientes usuários, e gerar os resultados para a entrega de maneira rápida e precisa.

Porém, a coleta do material, sua manipulação para exame, seu armazenamento, tem de ser realizado de forma muito cuidadosa para evitar trocas de material entre pacientes, manipulação indevida, perda de material, que podem gerar resultados deturpados ou mesmo incorretos, causando sérios prejuízos a saúde do paciente, e algumas vezes fatais, por motivo da geração de resultados incorretos.

Existem exames laboratoriais como o de grupo sanguíneo e fator Rh, em que um erro na observação pelo técnico, gerando um resultado incorreto, pode resultar na prescrição de um tipo de sangue inadequado podendo matar o paciente. Uma vez que este é um exame realizado com muita manipulação humana, pode haver troca de material, o sangue, troca de posição de reagentes entre os três necessários, o anti-A, o anti-B e o anti-Rh, resultando em um exame incorreto. Porém, como é um exame absolutamente familiar no ambiente laboratorial, seu erro com conseqüências sabidamente graves, é realizado com a utilização de mecanismos do pensamento baseados mais na experiência que em regras, ou mesmo de conhecimento.

Os resultados dos exames baseados em imagens podem sofrer distorções por motivo de uma baixa de qualidade das imagens registradas em filme, um monitor, ou papel. Desta forma, a manutenção da qualidade dos meios de representação das mesmas é de fundamental importância para facilitar aos especialistas em diagnóstico a veracidade do mesmo.

Um exame complementar, portanto, realizado de maneira adequada, seguindo padrões de qualidade, é de fundamental importância na consolidação de um diagnóstico. As informações desta etapa, então, são repassadas ao médico responsável pelo paciente, que confirmará, ou não, sua hipótese de diagnóstico, solicitando novo exame complementar, ou adotando procedimentos de tratamentos adequados à situação.

### **3.9 Internação**

O processo de internação é o mais dispendioso de uma unidade de saúde, e, por conseguinte, o objetivo principal dos sistemas PIS (Sistema de Informação de Pacientes), atualmente implantados.

Esta implantação, entretanto, conforme mencionada na introdução, cria um foco direcionado ao controle do paciente de maneira administrativo-financeira, ou na própria tecnologia de informação, desviando, por conseguinte, o foco no paciente.

Um paciente é internado no momento que necessita realizar um tratamento clínico prolongado, ou realizar uma cirurgia, ou ainda como resultado de um atendimento de urgência / emergência.

A internação é normalmente realizada para períodos de tratamento acima de 24 horas, podendo se estender a vários dias, conforme a necessidade de cuidados acerca de seu estado de saúde.

A internação, porém, possui critérios de separação de ambientes, conforme o tipo de paciente e a gravidade de seu estado de saúde. Portanto, a criação de departamentos no hospital como a Maternidade, o Berçário, a Unidade de Terapia Intensiva, e as alas hospitalares de tipo de doenças, são realizadas com a finalidade de separar estes pacientes, para tentar agrupá-los conforme a característica de cada tratamento.

Ressalte-se, entretanto, que quanto maior o tempo de permanência do paciente no hospital, ou a gravidade do caso, ou ambas, seu prontuário de informação pode se tornar bastante extenso, ou complexo, dificultando o entendimento ou análise da situação do paciente pela equipe de atendimento ao mesmo.

No caso de uma UTI, o paciente é monitorado a cada instante através de aparelhos individuais, que monitoram suas funções vitais e as registram em monitores centralizados na área de controle pelos médicos da unidade. Esta rede de computadores e de equipamentos dedicados é, entretanto, a única forma de controle pelos médicos da situação do paciente, porém, uma vez que esta normalmente não está conectada a rede do hospital, onde se encontra o sistema PIS, a transcrição de dados, o controle manual e a perda de informações vitais da evolução do paciente de maneira automática, ao invés das fichas preenchidas, se torna uma constante na rotina deste departamento.

Novamente se remete ao processo da baixa integração de ambientes no meio hospitalar. Neste meio, quase todos os aparelhos de aferição de alguma informação do paciente existem de forma digital, como os eletrocardiógrafos, os monitores de pressão arterial, os aparelhos de ventilação forçada, as bombas de infusão de medicamentos endovenosos, que podem e deveriam ser integrados em uma ambiente de rede de computadores, gerando informação para o controle dos especialistas do tratamento, garantindo melhor qualidade nas informações que os mesmos precisam analisar para sua tomada de decisões.

### **3.10 Setores de apoio estrutural**

Para que todo este fluxo de informações possa gerar resultado satisfatório, é necessário que todas as informações sejam repassadas no momento correto entre os setores, e que dois setores que interagem com o tratamento na maioria dos processos, que são a farmácia e a manutenção sejam informados a tempo de realizar qualquer apoio solicitado.

### **3.11 Um diagrama de fluxo de informações de processos**

Um diagrama de fluxo de todas as informações dos clientes mencionadas neste capítulo é mostrado na figura 10 na página a seguir. Nele se procura fazer um resumo de todos os conjuntos de informações necessárias para o atendimento de um paciente.

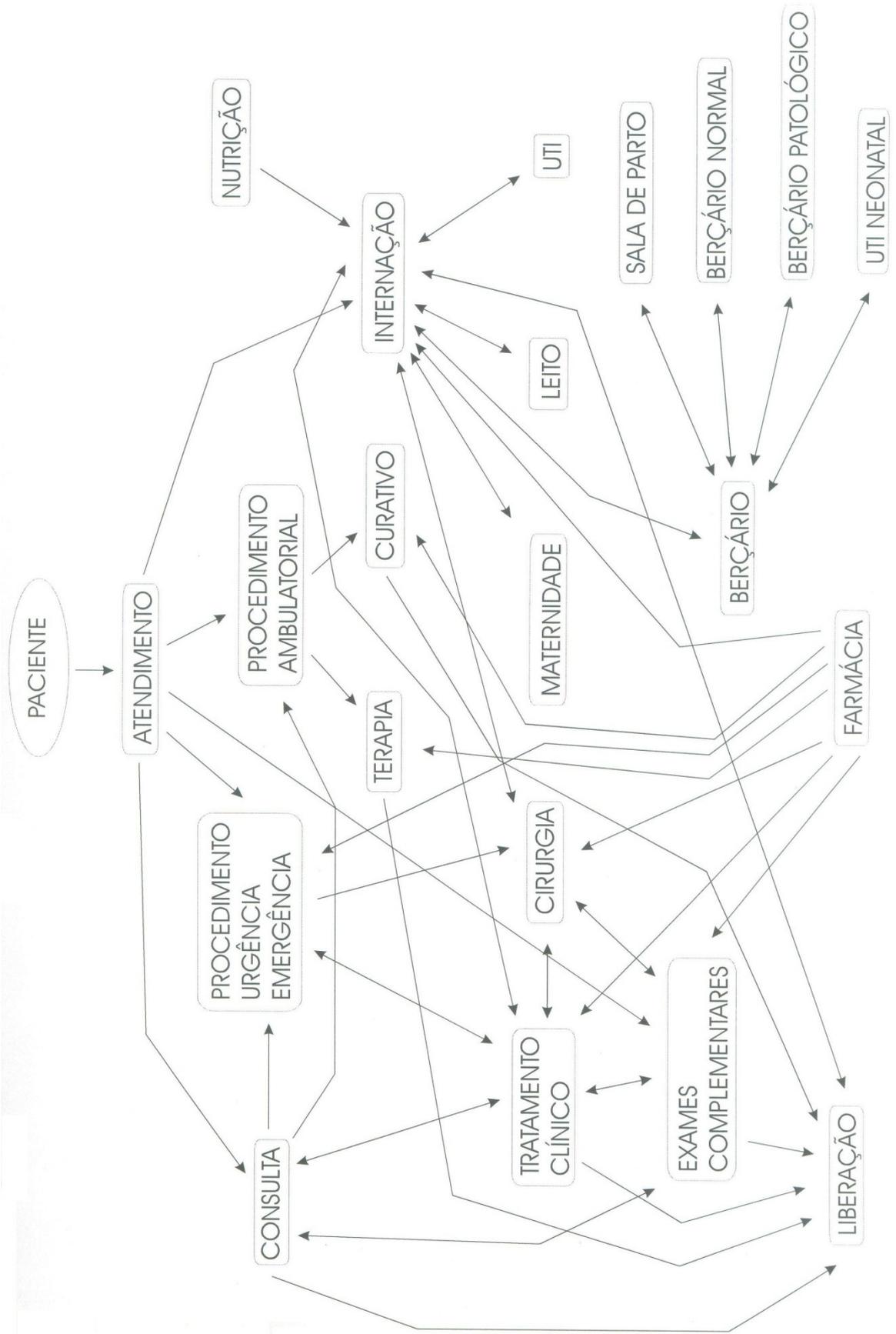


Figura 10

## **4. A integração de ambientes**

### **4.1 A necessidade do controle**

Conforme mencionado no capítulo anterior, é enorme o volume de informações de um paciente gera ao necessitar de atendimento em uma unidade de saúde. Ao se multiplicar este volume pelo número de pacientes atendidos por esta unidade pode se verificar que a falta, ou um baixo controle de informações pode levar a condição de descontrole das mesmas, ou a um excesso de trabalho em análises de fichas e prontuários preenchidos.

Os sistemas PIS ou LIS atualmente instalados criam uma condição de controle de pacientes, porém normalmente são instalados de forma separada, necessitando então acessar de forma diferente as informações de um paciente, e certamente de forma manual, gerando dessa forma possibilidade de erros.

### **4.2 A integração**

Integração, então, passa a ser o foco principal do projeto zero erro, como forma de criar condições de denominar os objetos desse projeto uma única vez, e até que o paciente seja liberado, todos os objetos gerados ou transformados durante o período do tratamento sejam manipulados dentro da rede de informações sem a necessidade de transcrições para papel, e transformações de meios de forma manual.

Conforme mencionado no capítulo anterior, todo paciente ao ser dirigido ao atendimento de uma unidade de saúde, recebe um número de controle, que passa a ser o objeto paciente ao longo de todos os processos que o indivíduo atravessa em seu tratamento.

Esta explicação parece ser muito simples e seu resultado fácil de ser obtido em um processo de integração de sistemas, porém, o que se nota nas condições dos LIS e PIS atuais é que estes sistemas são voltados para a administração dos centros de diagnósticos e hospitais, respectivamente, e seu resultado satisfatório se traduz na medida em que se consiga controlar os procedimentos e gerar resultados para a administração.

Nestes casos, o enfoque dos sistemas ao paciente é mínimo, e o mesmo passa a ser apenas um objeto de controle durante os processos ocorridos nos subsistemas da unidade de saúde e não o controlador e foco principal das informações.

Durante o processo, para o acompanhamento médico, são geradas várias fichas de informações que compõe o prontuário do paciente. No anexo I, deste trabalho, são colocados os formulários de uma casa de saúde que foi pesquisada no momento do desenvolvimento deste modelo.

Em uma breve análise desses formulários é notada a preocupação desse hospital com a separação de atividades necessária para o preenchimento dos formulários, isto se torna importante, uma vez que diversos profissionais de saúde têm de preencher as mesmas fichas e os responsáveis têm de saber quem fez o que.

Poder-se-ia então afirmar que esse hospital estaria livre de erros, de preenchimento de formulários, uma vez que os mesmos foram definidos de maneira simples, porém eficaz, como o método POKA-YOKE recomenda.

O criador deste método, Shigeo Shingo, (SHINGO, 1996), considerado um “gênio da engenharia”, revolucionou as práticas de produção devido às diversas contribuições nessa área. Seus estudos o levaram ao desenvolvimento do Sistema Toyota - em conjunto com Taiichi Ohno, e do SMED (Single Minute Exchange of Die) por ele concebido. Além disso, criou e formalizou o Sistema de Controle de Qualidade Zero, o qual ressalta a aplicação dos Poka Yoke, também criado por Shingo. O Poka-yoke, um sistema de inspeção na fonte, envolve o controle de produtos e suas características em si ou do seu processo de obtenção, de modo a minimizar-se a ocorrência de erros através de ações simples.

Este método, normalmente aplicado a métodos de produção fabris, recomenda que os objetos a serem manipulados, por qualquer pessoa têm de ser planejado de maneira que seja:

- **Simples.** É melhor possuir vários objetos poka-yokes simples, cada um com um propósito definido, do que um objeto único grande e complexo, que gerará uma manutenção também grande e complexa.

- **Específico.** O processo deve ser observado; identifique o erro que ocorre freqüentemente, e projete um poka-yoke para prevenir ou identificar o defeito em particular.

- **Característico.** Melhor do que esperar todo o fluxo do processo ficar concluído observe os aspectos do mesmo que podem ser identificados de maneira independente.

- **Antecipado.** Tente detectar e eliminar defeitos antecipadamente, o quanto for possível, assim não podem poluir o ambiente ao longo do processo.

- **Receptivo.** Uma vez o defeito encontrado, corrija-o tão cedo quanto possível.

- **Reutilizável.** Poka-Yokes de sucesso podem ser modificados para servir a novos propósitos.

Um exemplo do cotidiano da informática de um dispositivo poka-yoke, é o diskette de 3,5 polegadas utilizado. Não existe nenhuma possibilidade de introduzi-lo na unidade, de maneira incorreta. Qualquer falha no seu manuseio para este propósito, a máquina não permite sua colocação.

A condição de uma análise, porém, no fluxo analisado utilizando as regras poka-yokes, acima descritas, mostra que a digitação destes formulários para o computador, ou mesmo a cópia de informações entre os formulários, como toda tarefa manual, é motivo de geração de falhas de transcrição, que certamente poluirá o ambiente da informação do paciente.

Neste momento, nota-se a necessidade de integrar todo o ambiente de informação em uma grande rede integrada, que permeie por todo o serviço de atendimento ao paciente, que foi mostrado no capítulo anterior.

Esta rede, composta de equipamentos, informações e principalmente das pessoas que manipulam estas informações têm de se integrar de maneira homogênea, com a finalidade de eliminar as falhas e erros decorrentes de manipulações indevidas de informações e atividades.

Conforme mencionado no início do trabalho, os Estados Unidos têm custos elevados, por motivos de falhas no fluxo de administração de medicamentos a pacientes. O fluxo do erro da administração de medicamentos, segundo o US Acute Care Hospital, entidade do Departamento Federal de Saúde dos Estados Unidos, sediada em Washington, D.C., é o seguinte:

- **Requisição.** Efetuada pelo médico que prescreve a medicação ao paciente. Cerca de 25% dos erros ocorrem nesta fase, e envolvem falhas de dosagem de medicamentos, falhas de diagnósticos, falhas no preenchimento de formulários.
  
- **Transcrição.** Efetuada pela equipe de enfermagem ao solicitar o medicamento ao setor da farmácia.
  
- **Distribuição.** Efetuada pelo setor da farmácia ao aviar a requisição chegada.
  
- **Administração.** Realizada pelo setor de enfermagem, ao receber o medicamento e ministrá-lo ao paciente.

A figura 11, a seguir, faz um resumo do texto apresentado.

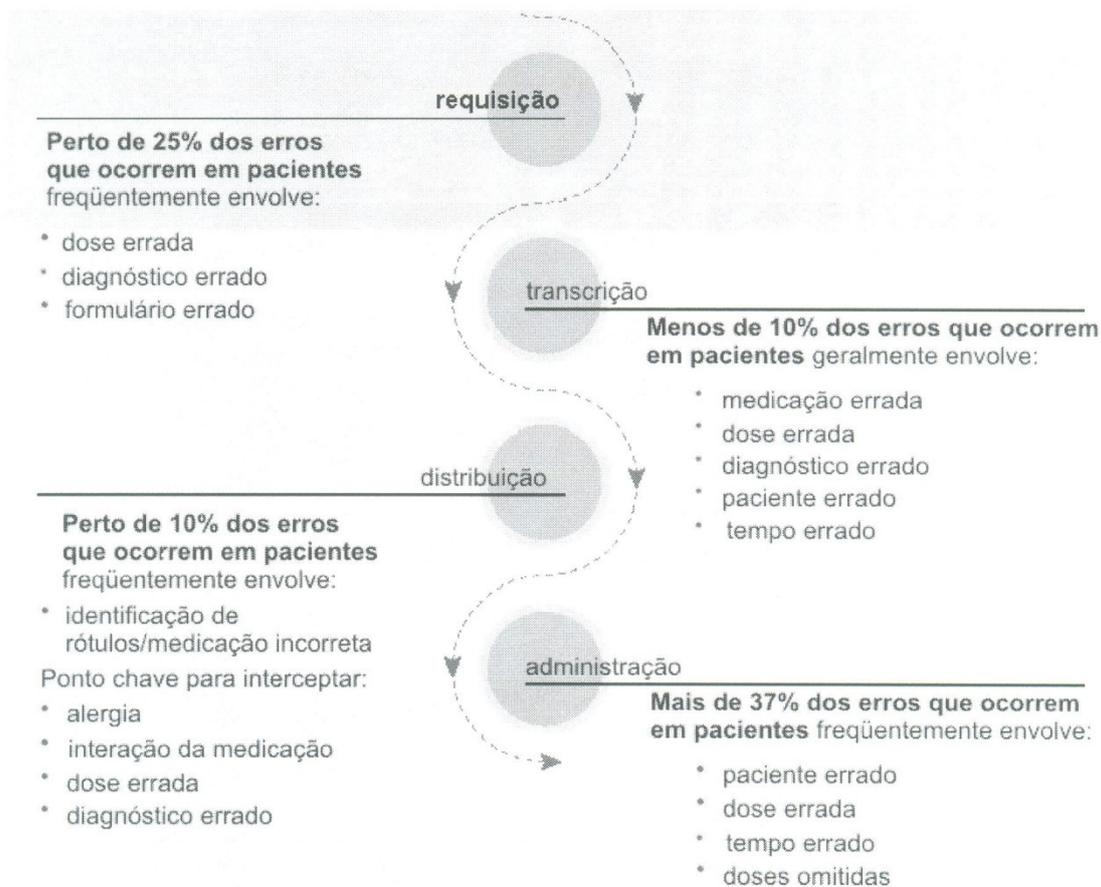


Figura 11 - Fluxo do Erro na Administração de Medicamentos

Fonte: US, Acute Care Hospital Segment, 1999

A taxa de erro final, estimada pelo referido departamento é de aproximadamente 37% dos casos, dados de 1999, e isto remete ao seguinte problema: **se mais de um terço dos medicamentos recomendados pelos médicos são ministrados de maneira incorreta, como diminuir esta incidência?**

Em uma análise da situação, utilizando-se os fundamentos básicos do poka-yoke, pode-se afirmar que após o item requisição, acima apresentado, os erros podem ser eliminados se houver uma automação completa no restante do fluxo. Uma descrição da automação desse processo é descrita no capítulo 6 deste trabalho.

Porém como minimizar o erro da primeira etapa? Especificamente a falha de diagnóstico. Concluir o diagnóstico de uma doença é uma das principais características da função do médico. O que foi notado durante a pesquisa realizada entre vários médicos, é que realmente para eles a informática produz muito poucos serviços, o que o distancia de sua utilização em sua área fim, desta forma, este profissional, quase nunca

utiliza um computador para concluir seu diagnóstico, e, por conseguinte, não registra suas conclusões através de qualquer software. Isso talvez seja a mais importante causa da não utilização do computador como instrumento de tomada de decisão por estes profissionais.

Não estão envolvidos nesta análise os sistemas de PIS, que são encontrados nos consultórios e hospitais, estes têm a finalidade de auxiliar o médico em sua organização como gestor de seu negócio, porém, os mesmos não utilizam estes sistemas para extrair estatísticas de acertos de diagnóstico, falhas, tempo de recuperação do paciente, cruzamento de dados com pesquisas sobre endemias, etc.

Para os trabalhos e as pesquisas que os mesmos apresentam em congressos normalmente, os médicos utilizam o computador mais como tabulador de dados redigitados, e apresentadores de si ides do que como instrumento básico dessa pesquisa.

Esta reflexão fica como sugestão para um trabalho futuro.

#### **4.3 A descrição de um fluxo em um centro de diagnósticos**

Em um centro de diagnósticos desta cidade, foi analisado um fluxo de geração de informações de pacientes a partir de sua chegada ao local do exame, até a entrega dos resultados.

Em se tratando do tema deste capítulo, foi notado que o paciente é registrado no setor de atendimento, juntamente com todos os exames requisitados pelo médico solicitante dos mesmos. De saída, foi observado que as requisições que eram acompanhadas do código da tabela AMB, uma tabela que descreve todos os procedimentos registrados pela Associação Médica Brasileira, juntamente com a descrição do mesmo, eram os exames que eram registrados sem ocorrência de erros. As requisições que constavam somente o nome do exame causavam na recepção do paciente, dúvidas com relação a exatidão do exame solicitado.

No registro do paciente na recepção, são emitidas etiquetas contendo um código de barras, uma para cada frasco de material necessário para a realização do exame. Esta etiqueta, após a colheita do material, é então afixada no frasco correspondente pelas enfermeiras responsáveis por esta coleta. O material embalado é então repassado ao setor de triagem.

No setor de triagem, o material é separado para as bancadas de exame, individualizando-os por tipo de material, ou separando partes do mesmo entre as bancadas, entregando a estas com planilhas de controles de exames e resultados.

Nas bancadas de exames, junto com as planilhas de resultados recebidas pelo computador, outro ponto falho na integração é registrado. Existem exames que são realizados pelos técnicos em aparelhos, ou microscópios, ou apenas com uso de reagentes. Os exames que são realizados com manipulação do material ou reagentes de forma manual são os mais suscetíveis a erros, uma vez que a troca de resultados ou a dosagem de reagentes de forma incorreta pode influir no resultado. Além disso, esses exames necessitam de uma transcrição dos valores obtidos para a planilha de resultados, que é realizado pelo técnico de forma manual. Após isso, essas planilhas são digitadas para o banco de dados de resultados, ocasionando uma nova digitação, e nova fonte de erros.

Existem nos laboratórios, entretanto, equipamentos que realizam o exame de maneira totalmente automática, retirando a amostra do material do tubo de ensaio, lendo o código de barras do mesmo, e gerando um resultado em seu banco de dados, relacionando-o com a etiqueta lida do paciente no código de barras. Entre estas máquinas está a que realiza o exame do hemograma completo, o exame mais solicitado de qualquer laboratório. Porém, estes aparelhos normalmente não possuem interfaces com rede de computadores, têm seus dados registrados em bancos proprietários e no máximo se comunicam através de uma porta serial com outros computadores.

Foi desenvolvido, então como parte deste trabalho, uma interface de software com o computador que realiza o exame de hemograma, que passou então a alimentar o banco de dados de exames realizados pelo laboratório diretamente do banco interno do computador de hemograma. Desta forma foi eliminada a transcrição manual de dados da máquina do hemograma para a planilha e desta para a base de dados de resultados, integrando automaticamente um processo, contribuindo para a eliminação de erros.

Os exames, porém, podiam ser examinados em qualquer fase após a interface pelo profissional responsável pelo laboratório, com a finalidade de verificar qualquer anormalidade quanto a sua realização. Estas anormalidades são registradas gerando na tela do computador advertências através de cores, evitando-se assim a divulgação de um

exame incorreto. Um exame duvidoso, anotado pelo técnico poderia necessitar uma repetição, ou a realização por outro método.

Além da máquina de hemograma, foram desenvolvidos interfaces com equipamentos que realizam exames da área de bioquímica, dosagem hormonal e imunologia. Estas máquinas passaram a trabalhar todas integradas diretamente ao ambiente sem manipulação de materiais ou informações de forma manual.

Como conclusão é notada que a integração é possível em um grande número de exames realizado nos laboratórios, porém a dificuldade causada pela ausência de padrões de interface para interligar estes equipamentos em rede e pela característica proprietária dos bancos de dados destes aparelhos contribui para que a maioria dos laboratórios trabalhe de forma mista, ou seja, transcrevendo informações de maneira manual entre os computadores do laboratório.

## **5. Tecnologia aplicada - um enfoque no paciente**

Não resta dúvida que os avanços de qualidade da área de saúde foram conseguidos através do emprego de tecnologia de ponta. Equipamentos presentes nas diversas áreas dos hospitais e centros de diagnósticos facilitam as atividades dos médicos para a realização de seu trabalho.

Equipamentos para diagnósticos e terapia eletrônicos são largamente utilizados, porém a qualidade de atendimento tem de melhorar não apenas relativo ao ambiente interno da casa de saúde.

O paciente, que é motivo da existência do sistema, normalmente é relevado a segundo plano, por motivo da falta de integração entre todos os pontos do fluxo de atendimento, abordados nos capítulos 3 e 4 deste trabalho. Conforme foi exemplificado, as recepções de pacientes são normalmente automatizadas com os sistemas de PIS ou LIS, porém a partir destes, existem uma série de procedimentos manuais e outros que mesmo automatizados, não se integram em uma rede de informação, gerando controles difusos e mesmo diversidade de procedimentos.

Pior ainda, para o paciente, se ele tiver de ser consultado em uma mesma seqüência de procedimentos em outra casa de saúde. Parece que nenhum dos exames ou tratamento realizados anteriormente tem valor algum, sendo às vezes necessário repeti-los novamente.

Os serviços oferecidos pelos centros de diagnósticos e de terapia são realizados com ajuda de equipamentos computadorizados que se estivessem integrados no ambiente de rede, facilitariam todo um processo de diagnóstico.

Uma UTI de um hospital, normalmente dispõe de vários aparelhos computadorizados interligados em rede, monitorando cada um dos pacientes, e informando a um sistema central localizado no ambiente dos plantonistas, a situação dos indicadores vitais de cada um dos pacientes. Porém, como todo este equipamento opera em um sistema isolado, os médicos necessitam dos controles anotados em formulário, conforme apresentado no anexo I deste trabalho.

Os equipamentos de terapia, como os de radioterapia, hemodiálise são computadores dedicados que realizam suas tarefas de forma independente e poderiam, se integrados, auxiliar aos especialistas responsáveis pelo tratamento, com informações

mais precisas através do banco de dados do paciente, criando uma interação melhor entre todos os profissionais da área do hospital.

Os sistemas de atendimento dos consultórios são hoje em dia, ferramentas importantes no registro de controle de pacientes deste, porém as tarefas mais nobres que os mesmos realizam são o agendamento de pacientes, o controle da cobrança dos honorários e em alguns, o registro das consultas de maneira esparsa em um arquivo de informações. Isto certamente facilita o trabalho do médico, porém o libera apenas do trabalho burocrático como administrador de seu consultório, não o facilitando em uma análise sintomática de seus pacientes, que o auxiliaria em seu diagnóstico.

Com relação a laudos, a maioria desses sistemas, registra em formato de texto os laudos apresentados, sem possibilitar ao médico uma tabulação das informações registradas nestes, para fins de análise estatística, acompanhamento completo de um caso, evolução de tratamento, rapidez de tratamento com uso de novas drogas, etc.

Apesar de dispor de tabelas padronizadas, como a da AMB, a CID, o DEF e outras, para registro de procedimentos, doenças, medicamentos, respectivamente, e várias outras relacionadas ao ambiente de saúde, os médicos somente as utilizam no registro de formulários burocráticos como atestados e declarações necessárias ao controles de endemias ou a outros órgãos oficiais.

Esta não padronização de utilização de nomenclaturas na área médica gera o problema apresentado anteriormente no atendimento de requisições de exames de laboratório, onde os exames requisitados pelos médicos podem ter diversas nomenclaturas, e mesmo os mais requisitados como o hemograma completo, pode ser solicitado como eritrograma e leucograma, etc.

Isto dificulta o atendimento que não é realizado por pessoas técnicas em saúde, e normalmente não conhecem todos os quase 1.000 tipos de exames laboratoriais e de imagem, que podem ser solicitados.

O maior problema deste ponto, então, pode ser classificado como sendo a falta de padronização das tarefas executadas em cada ponto do fluxo. Ora, se foram mostradas várias etapas de controle dentro de um único hospital, como pode não haver padronização de controles e, por conseguinte, uma integração dos equipamentos em uma única rede.

Isto realmente acontece por não haver nem por parte dos órgãos federais reguladores, nem por entidades de classe, um consenso para uma padronização de interfaces de equipamentos de controle e diagnósticos da área médica, uma única tentativa de padronização nesta área relacionada com sistemas de informação é a do formato DICOM, Digital Image and Communication On Medicine, um formato padrão digital para armazenamento e transporte de imagens entre equipamentos de diagnósticos por imagem.

Através de entidades como a AMB - Associação Médica Brasileira, várias tabelas relativas a área, como a de procedimentos médicos foram registrados, porém os próprios médicos só as utilizam em formulários de cobrança de honorários, ou formulários oficiais de requisição de procedimentos.

Uma entidade semelhante, a FEBRABAN, porém no meio bancário padronizou o processo de troca de informações entre os bancos, e entre estes e as empresas de seus clientes.

Este trabalho sugere que a AMB, ou outra entidade na área médica se prontifique a padronizar realmente os procedimentos médicos, facilitando o intercâmbio de informações e a interligação de equipamentos.

Hoje, as condições de integração dos equipamentos, informações e softwares da área médica, então completamente dependentes dos fornecedores de equipamentos laboratoriais e hospitalares que travam verdadeiras batalhas, por uma liderança na disputa do mercado. Este é um ambiente onde milhões de dólares estão em disputa, as casas de saúde se vangloriam de possuírem os melhores equipamentos já fabricados, porém o paciente, sem essa integração, nunca terá o melhor tratamento possível.

Um sistema completo voltado para o paciente, entretanto, precisa que os sistemas de saúde entreguem a este paciente, suas informações de controle e registros históricos de maneira padronizada, de tal forma que ele possa levá-las de um ambiente para outro de forma segura, garantindo o sigilo necessário, porém, com facilidade de acesso por todos os interessados na informação. A mídia geral poderia ser um CD, que constaria de uma anamnese geral do paciente durante sua vida, seus registros profiláticos, seus exames laboratoriais, registros de doenças, atividades cirúrgicas, exames radiológicos, ultra-sonografias, etc. Esta mídia deveria possuir um padrão internacional como os dos diskettes de computador para poderem ser acessados por

qualquer equipamento ou dispositivo digital e possível de acrescentar novas informações a qualquer momento.

Com a expansão da Internet, a divulgação de informações do ambiente de saúde, passa a ocupar bastante espaço em discussões, uma vez que esta nova facilidade pode criar condições para a implantação de Telemedicina.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS – <http://www.who.org>), Telemedicina compreende a oferta de serviços ligados aos cuidados com a saúde, nos casos em que a distância é um fator crítico; tais serviços são prestados por profissionais da área da saúde, usando tecnologias de informação e de comunicação para o intercâmbio de informações válidas para diagnósticos, prevenção e tratamento de doenças e a contínua educação de prestadores de serviços em saúde, assim como para fins de pesquisas e avaliações.

A maior parte das especialidades médicas já utiliza tecnologia da informação e comunicação para o desenvolvimento da prática médica a distância. O contínuo desenvolvimento da tecnologia de telecomunicações vem afetando os profissionais de saúde, abrindo novas possibilidades para a colaboração a serviços prestados em regiões muito distantes. Dentre os usos de telemedicina mais conhecidos estão a videoconferência médica, os trabalhos colaborativos e o estudo de casos na área de pesquisa; a educação a distância, a educação continuada, a especialização, o aperfeiçoamento e a atualização na área de capacitação profissional; e a segunda opinião, a consulta on-line e o telediagnóstico por imagem na área de atendimento.

No Brasil, as ações em Telemedicina vêm sendo realizadas desde a década de 90, porém de forma tímida. Um país com dimensões continentais, no entanto, tem muito a ganhar com a formação e a consolidação de redes colaborativas integradas de assistência médica a distância. Benefícios como a redução dos custos com transportes e comunicações e a possibilidade de levar a medicina especializada a regiões remotas do país fazem enorme diferença.

Segundo TANEMBAUM (1999), a possibilidade de mesclar informações, comunicação e entretenimento certamente dará origem a uma nova e avançada indústria baseada nas redes de computadores.

Para ser atingida esta fase tecnológica, necessita-se, entretanto, primeiro padronizar os processos internos da casa de saúde, integrando todos os ambientes e

criando um ambiente de controle hospitalar completo, cujo principal beneficiário será o paciente, e não como ocorre hoje, a administração do hospital.

## **6. Um modelo de integração - Automação de pacientes**

O projeto de automação de pacientes tem a finalidade de agilizar os processos de atendimento aos usuários e aumentar a qualidade deste, com maior exatidão nos controles de consultas e administração de medicamentos.

O processo se baseia na eliminação das fichas de atendimento em papel, como controle do atendimento, passando então a ser utilizada uma ficha eletrônica em um Palm, um computador de bolso, como uma agenda eletrônica, que passará a registrar todas as ocorrências decorrentes daquele atendimento.

Além disso, um dos grandes problemas do atendimento é o de manter um grande volume de dados sobre os pacientes, principalmente quando é necessário um acompanhamento detalhado de cada paciente, desde a diagnose e a prognose, passando pelos exames e os resultados do tratamento. Todos esses registros são necessários para a análise de todo o processo, porém mantê-los atualizados e colecioná-los em fichas ou relatórios é bem trabalhoso. Os médicos tipicamente escrevem suas notas em fichas a mão, às vezes não muito legíveis, os auxiliares tem de gastar algum tempo decifrando-as para ministrá-las aos pacientes e registrando-as posteriormente manualmente, para controles de estoque, registros de contas, etc. A cada passo deste processo, as informações são susceptíveis a erros, porém o que parece é não existir um modo mais fácil, para este tipo de coleta de dados.

O projeto apresentado se baseia nos Palms com scanner de código de barras embutido. Cujas informações cadastrais do paciente, são carregadas a partir de um sistema PIS (Patient Information System), implantado, na hora da recepção do paciente, uma vez que o Paim emula terminal ou micro na rede.

Este procedimento não imprimirá a ficha de atendimento, hoje em dia utilizada, e sim uma pulseira para o paciente com um código de barras, que o identificará até o momento de sua liberação.

Alguns exemplos do Palm, utilizados em nosso projeto encontram-se nas figuras 12 e 13 da página seguinte.



Figura 12 - Um palm. Fonte: 07/10/2000, <http://www.palm.com/>

O Palm com os dados cadastrais do paciente e do médico indicado para o atendimento é então repassado pelos atendentes ao médico, que procederá a consulta selecionando no mesmo, em menus, as diversas ações necessárias para o seu diagnóstico, solicitação de exames e receituário de medicamentos e procedimentos, no momento da conversa com o paciente.

Sempre que o PALM repousar em um cradle, como o mostrado na figura acima, o mesmo pode atualizar informações para o sistema na rede, ou receber novos dados do

## Internet-to-Go!

**With a Palm™ handheld, if you're not at your office, neither is your e-mail. Neither is the Web. Here's how you can take the Internet to go with a Palm VII, Palm V series or Palm III series handheld.**

*Stay wired without wires...*

The industry's first handheld with a fully integrated wireless communicator. Simply flip up the antenna to tap into the best of the Web. Check e-mail. Trade stocks. Buy a book. [Much more...](#)

*...with the*  
**Palm™ VII**  
*wireless handheld.*



Figura 13 – Uma integração de um palm em uma rede wireless

Fonte: 07/10/2000, <http://www.palm.com/>

sistema. Desta forma de um outro PALM, em qualquer lugar na unidade de atendimento de saúde, ou mesmo via Internet, é possível ser observada a ficha de um paciente que foi, ou está sendo atendido.

O software do Palm permite modificações do atendimento até que um procedimento seja efetivamente ministrado no paciente. Após isso, ninguém terá mais condições de alterá-lo, uma vez que o software protege todas as informações da ficha consideradas imutáveis, como os dados cadastrais e os procedimentos efetuados nos pacientes. No software o registro de cada ocorrência é registrado com data e hora, podendo desta forma se traçar um histórico completo desse atendimento.

Para o registro das informações são utilizadas várias técnicas de comunicação do usuário com o Palm, de forma a facilitar o acesso a qualquer pessoa com um mínimo de conhecimento de um microcomputador. Na programação deste são utilizados menus de escolha, menus de lista, possibilidade de aparecer um teclado virtual na tela para escrever o procedimento, caso não esteja na lista, ou digitar números, criando a possibilidade de gerar um pequeno relatório em segundos.

Ao ministrar medicamentos ou realizar procedimentos no paciente, a equipe de enfermagem contará com auxílio do Palm, que será utilizado da seguinte forma:

- 1) Será lido pelo scanner o código de barra do paciente na sua pulseira. Na figura 14, na próxima página, é possível notar o palm com um scanner acoplável.
- 2) Aparecerão os dados do paciente em uma janela perguntando ao atendente quais os procedimentos que estarão sendo ministrados.
- 3) Ao se indicar o procedimento, pode ser solicitado pelo scanner o código de barras do medicamento ou material necessário para o procedimento e sua respectiva quantidade.
- 4) No caso de procedimentos como aferição de pressão arterial, temperatura, peso, etc. só é solicitada informação da quantidade aferida.
- 5) Após todos os procedimentos realizados o atendente fechará o atendimento daquele instante.

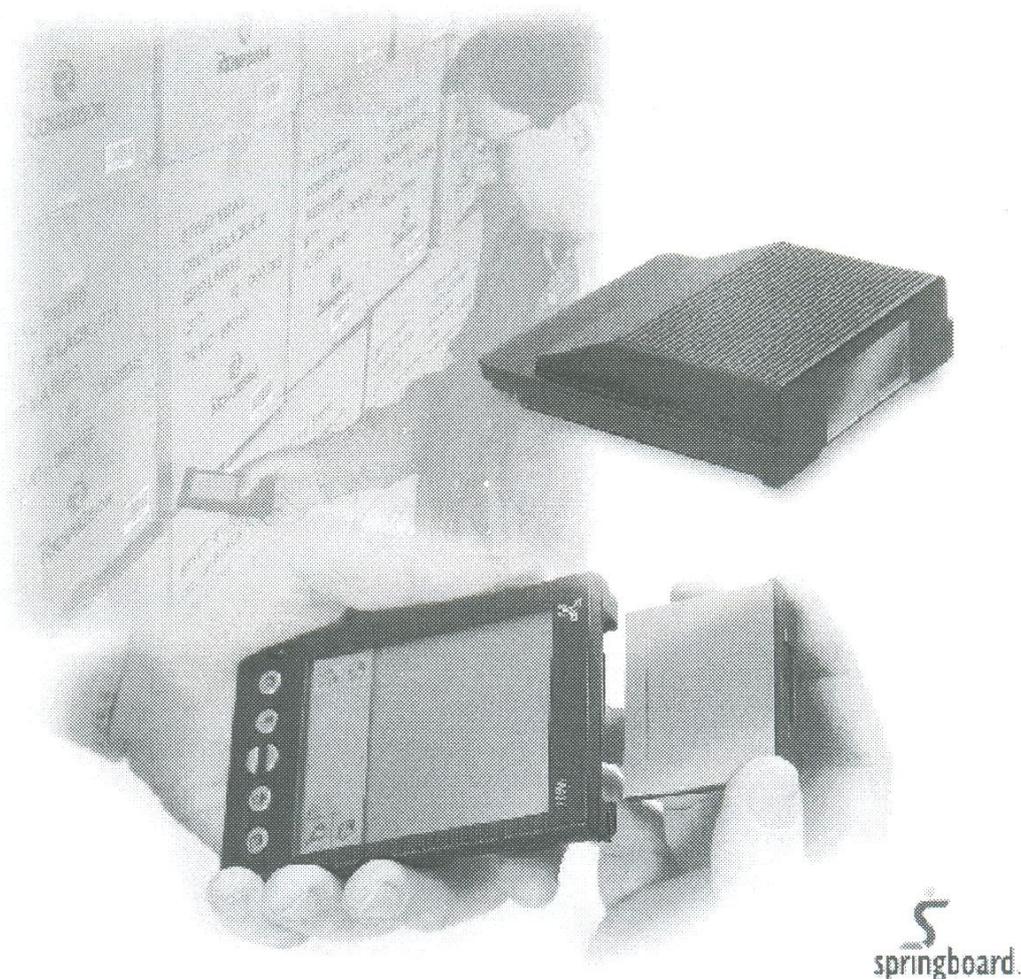


Figura 14 – Um palm e um módulo de scanner de código de barras.

Fonte: 08/10/2000, <http://www.handspring.com/>

- 6) Neste momento, nenhuma informação mais, poderá ser alterada por quem quer que seja, nem mesmo a exclusão da ficha.

O Palm, como é um computador e, mundialmente é mais utilizado como agenda, alertará com alarme, de todos os horários de procedimentos necessários, registrados anteriormente no momento necessário. Um paciente com soro, por exemplo, pode ser calculado o tempo de infusão do mesmo e a enfermeira estar presente no final, avisada pelo Palm.

Além disso, o Palm terá a finalidade de eliminar casos de erros de horários, ou decorrentes da ministração medicamentos trocados, evitando-se assim custos como os

mais de Us\$ quatro bilhões, que os Estados Unidos, gastam anualmente como custo da ineficiência decorrente de erros médicos deste tipo.

Uma vez registrado os medicamentos ministrados automaticamente, fica fácil o controle de estoque do ambulatório a estatística de consumo, com a eliminação da duplicação de digitação para o sistema de estoque, hoje necessária e principalmente a chegada das informações via rede para a farmácia com a finalidade de atender esta solicitação mais rapidamente.

A farmácia então pode preparar os medicamentos e materiais solicitados diretamente ao paciente destinatário reembalando-os em recipientes que agora contem uma etiqueta contendo o código de barras do paciente e as informações adicionais de administração daqueles medicamentos.

No caso da central de enfermagem, para agilizar o registro de controle de estoque, preparo de procedimentos, ou para o auxílio de médicos inexperientes com a interface visual do sistema do Palm, é possível acoplar no Palm um teclado de computador conforme mostrado abaixo, na figura 15. Desta forma o sistema operará como se o Palm fosse um notebook.



Figura 15 – Um teclado para palm.

Fonte: 07/10/2000, <http://www.palm.com/>

Para o uso da unidade de urgência e emergência e seu serviço de remoção, será possível a partir da base de registros no banco de dados de atendimentos anteriores, observar o histórico do paciente antes do mesmo ser atendido, verificando dados como uma anamnese do mesmo fazendo um tipo de remoção ou atendimento mais especializado, uma vez que é possível saber se o paciente é diabético, alérgico a algum

tipo de medicamento, seu tipo sanguíneo, ou se é necessária uma remoção especial por deficiência física.

Novamente, todos os dados adicionais coletados durante o processo de atendimento, ao chegar à base da unidade de saúde, ou transmitindo via Internet móvel, os médicos do posto de atendimento podem ter as informações sobre o mesmo antes de sua chegada, agilizando assim todas as etapas do atendimento da urgência.

Conforme mostra a figura 16, o scanner pode ser retirado do sistema facilmente dando lugar a outros periféricos como modems sem fio que permitem a transmissão e recepção dos dados via telefonia celular, recebendo os mesmos como se fossem e-mails.



Figura 16 – Um palm e uma aplicação com código de barras.

Fonte: 08/10/2000, <http://www.handspring.com/>

Como sempre no final das contas, o papel é necessário. O sistema poderá emitir o relatório completo do atendimento, com as assinaturas do(s) médico(s) responsável(is) e do responsável pelo paciente, para fins de confirmação e registro.

Ao mesmo tempo, toda a cadeia do atendimento é suprida de informações, que atualizarão a base do atendimento, da unidade de saúde, do controle de estoque e outras, possibilitando no futuro uma extração dessas informações com a finalidade de auxílio no processo decisório da ampliação e melhoria da qualidade do atendimento ao cliente.

## **7. Utilização do modelo apresentado**

O modelo apresentado no capítulo 6 foi projetado, voltado para o enfoque do paciente, pelo autor deste trabalho, através de pesquisas realizadas com vários médicos que dispunham de ferramentas como os palms a partir de julho de 2000, e apresentado à orientação deste, no início de dezembro desse ano.

O palm existia como armazenador de dados de alguns dos médicos do plano de saúde onde foi realizada a pesquisa, e se acreditou que fosse fácil disseminar a cultura deste, por todo o ambiente.

Realmente, é possível, porém a conscientização do uso desta tecnologia, tem de vir acompanhada de serviços que possam auxiliar os médicos nas considerações de tratamentos necessários ou na elaboração de diagnósticos, sob pena de se tornar apenas mais um instrumento de controle burocrático de informações e utilização apenas pelos médicos gestores.

Foi surpresa, entretanto, ser publicado neste mesmo mês, a divulgação do prêmio de melhor utilização de tecnologia da revista INFORMATIONWEEK, do projeto implantado de características bastante semelhantes, no Hospital Albert Einstein, de São Paulo. Não se tinha conhecimento desse projeto, até o momento desta divulgação, que está transcrita em toda sua extensão no anexo 11 deste trabalho.

Isto, longe de desmerecer a condição de uma idéia aparentemente inédita para integração de um ambulatório surgiu como uma confirmação de que a pesquisa realizada podia ser completamente implementada e geraria resultados absolutamente satisfatórios para todos os envolvidos no processo de atendimento e principalmente para o paciente.

Conforme demonstra a reportagem, entretanto, a implantação do sistema não de deu num estalar de dedos, mas fruto de trabalhos árduos de integração entre equipes, tecnologias e equipamentos, com o objetivo único de centralizar as informações e os fluxos então dispersos por vários formulários e setores do hospital.

Em síntese, a tecnologia apresentada pode ser implementada, por uma equipe multidisciplinar envolvendo especialistas do conhecimento da área médica, analistas da informação, especialistas em ciência cognitiva e de fatores ergonômicos, que juntos analisarão as formas e condições de registro e recuperação das informações do sistema.

Não se espere uma adesão de 100% dos usuários ao mesmo tempo, como todo processo de visão integradora, os passos a serem seguidos têm de ser firmes em cada etapa, com sua completa eliminação de erros, a exemplo dos processos poka-yoke. O próprio Hospital Albert Einstein, ainda não deu por concluído sua completa integração.

O palm apesar de popular nos Estados Unidos e conseqüentemente ter uma sobrevida tecnológica por sua facilidade de integração, não se pode afirmar que os próximos modelos sejam completamente compatíveis com os atuais. Isto levará a equipe do projeto a manter tecnologicamente o projeto atualizado, porém, sempre visando o objetivo final da melhor prestação de serviços ao paciente.

## **8. Conclusões**

### **8.1 Conclusões Gerais**

O ambiente da pesquisa proporcionou, devido ao vasto volume de informações, a condição de se observar a necessidade de integrar os ambientes de uma unidade de saúde de forma a propiciar ao paciente uma recuperação mais eficiente e eficaz.

Esta integração indica que o enfoque puramente tecnológico da informação não consegue objetivar isto, sem uma análise das causas e condições de ocorrências de erros.

Os mecanismos do pensamento, baseados em experiência, em regras e conhecimento têm de ser incluídos no projeto sob condições de auxiliar a todo o momento os profissionais em cada etapa de seu trabalho, uma vez que qualquer falha de informação gerada em qualquer ponto do fluxo mostrado no capítulo 3, pode ocasionar uma propagação deste erro em escala elevada, contribuindo para os números alarmantes mostrados, somente do processo de administração de medicamentos.

Regras do mecanismo poka-yoke devem ser sempre observadas neste processo.

As redes de computadores têm de serem projetadas visando mais segurança ainda, uma vez que as informações em papel passam a não existir, e uma falha momentânea das mesmas, pode levar ao descrédito de todo o sistema. Além disso, estas têm de integrar novos equipamentos como computadores dedicados ao serviço de análises clínicas, tomógrafos computadorizados, ressonância magnética, raios-X digital, eletrocardiógrafos e vários outros, cada um inclusive com interfaces de software e hardware às vezes trazendo soluções proprietárias.

Os analistas de informação têm de projetar os bancos de dados permitindo toda esta diversidade.

E os especialistas da ciência cognitiva, devem utilizar as técnicas de inteligência artificial para a elaboração de projetos para a área médica de maneira a proporcionar a estes, melhores condições de diagnósticos, uma vez que neste processo muito baseado no conhecimento, as ferramentas de tomada de decisão informatizadas, ainda são incipientes.

## 8.2 Trabalhos Futuros

Como sugestão de trabalhos futuros, pode-se observar os seguintes:

### 8.2.1 A criação de um dispositivo para a realização dos exames de grupo sanguíneo e de fator Rh automatizados.

Os exames de tipagem sanguínea são realizados na maioria dos laboratórios de forma absolutamente manual, possibilitando a geração de erros, que podem trazer conseqüências fatais. Ministras um sangue errado em um paciente é possível matá-lo.

É um exame bastante simples, e de grande solicitação para os laboratórios, trata-se de observar a reação da mistura de 3 gotas de sangue aplicadas a uma lâmina de vidro, cada uma das gotas com os reagentes anti-A, anti-B e anti-Rh, respectivamente. O exame é concluído com a observação dos padrões de aglutinação ou não dos reagentes após alguns segundos de estabilização da mistura sangue e reagente. A figura 17, a seguir, ilustra o exemplo.

Embora seja simples, o técnico tem de estar bastante atento ao padrão apresentado para evitar tirar observações erradas, o que é bastante possível, uma vez que corriqueiramente este exame torna-se com o passar do tempo para o técnico, do tipo baseado na experiência, uma troca de posição dos reagentes o levará a conclusões erradas. A troca de lâminas de paciente também, o que gera quase uma dezena de possibilidades de ocasionar erros neste exame, de fato bastante simples.

Para evitar isso, o dispositivo apresentado deveria realizar a seguinte seqüência de ações:

1. Ler o código de barras do tubo de ensaio do sangue do paciente.
2. Sugar através de uma agulha e pipeta, o equivalente a 0,15 ml de sangue deste tubo.
3. Dispor este conteúdo em três gotas dispostas sobre a lâmina, na forma da figura.
4. Sugar através de outras três agulhas e pipetas, o equivalente a 0,05 ml, uma gota, de cada uma das soluções, anti-A, anti-B e anti-Rh, respectivamente.

5. Depositar cada uma das gotas das soluções dos reagentes em cima das gotas de sangue da lâmina, nas posições mostradas na figura.
6. Agitar um pouco cada uma das gotas utilizando outras agulhas individuais.
7. Após aproximadamente vinte segundos observar a imagem obtida com uma câmera digital, registrando seu padrão.
8. Identificar o padrão obtido através do emprego da tecnologia de redes neurais.
9. Só existem dois padrões obtidos, o aglutinado e o desaglutinado, através da seqüência, de  $2^3$  combinações possíveis determinar um dos oito possíveis resultados: A+, B+, AB+, O+, A-, B-, AB- e O-.
10. Armazenar o resultado em sua base de dados, e enviá-la via rede ao LIS.
11. Eliminar a pipeta e a agulha que sugaram o sangue.
12. Limpar as agulhas individuais que agitaram a mistura sangue e soluções.
13. Preparar para outro paciente.

A complexidade deste sistema está no passo 8, uma vez que a identificação de padrões deverá seguir controles de observações encontrados com as propriedades de serem acessíveis, determinísticos, episódicos, semi-estáticos e não discretos, segundo RUSSELL e NORVIG (1995).

Este dispositivo seria então seguro para gerar os resultados dos exames, armazenando-os e integrando-os à rede sem qualquer intervenção manual.

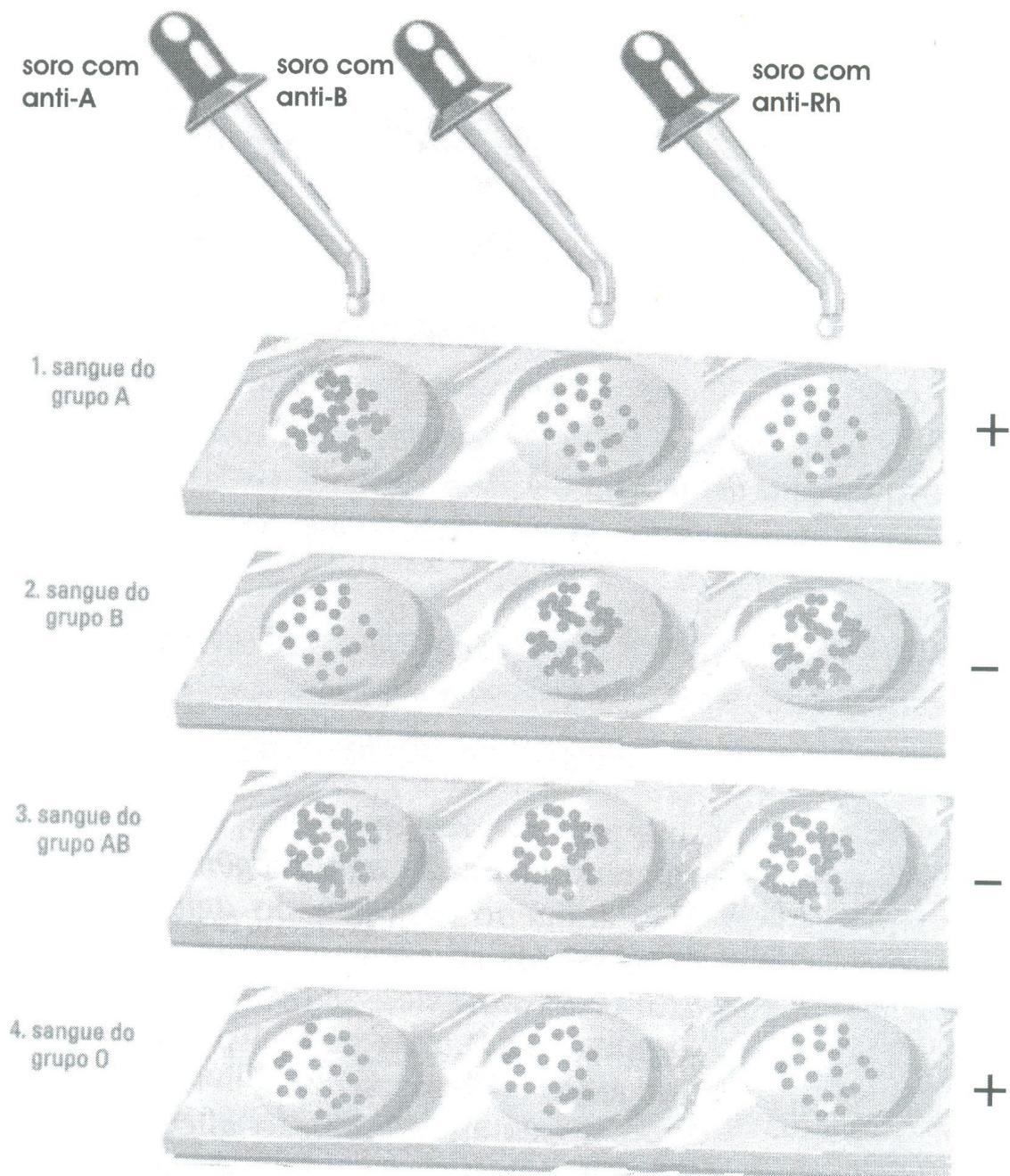


Figura 17 – Um exame de grupo sanguíneo e fator Rh.

Fonte: Lopes, Sônia, Bio, São Paulo – Saraiva, 1988, p.346

### **8.2.2 Interfaces de varres equipamentos de laboratório, diagnósticos por imagem e de terapia.**

Vários desses equipamentos, desde os mais simples, como o do exame de agregação plaquetária, possuem saídas seriais, padrão RS-232C, para comunicação com impressoras e outros dispositivos. Esses dispositivos podem então através de uma interface especializada podem transmitir dados para computadores responsáveis pelo armazenamento de informações, eliminando transcrições, que são fontes de erros do sistema.

Os mais sofisticados, como os equipamentos de ultra-sonografia, tomografia computadorizada, raios-x digital e ressonância magnética já dispõem de Workstations, que podem consolidar estas informações em imagens para os laudos. A integração dessas informações, com as dos bancos de dados dos sistemas PIS e LIS e a conversão das imagens do formato DICOM, utilizado nestes aparelhos, para qualquer imagem matricial ou vetorial que possa ser lida em um PC, integra estes dois mundos e possibilita o armazenamento em uma rede única.

### **8.2.3 Integração dos Gamuts de Radiologia, Ultra-sonografia, Tomografia e Ressonância Magnética, gerando uma única fonte de informação.**

Gamuts nessas áreas são bancos de dados padrões de observação para relacionar as causas e sintomas de patologias encontradas nestes exames. Como não existe um padrão integrado desses gamuts, o médico radiologista tem de pesquisar cada um dos compêndios em separado para orientar seu laudo. Criando uma leitura difícil e necessitando da experiência e bastante conhecimento do médico para a formalização de um diagnóstico. Com este trabalho de integração os gamuts seriam colocados em um único banco de dados e cruzados entre si pelos tipos de exames realizados, utilizando-se de tecnologias de tratamento de incertezas e redes neurais.

### **8.2.4 Sistema de diagnósticos para médicos, baseado em Inteligência Artificial**

Um sistema de diagnósticos que possa auxiliar o médico na conclusão de seu diagnóstico com o auxílio de bancos de dados de gamuts, os seus próprios de pacientes anteriores e a possibilidade de incluir algum auxílio baseado em redes neurais, tratamento de incertezas e lógica fuzzy seria importante para a sua utilização. A utilização de um sistema desta natureza auxiliaria os profissionais de saúde reduzindo consideravelmente o tempo de pesquisa desse profissional para diagnósticos e profilaxia e reduziria a probabilidade de erro, objetivo maior desta pesquisa.

### **8.3 Conclusões específicas**

A implementação deste modelo cuja parte foi detalhada no capítulo 6 visa a eliminação total dos erros que podem acontecer a partir das etapas de transcrição, de distribuição e administração de medicamentos nos pacientes. Somente esta parte da integração implantada no sistema de saúde dos Estados Unidos, ocasionaria uma economia de mais de Us\$ 1 bilhão por ano, reduzindo os erros do gerenciamento de medicamentos do nível de 37% a padrões abaixo de 25%. Com a integração desta solução com a automação do fluxo hospitalar e os centros de diagnósticos, o erro restante que seria o da falha de diagnóstico cairia para patamares abaixo de 10%. O que economizaria algo em torno de Us\$ 3 bilhões no total, uma redução de 75% do valor inicial.

Além da redução de custos, o modelo implantado possibilita uma melhor eficiência e eficácia no tratamento dos pacientes, resultando em redução de tempo de internação, através de mais rápida recuperação dos mesmos, uma vez que estes não receberão medicamentos errados, o que torna o paciente mais satisfeito com o hospital.

O aumento por parte do paciente da confiabilidade da classe médica é outro item conclusivo da implantação deste sistema.

Esta integração também permitirá ao médico, a reunião de todas as informações do atendimento de seu paciente de maneira a orientá-lo na tomada de decisões relativas ao diagnóstico, ao tratamento, além de possibilitar a geração de estatísticas.

E finalmente, o médico passa a dispor de um serviço que o auxiliará para emissão de seus laudos, controle de resultados de seus tratamentos e registros informatizados, motivando o mesmo a utilizar cada vez mais deste tipo de solução.

**ANEXO I - Modelos de documentação**





# HOSPITAL X

Paciente: \_\_\_\_\_ Procedência: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_ Apartamento: \_\_\_\_\_ Enfermaria: \_\_\_\_\_

Cirurgia: \_\_\_\_\_

Cirurgião: \_\_\_\_\_

1º Auxiliar: \_\_\_\_\_ 2º Auxiliar: \_\_\_\_\_

Início (hora) \_\_\_\_\_ Término (hora) \_\_\_\_\_

## MATERIAIS / MEDICAMENTOS / SOROS / FIOS / GASES

• MATERIAIS	• SOROS		
Álcool Iodado	Soro Glicosado 500ml		
Água Oxigenada	Soro Fisiológico 500ml		
Atadura Gessada	Soro Ringer c/ Lactado 500ml		
Agulhas 13x4,5	Soro Ringer Simples 500ml		
Agulhas 25x7	Soro Glico-Fisiológico 500ml		
Agulhas 30x8	Soro Manitol		
Agulhas 40x12	Soro Manitol/Sorbitol		
Coletor Urina (saco)	Água Destilada		
Coletor Urina Sist. Fechado	Outros Soros		
Compressas Cirúrgicas	• GASES		
Compressas de Gases			
Cateter Epidural N°	Oxigênio		
Drenos	Dióxido Carbono		
Esparadrapo	Nitrogênio		
Equipo	Ar Medicinal		
Eletrodo	Óxido Nitroso		
Fita Micropore	• FIOS		
Jelco N°			
Lâmina Bisturi N°	Fio Cirúrgico	Código	Quant
Liga Clip N°			
Luvras Cirúrgicas N°			
Povidine			
Scalp N°			
Sonda de Foley 2 vias N°			
Sonda de Foley 3 vias N°	• MEDICAMENTOS		
Sonda Uretral N°			
Sonda Nasogástrica N°			
Sonda Retal N°			
Sonda Endotraqueal c/ balão N°			
Sonda Endotraqueal s/ balão N°			
Seringas 20ml			
Seringas 10ml			
Seringas 05ml			
Seringas 03ml			
Seringas 01ml			

Assinatura \_\_\_\_\_



# HOSPITAL X

Data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Data Intern. \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Data Cirurgia \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_ Leito \_\_\_\_\_ Registro \_\_\_\_\_ Categoria \_\_\_\_\_ Peso \_\_\_\_\_ Idade \_\_\_\_\_  
 Diagnóstico \_\_\_\_\_ Cirurgia \_\_\_\_\_ PVC Normal \_\_\_\_\_ Cmh20 \_\_\_\_\_

	SINAIS VITAIS				ENTRADA				SAÍDA				AP. RESPIRATÓRIO			SNC		
	T	PA	FC	RIT	PVC	Via Oral	Soro	Plasma	Sangue	Dreno	Diurese	Digest.	Outros	Tipo	P. Pressão	F.	V. Cor	REAÇÕES
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
<b>BALANÇO PARCIAL</b>																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
<b>BALANÇO PARCIAL</b>																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
<b>BALANÇO PARCIAL</b>																		
<b>Ass.</b>																		





# HOSPITAL X

SERVIÇO \_\_\_\_\_ ANDAR \_\_\_\_\_ QUARTO \_\_\_\_\_ LEITO \_\_\_\_\_ CLASSE \_\_\_\_\_

NOME:

Nº REGISTRO

## RELATÓRIO DA OPERAÇÃO

OPERADOR  
NOME COMPLETO

NOME COMPLETO

1º ASSISTENTE

2º ASSISTENTE

3º ASSISTENTE

INSTRUMENTADOR

ANESTÉSICOS

ANESTESIA

ANESTESISTA

DATA DA OPERAÇÃO

INÍCIO

FIM

DIAGNÓSTICO PRÉ-OPERATÓRIO

OPERAÇÃO TIPO

DIAGNÓSTICO PÓS-OPERATÓRIO

RELATÓRIO IMEDIATO DO PATOLOGISTA

COBRANÇA DE HONORÁRIOS  
PELO HOSPITAL

( ) SIM ( ) NÃO

PROCEDIMENTO ( ): \_\_\_\_\_

ACIDENTES DURANTE A OPERAÇÃO

VIAS: \_\_\_\_\_

CIRURGIÃO: \_\_\_\_\_

C.R.M. \_\_\_\_\_ C.P.F. \_\_\_\_\_

1º AUXILIAR: \_\_\_\_\_

C.R.M. \_\_\_\_\_ C.P.F. \_\_\_\_\_

2º AUXILIAR: \_\_\_\_\_

C.R.M. \_\_\_\_\_ C.P.F. \_\_\_\_\_

PEDIATRIA: \_\_\_\_\_

C.R.M. \_\_\_\_\_ C.P.F. \_\_\_\_\_

OBSERVAÇÃO: \_\_\_\_\_

## DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO

(TÉCNICA, LIGADURAS, SUTURAS, DRENAGEM E FECHAMENTO)



# HOSPITAL X

## Boletim de Pacientes Internados no CTI

DATA: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ MÉDICO: \_\_\_\_\_

LEITO	PACIENTE	NÍVEL DE CONSCIÊNCIA	SISTEMA CÁRDIO VASCULAR	DIURESE	RESPIRAÇÃO	DIETA	ESTADO GERAL

**ANEXO II – Transcrição de artigo da revista INFORMATIONWEEK**

## ANEXO II

TRANSCRIÇÃO DE ARTIGO DA REVISTA INFORMATIONWEEK  
DE 20 de dezembro de 2000 – Ano 2 nº 36, páginas 44 a 49

# SEM FIOS SEM ERROS

**Em sua segunda edição, o Prêmio Melhor Uso de Tecnologia de INFORMATIONWEEK Brasil reconhece a aposta em solução wireless para conter os erros de medicação do Hospital Albert Einstein**

*Sonia Penteado*

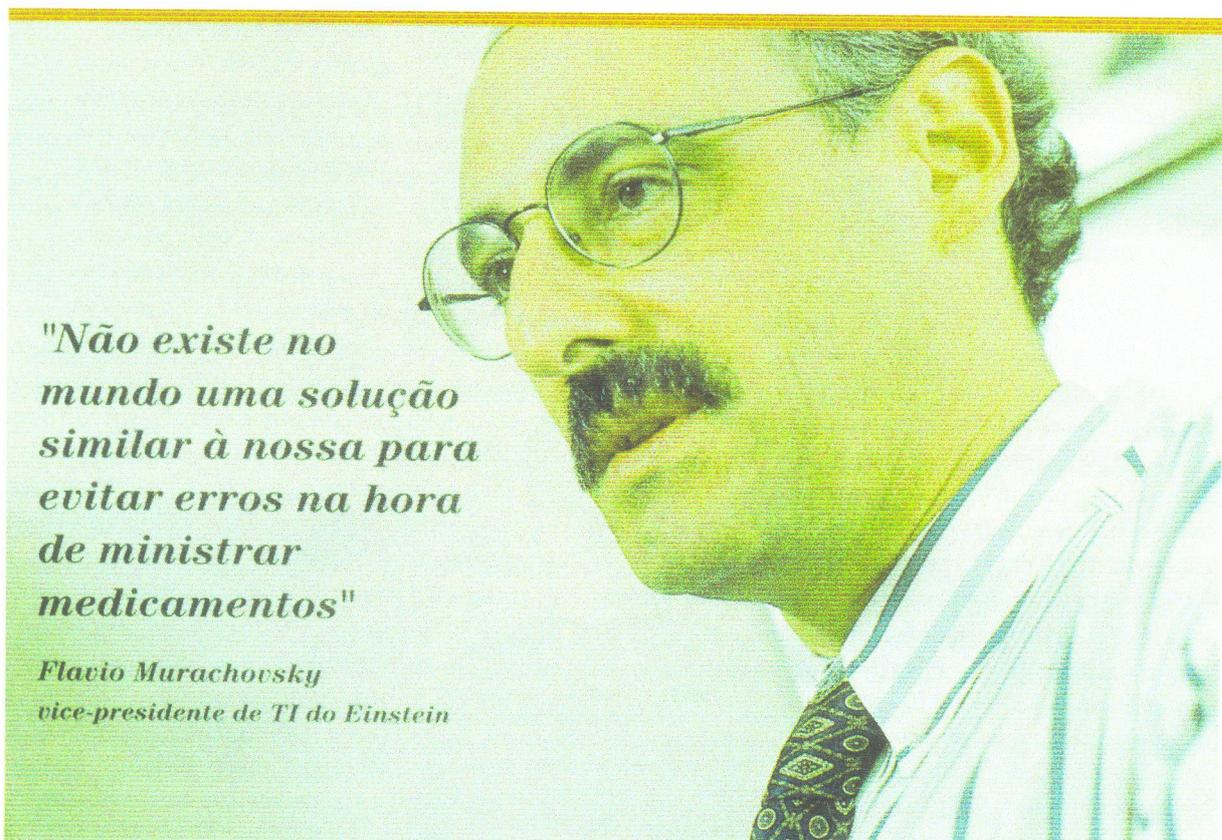
Comida ruim, noites insones e exames desagradáveis fazem parte do imaginário de todo mundo que se vê obrigado a passar uma temporada em um hospital. Os mais entendidos afirmam, no entanto, que esses são males menores diante de alguns acontecimentos inesperados que podem acometer um paciente durante seu período de internação. Uma dessas fatalidades é a possibilidade de se ver vítima de um erro de medicação. Remédios esquecidos, doses inexatas e medicamentos trocados ao que tudo indica não são práticas muito raras em hospitais do mundo todo. Só nos Estados Unidos, por exemplo, esses erros matam anualmente entre 44 mil e 98 mil pessoas. Há pouco mais de um ano, no entanto, a equipe de tecnologia da informação do Hospital Israelita Albert Einstein, de São Paulo, decidiu apostar em tecnologia de ponta para dar um basta nessa situação. Para atingir tal objetivo, o hospital optou por uma solução que reúne uma estrutura de rede wireless com palmtops para os enfermeiros, pulseiras com código de barras para os pacientes e etiquetas também codificadas em toda a medicação do hospital. “Não existe no mundo uma solução similar à nossa para evitar erros na hora de administrar um medicamento”, afirma Flavio Murachovsky, vice-presidente de TI do Einstein.

O pioneirismo, a utilidade do projeto e os cuidados tomados ao longo da implantação foram os fatores que levaram os jurados responsáveis pela seleção do Prêmio **INFORMATIONWEEK Brasil** de Melhor Uso de Tecnologia, a escolher o projeto do hospital como o vencedor deste ano. “O Caso do Einstein se sobressaiu pelo risco inerente envolvido nessa solução, tanto pelas condições operacionais envolvidas – área de saúde, administração de medicamentos, acompanhamento de informações de pacientes, entre outras - , como pelas condições tecnológicas existentes, em que o padrão tecnológico dos equipamentos e das interfaces são os principais desafios”, afirma Edgar D’Andréa, sócio da empresa de consultoria PricewaterhouseCoopers.

Além de D’Andréa, a equipe de especialistas formada para analisar e escolher o melhor uso de tecnologia deste ano contou com Alberto Albertin, professor do departamento

de tecnologia da informação da Fundação Getúlio Vargas, de São Paulo; Marcelo Mendes, diretor da Ernst & Young Consulting; Marcelo Piquet Carneiro, consultor da Deloitte Consulting; Roberto Carlos Mayer, diretor da empresa de consultoria MBI, e Silvio Genesini, sócio-diretor da Andersen Consulting. Esses profissionais destacaram também a inovadora aplicação de ensino a distância da CRT – Companhia Riograndense de Telecomunicações (veja quadro à página 48).

Ganhar a admiração desses especialistas foi o resultado de um trabalho longo e árduo da equipe de TI do Einstein. Para os leigos, porém, o sistema implantado parece quase óbvio. Ao se internar, o paciente recebe uma pulseira de identificação marcada com um código de barras. O médico faz a prescrição dos medicamentos específicos para seu tratamento e a coloca na rede de computadores do Einstein. A farmácia do hospital reúne os remédios – também codificados – em um saco plástico lacrado e marcado com o mesmo código do paciente. O enfermeiro, ou assistente de enfermagem, tem acesso às informações da rede por meio de palmtops, que trazem leitores de código de barras embutidos. Para evitar os enganos, esse profissional checa, através dos palms e das pulseiras, se os códigos do paciente e dos medicamentos são correspondentes. Caso não seja o remédio, a hora e a dose certas, o dispositivo avisa sobre o engano. “A principal vantagem é que essa é uma ferramenta de trabalho que o profissional pode levar para a beira do leito e realizar suas atividades freqüentes, como identificar o paciente, verificar os cuidados necessários, anotar os sinais vitais e ainda registrar os medicamentos ministrados, com mais segurança e agilidade”, complementa Murachovsky.



Mas o fato é que essa solução aparentemente simples exigiu – e ainda exige – um bocado de trabalho e criatividade do pessoal de TI. Por ser inédita, gerou desafios dos mais diversos. Vencer a resistência dos enfermeiros e estabelecer um mecanismo de segurança para os dados trafegados na rede sem fios foram algumas das preocupações da equipe. Isso

sem falar no desenvolvimento das aplicações que são utilizadas pelos profissionais e na tarefa de descobrir um sistema que possibilitasse a sincronização de múltiplos usuários simultaneamente, coisa que a solução-padrão da Palm não permite. “Hoje, que já finalizamos o projeto-piloto e estamos gradativamente ampliando para outras áreas do hospital, o processo todo parece descomplicado, mas se não tivéssemos optado por uma implantação para lá de cautelosa, acho que corríamos o risco de não ver o projeto vingar”, diz Jamil de Souza Mattar, gerente executivo de TI do hospital.

A cautela a que Mattar se refere está representada no quase um ano e meio que o projeto levou para partir de uma idéia na cabeça e começar a se alastrar para as diferentes alas do Einstein. Neste período a rotina desses profissionais esteve recheada de visitas a hospitais nos Estados Unidos com soluções similares e reuniões com os principais fornecedores, incluindo a companhia americana Symbol, dona dos palms e representada no Brasil pela Seal, especializada no fornecimento, implantação e suporte a sistemas de identificação e captura automática de dados. Um dos pontos-chave de todo o processo era a segurança do ambiente, que envolvia resolver as questões relativas à inviolabilidade das informações e a não-interferência nos equipamentos médicos. A opção por uma rede spread spectrum, padrão IEEE 802.11, que utiliza as faixas de frequência entre 2,4 GHz e 2,5 GHz, resolveu a possível interferência na aparelhagem médica, que em geral trabalha em 800 MHz.

## Tomando pulso da situação

O projeto para erro de medicação zero no Einstein começa assim que o paciente é internado. Assim que chega, ele recebe uma pulseira de identificação marcada com um código de barras. Seu médico faz a prescrição dos medicamentos específicos para o tratamento e a coloca na rede de computadores do Einstein.



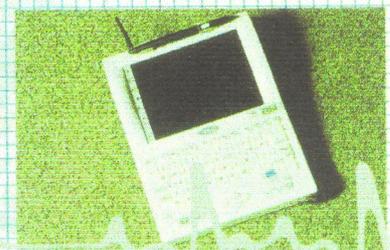
O enfermeiro, ou assistente de enfermagem, tem acesso aos dados da rede por meio dos palmtops e checa se os códigos do paciente e dos medicamentos são correspondentes. Caso não seja o remédio, a hora e a dose certas, o dispositivo avisa sobre o engano.

O hospital optou por uma rede spread spectrum, padrão IEEE 802.11, que utiliza as faixas de frequência entre 2,4 GHz e 2,5 GHz, com velocidade de 2 Mbps. As antenas têm alcance de 50 metros em ambiente com paredes e possuem mecanismo especial de transmissão para evitar quebras na segurança.



Na maternidade, as crianças recebem uma pulseira com um código igual ao da mãe e essa identificação só é descartada quando ambos deixam o hospital. Na hora das visitas ou do aleitamento, as enfermeiras checam se as pulseiras dos bebês e das mães são correspondentes.

A farmácia do hospital separa todo o medicamento que recebe em doses unitárias. Toda manhã checa as prescrições médicas e reúne os remédios – também codificados – em um saco plástico lacrado e marcado com o mesmo código do paciente.



O próximo passo é a adoção de um notebook especial e sem fio, que poderá ser utilizado para eventuais necessidades de rodar nos andares uma versão full do sistema integrado de gestão MedTrak.

Para garantir que pessoas não-autorizadas não conseguissem acessar o ambiente de rede, que atua com 2 Mbps de velocidade, a instituição optou por antenas com alcance máximo de 50 metros em ambiente fechado. Mesmo assim, cuidados extras eram necessários. A alternativa escolhida foi adotar um sistema que altera aleatoriamente a faixa de transmissão entre 2,4 GHz e 2,5 GHz a cada fração de segundo. “Dessa forma, mesmo que uma pessoa de fora ou em trânsito no hospital queira se infiltrar em nosso sistema ela não vai conseguir”, afirma Murachovsky.

Outro importante desafio enfrentado pela área de TI foi o desenvolvimento da aplicação do palm que deveria rodar de forma integrada com seu ambiente de retaguarda, centralizando no sistema de gestão MedTrak. Específico para o ambiente hospitalar e desenvolvido pela empresa australiana Trak Systems, o produto é representado no Brasil pela Leme Informática e teve sua implantação efetivada no hospital pela consultoria Axis Informática. O MedTrak faz todo o gerenciamento dos pacientes do Einstein, que desde a implantação do sistema passaram a ter um prontuário eletrônico, onde todas as informações sobre seu tratamento são armazenadas. O software realiza também a administração, de forma integrada, de todas as áreas clínicas e administrativas do hospital. Com esse ambiente funcionando a pleno vapor há mais de um ano, a equipe de TI tinha a missão de transformar as aplicações que seriam disponibilizadas no palm em uma extensão do sistema de gestão. “Tínhamos duas opções. Partir para o desenvolvimento interno dos módulos para o ambiente sem fio ou acionar a Trak, para que eles realizassem esse trabalho para nós”, afirma Mattar.

No primeiro contato com a desenvolvedora australiana, o hospital teve a boa notícia de que a empresa tinha todo o interesse em desenvolver módulos de aplicativos wireless para o MedTrak. “Em pouco mais de um mês, já tínhamos em mãos a primeira versão beta do produto”, conta o gerente de TI. O software utilizado hoje, que acabou se transformando em um módulo à parte do sistema de gestão e já está sendo comercializado pela Trak para seus clientes ao redor do mundo, tem pouca semelhança com a versão beta original. Afinal, dar palpites para aprimorar a interface e fazer pedidos de novos recursos se tornaram práticas corriqueiras do time do hospital designado para avaliar o sistema. Mattar conta que a equipe da Trak aceitou a vasta maioria das sugestões, tornando a aplicação muito próxima dos desejos dos usuários. “A maneira intuitiva de navegar no ambiente e inserir os dados ajuda muito a conquistar mesmo o mais relutante dos enfermeiros”, diz Mattar.

E relutância dos usuários foi de fato uma das barreiras mais difíceis de ser vencida. “Utilizar o sistema é muito fácil. Em menos de uma semana eu já não tinha qualquer dúvida como de como usá-lo. Mas o equipamento em si é meio desconfortável, pesado”, afirma Regina de Andrade, enfermeira do berçário e usuária do sistema há quase seis meses. Mattar reconhece que o tamanho e o peso do equipamento são reclamações quase unânimes entre os profissionais que começam a trabalhar com o sistema. A própria Regina afirma, porém, que o eventual desconforto é recompensado pela segurança que o ambiente confere. Transportado para a maternidade, o sistema está sendo utilizado para evitar a troca de bebês. Assim que nascem, as crianças recebem uma pulseira com um código igual ao da mãe e essa identificação só é descartada quando ambos deixam o hospital. “Nós ficamos bem mais tranquilas na hora das visitas ou do aleitamento porque checamos o código no berçário e na hora de entregar o bebê para a mãe. E as famílias, sempre curiosas sobre a solução, também se mostram maravilhadas com o sistema”, diz Regina.

Além de tranquilizar pais angustiados com o fantasma da troca de bebês, o palm dá mais agilidade no cuidado com os recém-nascidos, assim como o dos pacientes de outras alas. “Como o prontuário do paciente está disponível no equipamento, consigo esclarecer possíveis dúvidas que eu tenha sobre algum tratamento ou procedimento que precise ser feito ou até mesmo que já tenha sido realizado. Na troca de turnos, por exemplo, o trabalho fica

mais simples”, conta a enfermeira.

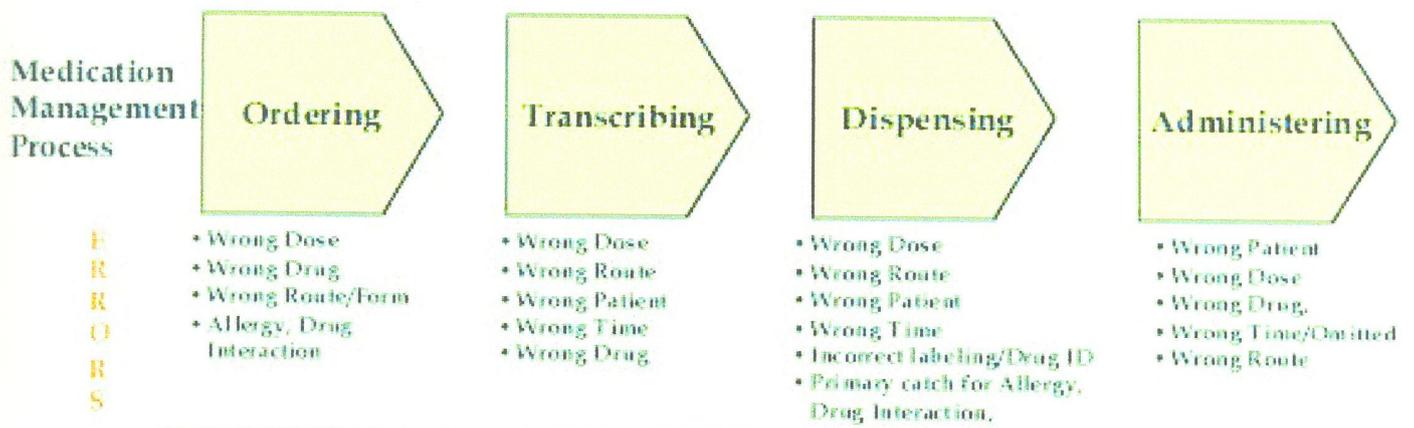
Para garantir que essa facilidade passe para outras áreas do hospital, o Einstein está prevendo dobrar o número de handhelds utilizados já nos próximos meses, chegando a 120 equipamentos, que podem ser divididos entre 250 enfermeiros em três turnos, numa média de setenta a oitenta profissionais por período. Com um custo aproximado de 350 mil reais, o projeto exigiu que a instituição repensasse também todo o sistema de controle e codificação dos medicamentos que entram e são armazenados em seu estoque. Assim que chegam os carregamentos de remédios, esses são retirados das caixas originais e embalados um a um, recebendo outra embalagem com código de barras padronizada pelo Einstein.

“A indústria brasileira não codifica os medicamentos de uma forma que possa ser controlada pelos hospitais, o que nos obriga a recodificar todo e qualquer remédio que chegue”, diz Murachovsky. Para facilitar a manipulação e o gerenciamento pelo sistema, esses medicamentos são separados em cartelas com doses individuais, em que cada uma recebe um código próprio. “Com esse sistema conseguimos ainda manter a rastreabilidade do paciente. Ou seja, caso seja descoberto um problema em determinado lote de remédio, sabemos exatamente quem usou aquele medicamento e podemos contatá-lo para tomar as precauções devidas”, afirma o vice-presidente.

Com a previsão de investir no próximo ano cerca de 5% de seu faturamento em tecnologia, o Einstein não espera que os avanços dos projetos de TI parem por aqui. “O palm é apenas um dos mais de 120 projetos que temos em andamento no hospital e sabemos que ainda tem muita coisa a ser feita”, diz Mattar. Entre as novidades previstas para 2001 está a utilização de um notebook especial e sem fio, que poderá ser utilizado para eventuais necessidades de rodar o sistema MedTrak “full” nos andares. “Com ele, vai ser possível, por exemplo, a retirada de exames laboratoriais no quarto do paciente, bem como a visualização das imagens de radiologia”, afirma Murachovsky. Diante de tanto investimento em tecnologias de ponta, é bem provável que, em breve, os pacientes do Einstein tenham de se preocupar apenas com a tradicional falta de tempero da comida, as noites mal-dormidas e os exames desagradáveis. O que já não é pouco.

**ANEXO III – Parte da Home Page da US Acute Care Hospital Segment**

## Medication Management: *High-level Process*



Percent of Errors	50%	12%	14%	38%
<u>Intercept Rate</u>	<u>25%</u>	<u>3%</u>	<u>5%</u>	<u>1%</u>
True Error Rate	25%	9%	9%	37%

- Total annual cost of inefficiencies and errors equates to >\$4B.
- More than 100,000 preventable fatalities occur each year

US Acute Care Hospital Segment

## Referências Bibliográficas

- FELCIANO, Ramon. Human Error on Medicine. <http://www-camis.stanford.edu/people/felciano/hci/humanerror/humanerrortalk.html>, California, US, jan/2001.
- CASEY, Steven. Set Phasers on Stun: And Other True Tales of Design, Technology, and Human Error. Santa Barbara: Aegean Publishing Company, 1993. 1ed. p52.
- REASON, James. Human Error. Cambridge University Press, 1990. 1 ed. p123.
- NORMAN, Donald. Learning and Memory, W.H. Freeman & Company, 1982. 1ed. p25.
- TANEMBAUM, Andrew S. Redes de Computadores. São Paulo: Editora Campus, 3ª edição, 1999, 948 pp.
- SHINGO, Shingeo, O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção, Bookman, Porto Alegre, 1996.
- RUSSELL, Stuart J; NORVIG, Peter. Artificial intelligence: a modern approach, New Jersey, Prentice-Hall, 1995
- GROUT, John, Mistaken Proofing. <http://www.mistakeproofing.com/>, Georgia, US, jan/2001
- GABA, David M; DEANDA, A. A comprehensive anesthesia simulation environment: re-creating the operating room for research and training., California: Anesthesiology, 1988;69(3):387-94.
- MARTINS, Domingos. Custos e Orçamentos Hospitalares - São Paulo - Atlas, 2000