

**Mauro Penha Bastos**

***Um Sistema Inteligente para Suporte a Ações de  
Redução de Custos na Prestação de Serviços Médicos***

Rio de Janeiro

2008

**Mauro Penha Bastos**

***Um Sistema Inteligente para Suporte a Ações de  
Redução de Custos na Prestação de Serviços Médicos***

Orientador:

Prof. Antonio Juarez Alencar, D.Phil.

Co-orientador:

Prof. Eber Assis Shmitz, Ph.D.

MESTRADO EM INFORMÁTICA  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA / NÚCLEO DE COMPUTAÇÃO ELETRÔNICA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA MATEMÁTICA E DA NATUREZA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Rio de Janeiro

2008

BASTOS, M. P.

Um Sistema Inteligente para Suporte a Ações de Redução de Custos na Prestação de Serviços Médicos ,[Rio de Janeiro], 2008. x, 92p., A8p., B11p., 29,7 cm

(IM/NCE/UFRJ, MSc., Informática, 2008)

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro,  
IM/NCE

1. Árvore de Classificação. 2. Simulação. 3. Predição. I. Título. II. Série

Dissertação submetida ao corpo docente do Instituto de Matemática (IM) / Núcleo de Computação Eletrônica (NCE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Informática.

Aprovada por:

---

Prof. Antonio Juarez Alencar, D.Phil.  
DCC/IM - UFRJ  
Orientador

---

Prof. Eber Assis Shmitz, Ph.D.  
IM/NCE - UFRJ  
Co-orientador

---

Prof. Jose Orlando Gomes, D.Sc.  
Escola de Engenharia - UFRJ

---

Profª. Renata Mendes de Araújo, D.Sc.  
Departamento de Informática Aplicada - UNIRIO

# *Dedicatória*

*À minha família, minha mãe  
e meu pai in memoriam.*

# *Agradecimentos*

Ao orientador e amigo Antonio Juarez Alencar, sem ele não teria conseguido, obrigado pela amizade, conhecimento, bom senso e por sua inteligência. Obrigado por acreditar em mim, pela persistência, pela dedicação, disciplina e por saber exigir e não exigir nos momentos certos.

Ao coorientador Eber Assis Schmitz pelos ensinamentos e dicas que facilitaram e aprimoraram o trabalho. Sua lucidez e sua visão global de diversas áreas melhoraram o trabalho.

À minha família e parentes pela compreensão em relação as minhas ausências e pelo apoio que me deram, e principalmente minha esposa que me apoiou incondicionalmente.

Aos meus amigos de trabalho que me apoiaram quando precisei estar ausente e acreditaram nos resultados de um curso tão longo.

*”Ao concluir o mestrado em Ciência da Computação iniciei um compromisso pessoal na área de Ciência da Computação, onde promoverei o uso, o aprendizado e o desenvolvimento da Informática em benefício de todos que precisem ou queiram utilizá-la como forma de promoção do desenvolvimento e bem estar social”*

**SBC**

# *Resumo*

Este trabalho apresenta um sistema inteligente para suporte a ações de redução de custos na prestação de serviços médicos. O sistema, que é baseado na geração automática de regras de negócio, pode ser usado para prever, com precisão, o risco e o custo de internação hospitalar de beneficiários de empresas de saúde suplementar e para orientar ações de redução de custos médicos, através de ações preventivas e corretivas. O sistema faz uso de dados que são freqüentemente armazenados nos bancos de dados de empresas de saúde suplementar e que, portanto, podem ser facilmente obtidos pelas empresas do ramo. Em adição, ele favorece a existência de empresas de saúde suplementar financeiramente mais saudáveis, ajudando a posicionar a informática como ferramenta de apoio a solução de um dos problemas que mais aflige às empresas deste mercado no Brasil: o aumento dos custos médicos.



# *Abstract*

This work introduces an intelligent system to support cost reduction actions in the health insurance industry. This system, which is based upon automatic business rule generation, may be used to forecast the risk of hospitalization of beneficiaries of health insurance companies and its related cost with precision. Moreover, the system can direct cost reduction actions in the health industry, favoring the use of both preventive and corrective actions. The system uses data that is generally found in the database of health insurance companies and that, as a result, are easily obtained. Furthermore, the system favors the existence of financially sound health insurance companies, helping to position information technology as an important tool to resolve a problem that mostly concerns all companies in this market: the increase in medical costs.

## *Lista de Figuras*

3.1	Árvore de classificação do clube de golfe. . . . .	p. 37
4.1	Modelo Gráfico do Sistema Inteligente . . . . .	p. 63
5.1	Permanência na seguradora na data da avaliação médica. . . . .	p. 67
5.2	Idade do beneficiário na data da avaliação médica. . . . .	p. 68
5.3	Distribuição dos custos médicos entre beneficiários submetidos a avaliação médica. . . . .	p. 70
5.4	Modelo de árvore de classificação do custo médico. . . . .	p. 73

# *Lista de Tabelas*

2.1	Classificação dos principais veículos de divulgação científica em informática médica pela CAPES. . . . .	p. 30
2.2	Alguns dos principais grupos de pesquisa da área tecnologia que lidam com informática médica segundo o CNPq. . . . .	p. 32
3.1	Observações coletadas junto aos associados de um clube de golfe. . . . .	p. 36
3.2	Regras que mostram as chances de ser realizado jogo no clube de golfe. . . .	p. 38
3.3	Cálculo <i>índice Gini</i> em diversas situações. . . . .	p. 39
3.4	Escala de Atividades Instrumentais de Vida Diária . . . . .	p. 41
3.5	Diagnóstico da escala de atividades instrumentais de vida diária (AIVD). . . .	p. 42
3.6	Escala de Depressão Geriátrica . . . . .	p. 43
3.7	Índice de Independência em Atividades de Vida Diária . . . . .	p. 47
3.8	Diagnóstico propiciado pela escala de Katz. . . . .	p. 48
3.9	Mini-exame do Estado Mental. . . . .	p. 49
3.10	Questionário usado por Boulton para determinar as chances de uma pessoa ser admitida como paciente em um hospital. . . . .	p. 50
3.11	As variáveis resultantes do processo de transformação do questionário de Boulton. . . . .	p. 51
3.12	Coeficientes da regressão logística usada por Boulton para o cálculo do $P_{ra}$ . . . .	p. 52
5.1	Distribuição da amostra por estado da federação. . . . .	p. 66
5.2	Distribuição da amostra por sexo. . . . .	p. 66
5.3	Distribuição da amostra tipo de contrato. . . . .	p. 66
5.4	Distribuição da amostra tipo de beneficiário. . . . .	p. 67
5.5	Distribuição de participantes do Programa Bem Viver na amostra. . . . .	p. 67

5.6	Estatísticas da permanência na operadora de planos de saúde na data da avaliação médica. . . . .	p. 67
5.7	Estatísticas da idade dos beneficiários na data da avaliação médica. . . . .	p. 68
5.8	Percentual de observações por tipo de escala médica. . . . .	p. 68
5.9	Critério utilizado para agrupar beneficiários em categorias de acordo com o custo médico incorrido em 24 meses. . . . .	p. 69
5.10	Categorias por percentual de contribuição para o custo médicos total, acumulados em 24 meses. . . . .	p. 70
5.11	Proporção de observações na amostra de treinamento e teste. . . . .	p. 70
5.12	Significado das variáveis utilizadas na construção da árvore de classificação. . . . .	p. 71
5.13	Regras geradas pela árvore de classificação. . . . .	p. 71
5.14	Regras geradas pela árvore de classificação Traduzidas. . . . .	p. 72
5.15	Avaliação da performance da árvore de classificação utilizando a amostra teste	p. 72
6.1	Inflação Médica em Diversos Países. . . . .	p. 75

## *Lista de Siglas*

AIVD	Escala de Atividades Instrumentais da Vida Diária
EDG	Escala de Depressão Geriátrica
IADV	Índice de Independência em Atividades de Vida Diária
MEEM	Mini-exame do Estado Mental
<i>P<sub>ra</sub></i>	Escala de Risco de Internação Hospitalar
OMS	Organização Mundial de Saúde
QUALIS	Classificação do Grau de importância de um artigo para o CAPES
CDSS	Sistemas de Suporte a Decisões Clínicas
CID	Código Internacional de Doença

# *Sumário*

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	p. 16
1.1	Motivação . . . . .	p. 16
1.2	O Setor de Saúde Suplementar . . . . .	p. 19
1.3	Formalizando o Problema . . . . .	p. 21
1.3.1	Por que precisamos de um conjunto de regras? . . . . .	p. 21
1.3.2	Por que as regras precisam ser robustas? . . . . .	p. 22
1.3.3	Por que as regras precisam ser auto-evolutivas? . . . . .	p. 22
1.3.4	Porque as regras devem ser auto-excludentes? . . . . .	p. 23
1.4	Objetivos Desta Dissertação . . . . .	p. 24
1.5	Organização da Tese . . . . .	p. 24
<b>2</b>	<b>Aplicações da Informática na Área Médica</b>	p. 25
2.1	O Que é Informática Médica . . . . .	p. 25
2.2	Principais Áreas de Atuação . . . . .	p. 26
2.3	Os Principais Veículos de Divulgação Científica . . . . .	p. 28
2.4	Informática Médica no Brasil . . . . .	p. 30
2.5	Relevância do Tema para a Ciência da Computação . . . . .	p. 32
<b>3</b>	<b>Métodos e Ferramentas</b>	p. 34
3.1	Árvores de Classificação . . . . .	p. 34
3.1.1	Em Termos Formais . . . . .	p. 35
3.1.2	Um Exemplo . . . . .	p. 36

3.2	Escalas Médicas . . . . .	p. 39
3.2.1	Escala de Atividades Instrumentais da Vida Diária . . . . .	p. 40
3.2.2	Escala de Depressão Geriátrica . . . . .	p. 42
3.2.3	Índice de Independência em Atividades de Vida Diária . . . . .	p. 43
3.2.4	Mini-exame do Estado Mental . . . . .	p. 44
3.2.5	Escala de Risco de Internação Hospitalar . . . . .	p. 45
<b>4</b>	<b>O Sistema Inteligente</b>	p. 53
4.1	O Que Faz com Que um Sistema seja Inteligente . . . . .	p. 53
4.2	Porque desenvolver sistemas inteligentes . . . . .	p. 54
4.3	Sistemas Inteligentes na Área Médica . . . . .	p. 56
4.4	Sistema Inteligente nas Operadoras de Plano de Saúde . . . . .	p. 59
4.5	Sistema Inteligente proposto nessa dissertação . . . . .	p. 62
<b>5</b>	<b>O Modelo Matemático</b>	p. 65
5.0.1	Descrição da Amostra . . . . .	p. 65
5.1	O Modelo . . . . .	p. 69
<b>6</b>	<b>Discussão e Conclusões</b>	p. 74
6.1	Perguntas Chaves . . . . .	p. 74
6.1.1	Por que desenvolver um sistema de suporte a redução de custos na prestação de serviços médicos? . . . . .	p. 74
6.1.2	Por que sistemas de suporte a redução de custos devem ser integrados com outros serviços médicos? . . . . .	p. 75
6.1.3	O que faz com que o sistema proposto nesta dissertação seja inteligente? . . . . .	p. 76
6.1.4	Por que árvores de classificação? . . . . .	p. 77
6.1.5	Quais são as principais desvantagens associadas ao uso de árvores de classificação? . . . . .	p. 78

6.1.6	Como o modelo de árvores de classificação se compara ao modelo de regressão logística de Boulton e associados? . . . . .	p. 78
6.1.7	Como a sociedade se beneficia do sistema inteligente proposto nesta dissertação? . . . . .	p. 79
6.2	Trabalhos Futuros . . . . .	p. 80
6.3	Conclusões . . . . .	p. 81
<b>Referências Bibliográficas</b>		p. 83



# ***1 Introdução***

## **1.1 Motivação**

No mercado altamente competitivo que marca o início do século XXI, a despeito da grande variedade de produtos e serviços disponíveis para o consumidor, a avassaladora maioria das empresas se vê obrigada a cobrar de seus clientes a quantidade exata de produtos que eles compram e o volume exato de serviços que eles consomem. Por exemplo: um motorista que entra num posto de gasolina para abastecer seu carro espera ser cobrado pela quantidade exata de combustível que for colocada no seu veículo. Devido à existência tanto de legislação pertinente quanto de pressões de mercado, ele não pode e não será cobrado por combustível que não tenha adquirido. O mesmo princípio se aplica a serviços de lavanderia, cinema, super mercado etc. Em todas essas áreas de negócio os clientes esperam ser cobrados pela quantidade exata de peças de roupas que querem lavar, filmes que vão assistir, quantidade de alimentos que pretendem consumir etc. (GRINOVER, 2004)

Em outros setores do mercado de serviços, tais como serviços bancários e telefonia móvel, o cliente adquire um volume pré-determinado de serviços por um preço fixo, pagando extra por aquilo que exceder ao volume de serviços contratado. Por exemplo: muitas empresas de telefonia móvel vendem pacotes de minutos por um preço fixo. Se o cliente exceder a quantidade de minutos contidas no pacote, ele é cobrado, em separado, por este serviço (ALMEIDA, 2006). Os bancos, por sua vez, oferecem a seus clientes pacotes de serviços a uma taxa fixa, caso o cliente ultrapasse os limites pré-estabelecidos ou utilize serviços fora do pacote ele será cobrado por estes serviços (MARQUES; ALMEIDA; PFEIFFER, 2006).

Entretanto, quando se trata de saúde suplementar a preferência dos clientes (ou beneficiários, como são mais comumente conhecidos), amparada por legislação específica, determina a existência de um conjunto de regras de negócio bem diferentes. Quando se fala em termos de seguro de saúde o beneficiário tende a preferir planos que ofereçam uma cobertura ilimitada por um preço fixo. Afinal, como diz o ditado: “com saúde não se brinca!”.

Uma vez que um plano de saúde tenha sido adquirido, em geral, é possível se consultar tantos médicos quanto o beneficiário julgar necessário, para tratar de todas as patologias que ele pensa possuir. Obviamente, cabe ao médico determinar a quantidade de exames aos quais o beneficiário deverá se submeter. A orientação médica pode ainda indicar a realização de internações para coleta de material, que não poderia ser realizada de outra forma, ou para a realização de cirurgias eletivas (BOTTESINI, 2005).

Por outro lado, avanços na ciência médica têm criado um fluxo contínuo de novas drogas, tratamentos, técnicas cirúrgicas e equipamentos capazes de identificar e controlar patologias que, sem o uso desses recursos, seriam fatais. A tecnologia de transplantes (TILNEY, 2003; FINN; GREEN, 2000), a ressonância magnética (REIMER; PARIZEL; STICHNOTH, 2003), o ultra-som (WELLS, 1993), a disponibilidade de tratamento para diabetes (CAMPBELL; JR., 2003), hipertensão (CHOBANIAN et al., 2003), uma grande variedade de doenças infecciosas (MANDELL; BENNETT; DOLIN, 2004) e AIDS (CINATL et al., 2003; HANS, 2001; KALICHMAN et al., 1998) são exemplos deste fluxo.

Embora o custo dos avanços médico seja considerável, aqueles que se beneficiam desses avanços são os primeiros a admitirem o seu valor. Em consequência, não somente a sobrevivência dos pacientes tem aumentado consideravelmente, mas também a pressão da sociedade para que seja disponibilizado mais e melhores facilidades para o tratamento das mais diversas patologias, que se tornam disponíveis, porém a preços cada vez mais elevados (APPAIX, 2004; SLOANE, 2007).

Um bom exemplo da pressão exercida pela sociedade, teve como consequência a quebra da patente pelo governo, com o apoio da OMS, de uma série de medicamentos de combate à AIDS (PARIZ, 2003; SALZANO, 2002). Um outro exemplo interessante é o movimento social, para que sejam reduzidos os preços dos medicamentos genéricos de combate a doenças contagiosas e endêmicas (GALVÃO, 2002).

Entre aqueles que procuram por tratamento médico, estão os idosos, que são os responsáveis pela parcela mais significativa dos custos assistenciais. Esse segmento da população vem crescendo sucessivamente em todo o mundo. Quanto maior for o número de pessoas idosas vivendo mais, acarretará que inevitavelmente os custos com saúde aumentem, caso a demanda por uma melhor qualidade de vida tiver que ser atendida (ANNIS, 2000; BENKO, 2000; VERRAS, 2002).

Portanto, não causa espécie, que as empresas do ramo de saúde conheçam tão bem seus custos médicos. Para manter os custos sobre controle, tanto o governo quanto às empresas de saúde suplementar têm recorrido a todo tipo de iniciativa, que embora difiram na sua natureza,

concordam em seus objetivos de redução de custos.

Tipicamente, o governo, nas suas diversas esferas, tem optado por investir em grandes projetos de prevenção de doenças, tais como: vacinação de grandes parcelas da população (JANSEN, 2003; WECKX; CARVALHO, 1999), campanhas de combate ao sedentarismo (NEGRÃO et al., 2000), conscientização da sociedade para a necessidade de mudança de hábitos alimentares (NOGUEIRA; COSTA, 2004), estímulo a praticas sexuais mais seguras (BERKOWITZ, 2003), incentivo ao auto-exame (TUCUNDUVA et al., 2004) combate as drogas (BASTOS, 2006), melhoria e abrangência da infra-estrutura de água e esgoto (FILHO, 2006), controle da poluição (BETING, 1998) etc.

Por sua vez, as empresas de saúde complementar têm tentado manter seus beneficiários bem informados sobre os sintomas e tratamentos disponíveis de doenças usuais, tanto nos seus sites na Internet quanto através de serviços de plantão médico via telefone, que estão disponíveis para consulta 24h por dia, nos sete dias da semana. Entretanto, de acordo com um estudo feito pela *American Agency for Healthcare Research and Quality* (BENKO, 2000), metade de todas as visitas de emergência não necessita de atendimento emergencial e mais de 60% de todas as consultas aos médicos não são para tratamento médico real, nestes casos o paciente procura por informações médicas de caráter geral.

Hoje em dia, todas as empresas de saúde suplementar fazem uso de auditoria interna para se assegurar que não somente os procedimentos médicos estão sendo feitos realmente em seus beneficiários, mas também para garantir o cumprimento das regras de negócio e cláusulas dos contratos de prestação de serviço (LEÃO; ZAGATTO; MOTTA, 2005). Em virtude dos planos de saúde serem um negócio complexo (envolvendo o bem estar de beneficiários, o conhecimento e experiência dos prestadores de serviços médicos e o efetivo gerenciamento de diferentes tipos de unidades médicas), a auditoria é um procedimento importante para manter os custos sob controle (EDWARDS; KUSEL; OXNER, 2000; RICE; MCKENDREE; KENNEDY, 2001).

Uma outra importante ferramenta de contenção de custos médicos que tem recebido atenção das empresas de saúde complementar é o uso dos sistemas de reconhecimento de impressão digital, face, voz ou íris de pessoas por equipamento biométrico. Essa tecnologia certifica, de forma irrefutável, a identidade do beneficiário, podendo também ser utilizada para garantir que o procedimento requisitado para um beneficiário é legítimo segundo o contrato e correto clinicamente, emitindo ou não uma autorização para execução desse procedimento. Portanto, o uso destes sistemas não somente reduz custos mas também aumenta a velocidade de atendimento dos procedimentos médicos e evita fraudes, aumentando a satisfação dos beneficiários, garantindo assim que o médico será pago pelo seu trabalho (KURPERSTEIN, 2001).

Na última década, tanto o governo quanto as empresas de saúde suplementar têm promovido programas de gerenciamento de saúde, que estabelecem mecanismos de cooperação entre profissionais da área médica e pessoas acometidas de certas doenças crônicas, tais como diabetes, hipertensão, asma etc. Em programas de gerenciamento da saúde, os pacientes são envolvidos ativamente nos seus próprios cuidados médicos, questionando os médicos sobre questões de suas doenças, adquirindo mais conhecimento sobre as doenças que são acometidos, adotando um estilo de vida mais saudável e trocando informações com outras pessoas que sofrem da mesma doença, etc. (BERG; WADHWA, 2002; CINEROS, 2002)

Um dos aspectos mais excepcionais dos programas do gerenciamento da saúde é que, em geral, os procedimentos são simples e baratos. Além disso, uma maior intimidade com os pacientes faz com que se possa vislumbrar os cuidados que eles necessitarão e os tratamentos a que terão de se submeter em futuro próximo, incluindo-se aí os eventos médicos os quais podem ser tratados hoje por medicina preventiva e procedimentos de baixo custo. Conseqüentemente os programas de gerenciamento da saúde não somente podem reduzir os custos médicos consideravelmente, mas também podem ajudar os pacientes a evitar eventos médicos perigosos que poderiam surgir mais tarde durante o decorrer de suas vidas (WOOLF; ATKINS, 2001).

## 1.2 O Setor de Saúde Suplementar

Uns dos setores mais importantes do mercado de prestação de serviços, quer no Brasil quer no exterior, é o de saúde suplementar, não somente pelo seu valor estratégico, já que lida com a saúde da população, mas também pela quantidade de recursos financeiros que circula neste mercado anualmente. Só no Brasil o setor de saúde suplementar movimentou mais de 10 bilhões de dólares no ano de 2003, se responsabilizando em 2004 pelos custos médicos de mais de 37,7 milhões de vidas (LIMA, 2005; ANS, 2007).

Entretanto, muitas empresas de saúde suplementar passam hoje por dificuldades financeiras consideráveis devido a um descompasso entre a receita decorrente do pagamento das mensalidades de seus beneficiários e os custos médicos decorrentes do uso de seus planos de saúde (ANS, 2007). A persistir esta situação, para se manterem saudáveis do ponto de vista financeiro, essas empresas terão necessariamente que recorrer a uma ou mais das seguintes alternativas:

- Redução dos benefícios oferecidos a seus clientes, mantendo a arrecadação nos níveis atuais - que é indesejável do ponto de vista dos seus beneficiários, especialmente dos portadores de doenças crônicas e idosos, e complicada de ser implementada face aos contratos de prestação de serviços já existentes;

- Aumento da receita através do aumento das mensalidades pagas pelos beneficiários - o que é perverso com a grande massa de pessoas que hoje já enfrenta dificuldades em manter o pagamentos de seus planos de saúde em dia;
- Racionalização dos custos operacionais e melhoria dos processos internos - que não é simples de ser obtido dado a sua complexidade, tende a propiciar ganhos limitados e não resolve o problema a longo prazo;
- Solicitar que o governo arque, total ou parcialmente, com os custos que excederem a receita - que é extremamente improvável de acontecer; ou
- Criar programas de ações de redução dos custos médicos - que não enfrentam nenhuma resistência nem por parte dos beneficiários nem, obviamente, por parte do governo.

Dentre as opções disponíveis para redução de custos médicos a modelagem preditiva desempenha um papel dos mais importantes e eficientes. Por que devemos esperar que uma pessoa se torne parte de um grupo de doentes crônicos antes que se possa fazer alguma coisa a respeito? Por que esperar que um doente crônico piore para depois tratá-lo a um custo provavelmente muito mais alto? Por que esperar que uma pessoa se interne várias vezes antes de prestar algum auxílio profissional? (ALENCAR et al., 2004)

Com a quantidade de dados disponíveis nos seus bancos de dados as empresas de saúde suplementar podem prever, com sucesso, quando certos clientes irão gerar custos médicos consideráveis. Em muitos casos, prover estes clientes com cuidados médicos e assistência profissional pode ser o suficiente para se evitar o pior (DALZELL, 2001; MCCAIN, 2001).

## 1.3 Formalizando o Problema

Dado um conjunto de observações auto-evolutivas  $\mathcal{O} = \{o_1, o_2, \dots, o_m\}$ , onde cada  $o_{j \in [1..m]} \in \mathcal{O}$  é uma tupla  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  e cada elemento  $x_{i \in [1..n]}$  pode assumir valor em um domínio diferente, seja  $v_{i \in [1..n], j \in [1..m]}$  o valor do elemento  $x_i$  de  $o_j$ . Note que, nestas circunstâncias, a variável  $w_{i \in [1..n]}$  em  $\mathcal{O}$ , é um valor não definido do conjunto  $\{v_{i,1}, v_{i,2}, \dots, v_{i,m}\}$ . Em adição, seja  $w_n$  a variável *target* que assume valor no conjunto de objetos  $J = \{j_1, j_2, \dots, j_n\}$  e cujo comportamento se deseja analisar.

Neste caso, deseja-se encontrar um conjunto  $R$  de regras, robustas, auto-evolutivas (por natureza) e auto-excludentes (por definição), da forma

$$P_1 \wedge P_2 \wedge \dots \wedge P_n$$

tal que  $P(w_n = j_i | r_k \in R) = p_i$ , onde:

- $P(w_n = j_i | r_k \in R) = p_i$  é a probabilidade de  $w_n = j_i$ , dado  $r_k \in R$ ,
- $j_i \in J$ ,  $p_i \in [0..1]$ , e
- $P_1 \wedge P_2 \wedge \dots \wedge P_n$  são predicados da forma:

$w_i \leq r$ , se  $w_i$  é uma variável contínua ou ordinal, e

$w_i \in \{c_1, c_2, c_3, \dots, c_l\}$ , se  $w_i$  é uma variável nominal,

para  $r$  and  $c_{j \in [1..l]}$  pertence ao domínio de  $w_i$ .

Note que, neste caso,  $p_i$  é a probabilidade que, em um dado período de tempo, uma pessoa venha a incorrer em uma certa categoria de custos médicos, Exemplo custos médicos altos.

### 1.3.1 Por que precisamos de um conjunto de regras?

Em sua obra “The Cold Equations”, o escritor americano Tom Godwin (1915 - 1980) chama nossa atenção para o fato de que embora o universo seja governado por equações cujo significado, mesmo depois de milhares de anos de evolução, ainda não compreendemos totalmente, a sociedade humana é governada por regras, que são muito mais simples de serem compreendidas e cujas conseqüências podem ser mais facilmente avaliadas (GODWIN, 1954).

De acordo com (LAWRENCE et al., 2004) e (PEREZ; DATTA-GUPTA; MISHRA, 2005), se as regras que usamos para explicar um fenômeno são conjunções não ambíguas de simples predicados, então elas podem ser facilmente lidas e compreendidas por todos os interessados (especialmente por aqueles com conhecimento restrito de matemática) e, em consequência, incorporadas a cultura organizacional, levando a decisões racionais mais ajustadas ao universo que nos cerca.

### **1.3.2 Por que as regras precisam ser robustas?**

Na área médica (assim como nas áreas que lidam com o comportamento humano, tais como Administração, Psicologia, Sociologia e Ciências Políticas) os dados oriundos das pesquisas de campo contém, freqüentemente, imprecisões que fogem ao controle do pesquisador.

Por exemplo, quando a saúde de uma pessoa é avaliada através de questionários contendo dezenas de perguntas, não é possível se dizer *a priori* quantas perguntas serão respondidas. Não somente o entrevistado pode se recusar a responder certas perguntas por vergonha ou desconhecimento, mas o próprio processo de entrevista pode ser interrompido por razões alheias à vontade do entrevistador, tais como aumento de pressão sanguínea, tontura, perda da noção de realidade, ou mesmo interrupção de uma simples ligação telefônica, se a entrevista estiver sendo realizada à distância.

Nestes casos, o pesquisador se vê diante de um quadro no qual tem que lançar mão de todos os meios possíveis para aproveitar o máximo das informações que conseguiu capturar quando o entrevistado estava disponível, mesmo que isso tenha ocorrido de forma incompleta. Veja (JACKSON; FURNHAM, 2005) para uma introdução a preparação e análise de questionários na área de saúde.

Portanto, um conjunto de regras robustas (isto é: que lidem bem com dados que estão apenas parcialmente disponíveis), é essencial no desenvolvimento de mecanismos de suporte à decisão na área médica.

### **1.3.3 Por que as regras precisam ser auto-evolutivas?**

Quem está ligado no que está acontecendo no mundo em que vivemos e tem preocupação com a saúde com certeza está ciente da enorme evolução que a área médica tem sofrido, nestas últimas décadas, que se traduz tanto no número de técnicas, métodos, equipamentos e drogas que aliviam o sofrimento de pessoas acometidas dos mais diversos tipos de patologias, quanto na velocidade com que as novas descobertas são anunciadas e colocadas a disposição do grande

público.

Um exemplo interessante nos é apresentado por Karina Pastore, repórter da Revista Veja, na edição de 31 de Outubro de 2007, quando chama a nossa atenção para um tratamento revolucionário para diabetes, uma doença que acomete mais de 5 milhões de brasileiros, que pode levar a perda de visão, a amputação de membros e, em última instância, a morte (PASTORE, 2007; PACE; NUNES; OCHOA-VIGO, 2003). Na reportagem de Pastore, uma brasileira acometida de uma forma avançada de diabetes se diz totalmente curada com o auxílio de um procedimento cirúrgico, que, a partir de agora, estará disponível para todos nós. Em consequência, dentro de pouco tempo, é possível que diabetes deixe de ser uma das principais causas de mortes entre os brasileiros.

Entretanto, não são somente os avanços médicos que modificam o perfil de saúde dos brasileiros, uma maior conscientização da necessidade de fazer exercícios em bases regulares e de manter uma dieta saudável também influenciam na prevenção doenças (NEIVA, 2006). Portanto, nos dias de hoje, qualquer modelo de suporte à decisão médica que pretenda permanecer efetivo ao longo deve incorporar elementos de auto-evolução, sob a pena de perder sua utilidade ao ficar rapidamente desatualizado.

### **1.3.4 Porque as regras devem ser auto-excludentes?**

Nem todo problema do mundo real requer auto-excludência. Por exemplo, muitos dos modelos de análise do comportamento do consumidor se beneficiam do fato de uma pessoa pode desempenhar, concorrentemente, papéis diferentes, com diferentes graus de intensidade, tais como o de “jovem profissional” e “amante de artes”(KUO; HO; HU, 2002). Entretanto, tais modelos exigem dos seus usuários um grau de abstração elevado e conhecimentos quantitativos avançados, que os permita lidar corretamente com a ambiguidade introduzida por estes modelos, onde, no caso geral, todos os objetos pertencem a todos os grupos (ASHARAF; MURTY; SHEVADE, 2006).

Ao evitar ambiguidades, regras auto-excludentes tendem a gerar modelos mais fáceis de serem compreendidos por pessoas com conhecimento restrito de matemática e estatística, tais como médicos e administradores da área de saúde, que podem, de uma forma mais independente, tomar decisões corretas a partir das informações apresentadas por esses modelos (ROMESBURG, 2004).



## 1.4 Objetivos Desta Dissertação

Neste trabalho apresentamos um sistema inteligente para suporte a ações de redução de custos na prestação de serviços médicos, baseado na geração automática de regras de negócio, que pode ser usado para prever, com precisão, o risco e o custo de internação hospitalar de beneficiários de empresas de saúde suplementar e para orientar ações de redução de custos médicos, através de ações preventivas e corretivas. Este sistema faz uso de dados que são freqüentemente armazenados nos bancos de dados de empresas de saúde suplementar e, portanto, podem ser facilmente obtidos pelas empresas do ramo.

Em síntese, ele favorece a existência de empresas de saúde suplementar financeiramente mais saudáveis, ajudando a posicionar a informática como ferramenta de apoio à solução de um dos problemas que mais aflige as empresas deste mercado no Brasil: o aumento dos custos médicos. Trata-se de uma solução computacional para o problema formalizado na Seção 1.3, que no caso geral, não pode ser resolvido por meios analíticos.

Os resultados desta dissertação foram parcialmente publicados na *Revista Latinoamerica de Administración*, em um artigo intitulado “Does Managed Care Yield Good Financial Health?” (ALENCAR et al., 2004).

## 1.5 Organização da Tese

No Capítulo 1 apresentamos a motivação desta tese. No Capítulo 2 apresentamos as aplicações da informática na área médica, a revisão bibliográfica das principais ferramentas utilizadas neste trabalho, assim como de outras iniciativas similares. No Capítulo 3 descrevemos os métodos de pesquisa que foram utilizados no trabalho. No Capítulo 4 descrevemos o que é um sistema inteligente. No Capítulo 5 descrevemos os resultados obtidos. No Capítulo 6, fazemos uma discussão das implicações dos resultados obtidos, apresentando as conclusões e fazendo sugestões para futuras pesquisas.

## 2 *Aplicações da Informática na Área Médica*

### 2.1 O Que é Informática Médica

Foi nos últimos trinta anos que a informática médica emergiu como uma área de pesquisa importante, capaz de congrega esforços para combater diferentes patologias, reduzir custos médicos e melhorar a qualidade de vida do ser humano. Durante este período existiram inúmeras tentativas para definir o termo “informática médica” e a partir daí organizar os esforços de pesquisa. Quatro definições ilustram os elementos chave da evolução da área nestas três décadas de existência:

- Segundo (COLLEN, 1977), o primeiro a tentar definir o termo no final dos anos 70, trata-se da aplicação de tecnologia da computação a todos os campos da medicina, incluindo-se aqui os cuidados com a saúde, o ensino de medicina e a pesquisa médica.
- Cerca de vinte anos mais tarde, devido a enorme evolução ocorrida na área, (FRISSE et al., 1995) definem o termo como o campo de estudo relacionado à vasta gama de recursos computacionais que podem ser aplicados ao gerenciamento, desenvolvimento e utilização da informação biomédica, incluindo o gerenciamento de serviços médicos e o próprio estudo da natureza da informação médica.
- No início dos anos 2000 (SHORTLIFFE; BLOIS, 2001) modifica essa definição ao estabelecer que a informática médica é um campo de desenvolvimento científico que lida com armazenamento, recuperação e uso de dados, informação e conhecimentos biomédicos para a resolução de problemas médicos e tomada de decisão médica.
- Mais recentemente, segundo (MASYS, 2007), informática médica, ou “informática biomédica”, é a ciência interdisciplinar envolvendo computação, engenharia, medicina e biomedicina, que lida com a informação biomédica, suas estruturas de desenvolvimento,

seus mecanismos de aquisições de conhecimento e uso. Neste contexto a palavra “biomédica” é usada em sentido amplo, para incluir pesquisa, educação e serviço de administração do cuidado com a saúde.

Note que desde que (COLLEN, 1977) definiu o termo “informática médica”, a área tem sofrido grandes alterações. Novas áreas de conhecimento passaram a integrar essa área de pesquisa, tais como clínica médica, administração médica, enfermagem e odontologia, abrindo caminho para que áreas até então distantes da computação passassem a dar a sua contribuição para o desenvolvimento da informática médica, com destaque para mineração de dados, sistemas inteligentes, inteligência artificial e ontologias (PERRY; RODERER; ASSAR, 2005).

## 2.2 Principais Áreas de Atuação

Segundo (MASYS, 2007) a contribuição da informática na área médica se dá de cinco formas distintas:

1. No desenvolvimento de métodos, técnicas e conceitos que facilitam o uso da informação pelos profissionais da área médica;
2. Na modelagem de estruturas para representar dados e informação e seus relacionamentos;
3. No desenvolvimento de sistemas de suporte a decisão médica com o objetivo de melhorar a prática médica, a educação médica, as pesquisas biomédicas e a administração de serviços de saúde;
4. Na avaliação dos fluxos de trabalho relacionados aos processos médicos, na gerência de mudanças desses processos, na comunicação entre os profissionais da área médica e no desenvolvimento de interfaces amigáveis que facilitam o uso de sistemas computadorizados;
5. No desenvolvimento de modelos matemáticos para pesquisa médica e para suporte a administração de serviços médicos.

Já (COIERA, 2003) é bem mais específico ao estabelecer onze áreas na quais a computação e a medicina já colaboram, a saber:

1. *Sistemas de informação em saúde* - constituído por sistemas que automatizam na administração de consultórios, centros médicos, hospitais e laboratórios de exames e imagens;

2. *Prontuário eletrônico do paciente* - composto por sistemas que servem para registrar a história médica do paciente, incluindo histórico médico de seus familiares imediatos, resultados de exames e seus respectivos laudos, sinais vitais e medidas analógicas colhidas durante consulta médica;
3. *Telemedicina* - isto é, o conjunto de tecnologias que permitem a ação à distância dos profissionais da área médica, incluindo, procedimentos cirúrgicos, diagnose, manipulação de instrumentos médicos, emissão de laudo de exames de imagem etc.;
4. *Sistema de apoio à decisão médica* - são sistemas que permitem que um médico seja auxiliado na tomada de uma decisão a partir de inferências de diagnóstico, recuperação histórica de dados com informações sintetizadas e análise de informações complexas;
5. *Processamento de sinais biológicos* - compostos por métodos, técnicas e sistemas que interpretam sinais os analógicos do paciente, transformando-os em informações úteis para a tomada de decisão;
6. *Processamento de Imagens Médicas* - sistemas que facilitam o armazenamento, o processamento, a recuperação e a análise destas imagens;
7. *Internet em saúde* - que disponibiliza informações médicas entre pontos geográficos distantes, facilitando a troca de informação entre centros de pesquisa e disseminado o conhecimento médico;
8. *Padronização da informação em saúde* - que facilita o intercâmbio de informações médicas;
9. *Mineração de dados* - ou seja de métodos e sistemas capazes de exibir os padrões existentes que em grandes volumes de dados com vistas a melhoria das ações médicas;
10. *Educação Médica* - composto por sistemas voltados para o ensino médico, presencial e a distância;
11. *Avaliação de sistemas de informação* - que procuram garantir que os sistemas de informação desenvolvidos na área médica atentem às suas respectivas especificações; e
12. *Segurança médica* - composto por sistemas que previnem erros, alertar para a possibilidade de epidemias, detectam a presença de agentes patológicos que causam infecções etc.

Note que classificação propostas por (COIERA, 2003) identifica dois grandes grupos de colaboração entre a informática e a medicina: os métodos, técnicas, conceitos e sistemas que

visam o aperfeiçoamento da área clínica e aqueles que estão voltados para a administração dos serviços médicos. Por exemplo, os sistemas de prontuário eletrônico, de apoio a decisão médica, de processamento de sinais biológicos dão suporte à área clínica da medicina. Por outro lado, os sistemas de padronização da informação, segurança médica, avaliação de sistemas de informação estão mais fortemente relacionados à área de administração dos serviços médicos. Existem ainda os sistemas que contribuem para os dois grandes grupos na mesma proporção como é o caso da mineração de dados.

## 2.3 Os Principais Veículos de Divulgação Científica

No Brasil, a importância da informática médica, para a computação, nos meios acadêmicos pode ser medida pela quantidade de periódicos e congressos que são classificados como QUALIS A e B em computação pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a saber:

- *Journal of Artificial Intelligence in Medicine* (AIM, 1989-2007) - publicado pela Elsevier Inc., trata de temas com perspectivas interdisciplinares variadas de problemas teóricos e práticos sobre inteligência artificial aplicada a medicina, biologia humana, e saúde, incluindo-se aqui: (a) tomada de decisão clínica baseada em inteligência artificial, (b) engenharia do conhecimento para medicina, (c) sistemas baseados em conhecimento e sistemas baseados em agentes, (d) inteligência computacional em biomedicina e medicina clínica, (e) sistemas de informação de inteligência médica, (f) sistemas de inteligência artificial em educação médica, (g) instrumentos e equipamentos inteligentes, (h) automação de inferência e meta inferência, e (i) metodologia, filosofia, ética e requisitos sociais das aplicações de inteligência artificial em medicina;
- *Journal of Computer Methods and Programs in Biomedicine* (CM&PM, 1985-2007) - publicado pela Elsevier Inc., tem por objetivo incentivar o desenvolvimento de métodos formais em computação e suas aplicações em pesquisa biomédica e em prática médica, com atenção para: (a) pesquisa básica com o auxílio de softwares aplicativos, (b) processamento de informação biomédica, (c) novas metodologias em computação aplicada nas áreas biomédicas, e (d) desenvolvimento de softwares na área de biomedicina;
- *Journal of Computers in Biology and Medicine* (CBM, 1970-2007) - publicada pela Elsevier Inc., é um elo de comunicação internacional dos avanços revolucionários que estão sendo feitos em termos de aplicações de computadores nos campos da biociência

e medicina. A publicação incentiva a troca de pesquisas importantes, instrução, idéias e informação em todos os aspectos que estão sendo expandidas pelo rápido uso do computador nestes campos, focando nas seguintes áreas: (a) análise de sistemas biomédicos: soluções e equações, (b) sistemas de síntese biomédica: simulações, (c) métodos especiais de processamento de dados médicos, (d) computadores para propósitos especiais e processamento de dados clínicos em tempo real e para uso clínico e experimental, (e) diagnóstico médico e processamento de registro médico incluindo também os campos de engenharia biomédica, informática médica, bem como bioinformática, e (f) aplicações médicas na internet e “World Wide Web”;

- *Journal IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine* (EM&BM, 1982-2007) - publicado pela Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. (IEEE), é uma publicação temática que cobre uma grande variedade de temas na área biomédica, tais como: engenharia bioquímica, biotecnologia, engenharia celular e de tecidos, captura e processamento de imagens, tecnologia da informação, instrumentação, sensores e medidas, micro e nanotecnologia, sistemas neurais e engenharia, modelagem de sistemas psicológicos, engenharia de reabilitação, robótica em cirurgia e telemedicina.
- *Journal of Medical Informatics & The Internet in Medicine* (MIIM, 1999-2007) - publicado pela Informa Healthcare, promove a aplicação da análise, inferência e raciocínio lógico à informação médica, incluindo sistemas especialistas e o uso de técnicas de inteligência artificial. A revista não impõe nenhuma restrição sobre o tipo de informação médica que estiver sendo analisada que pode ser de cunho médico-gerencial, registro de pacientes, exames clínicos, resultados laboratoriais, medidas psicológicas, imagens médicas, dados da medicina básica e epidemiológicas. Em adição, a revista cobre também temas ligados a organização de dados, informação e conhecimento na área médica e em aplicações da informática na educação médica.
- *Journal of Statistics in Medicine* (SM, 1982-2007) - publicado pela Wiley InterScience, é voltada para aplicações práticas da estatística e de outras ciências quantitativas na área médica, incluindo-se aqui a computação. A revista procura avançar o conhecimento em todas as áreas da análise e interpretação de dados médicos, com ênfase em experimentos clínicos, suporte à obtenção e confirmação de diagnósticos, controle de qualidade, análise de experimentos laboratoriais, pesquisa epidemiológica e tratamento da saúde. A revista é direcionada tanto para autores e leitores que sejam clínicos, epidemiologistas e pesquisadores da saúde em geral, quanto para estatísticos, cientistas da computação, engenheiros biomédicos e matemáticos com interesses em medicina.

- *IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems* (KOKOL et al., 2007) - patrocinado pelo IEEE, é um fórum de discussão dos últimos avanços da informática médica. O simpósio consiste de uma gama variada de assuntos relacionados a aplicação da informática na área médica com destaque para sistemas de informação em medicina, diagnóstico assistido por computador, sistemas médicos baseados em conhecimento, sistemas de suporte a decisão médica, equipamentos médicos com sistemas computacionais embutidos, processamento de imagens e sinais em medicina, compressão de imagens médicas, inteligência médica e *data warehouse*, redes de comunicação de dados e telemedicina, banco de dados médicos, disseminação de informações médica na Internet, banco de dados biomédicos multimídia, desenvolvimento de aplicativos médicos para dispositivos móveis e descoberta de conhecimento médico.

A Tabela 2.1 apresenta a qualificação de cada um destes veículos de divulgação científica pela CAPES.

Veículo	Tipo	Qualificação
Artificial Intelligence in Medicine	Journal	A
Computer Methods and Programs in Biomedicine	Journal	A
Computers in Biology and Medicine	Journal	A
IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine	Journal	B
Journal of Medical Informatics & The Internet in Medicine	Journal	A
Journal of Statistics in Medicine	Journal	A
IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems	Simpósio	A

Tabela 2.1: Classificação dos principais veículos de divulgação científica em informática médica pela CAPES.

## 2.4 Informática Médica no Brasil

De acordo com (SABBATINI, 1998) foi na década de 70 que a informática médica foi introduzida no Brasil. Nesta época, grupos de pesquisa do Núcleo de Computação Eletrônica (NCE) e da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (COPPE) desenvolveram diversos sistemas de informação de apoio aos serviços prestados pelo Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, da UFRJ, entre eles um sistemas de controle de farmácia.

Nesta mesma época, na UFRJ, o Prof. Luís Carlos Lobo introduzia a linguagem e ambiente de desenvolvimento MUMPS (WALTERS, 1997), um anacronismo para *Massachusetts General Hospital Utility Multi Programming System*, dando origem ao Núcleo de Tecnologia de

Educação em Saúde, uma unidade dedicada a formação de recursos humanos, pesquisa e desenvolvimento de sistemas na área da Educação em Ciências e Saúde. Um pouco mais tarde, ainda na década de 70, o Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP) passaria a utilizar microcomputadores para monitoração fisiológica digital e de apoio aos testes hemodinâmicos.

O interesse pelo tema por parte das duas maiores universidades do país acabou por gerar outras iniciativas na área. Em 1983, por exemplo, a Profa. Mariza Klück Stumpf, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, fundou o primeiro curso de informática voltado para alunos e pós-graduandos de medicina. No mesmo ano, o Prof. Renato Sabbatini, fundou o Núcleo de Informática Biomédica da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), o primeiro centro de pesquisa em informática médica formalmente constituído no Brasil.

Entretanto, o divisor de águas da informática em saúde no Brasil ocorreu em 1986, quando foi realizado o 1º Congresso Brasileiro de Informática na Saúde, por iniciativa do Ministério da Saúde do Governo Brasileiro, em Campinas, São Paulo (SABBATINI, 1986). Os pesquisadores presentes ao evento decidiram se organizar e fundar, naquele mesmo ano, a Sociedade Brasileira de Informática em Saúde ([www.sbis.org.br](http://www.sbis.org.br)), que passou a trabalhar para dar visibilidade ao tema em caracter nacional (SBIS, 2007).

A despeito de todo o esforço realizado pelo meio acadêmico e pelos profissionais das área de ciências exatas e das ciências médicas, foi somente em 1990 que Ministério da Saúde, através da Lei Federal 8080, deu os primeiros passos para a organizar o Sistema Nacional de Informação em Saúde (SNIS), visando coletar, integrar e disseminar as informações da área saúde no país. Em pouco tempo, o SNIS deu origem ao Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), que serviu de base para criação da Rede Nacional de Informações em Saúde (RNIS) que congrega dados de saúde de todos os municípios brasileiros, visando o estabelecimento de políticas públicas mais eficientes.

A partir do início dos anos 90, diversas iniciativas de ensino e pesquisa em informática médica floresceram no Brasil. Muito dessas iniciativas encontram-se relatadas, por pesquisadores brasileiros, na Revista de Informática Médica (NIB, 1998-2007), a primeira revista brasileira dedicada ao tema. De acordo com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico existem hoje no Brasil pelo menos trinta e um grupos de pesquisa que lidam com informática médica, congregando pesquisadores das área médica e de ciências exatas. Uma lista completa dos grupos de pesquisa pode ser obtida em (CNPQ, 2008). A Tabela 2.2 apresenta a relação dos principais grupos de pesquisa em informática médica no Brasil com origem na área tecnologia.



<b>Grupo de Pesquisa</b>	<b>Instituição</b>	<b>Unidade</b>
Biologia Matemática e Computacional	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	Programa de Engenharia de Sistemas e Computação da COPPE
Bioinformática e Informática Médica	Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)	Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial
Centro de Tecnologia Biomédica	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia
Computação Aplicada	Universidade de Fortaleza (UNIFOR)	Programa de Mestrado em Informática Aplicada
Grupo de Pesquisa em Informática Médica e Telemedicina	Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)	Departamento de Ciência da Computação
Inteligência Computacional Aplicada	Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)	Departamento de Ciência da Computação
Grupo de Processamento de Informação Multimídia	Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)	Departamento de Eletrônica e Computação
Grupo de Visão Computacional, Computação Gráfica e Processamento de Imagens	Universidade Federal do Paraná (UFPR)	Departamento de Informática
Laboratório de Engenharia Biomédica	Universidade Católica de Pelotas (UCPEL)	Engenharia Elétrica Eletrônica
Teoria e Aplicações de Inteligência Artificial	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	Departamento de Sistemas de Informação
Grupo de Pesquisas em Informática Médica	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	Departamento de Informática e Estatística

Tabela 2.2: Alguns dos principais grupos de pesquisa da área tecnologia que lidam com informática médica segundo o CNPq.

## 2.5 Relevância do Tema para a Ciência da Computação

O valor da pesquisa científica e, conseqüentemente, do conhecimento que ela gera sobre o universo a nossa volta só justificam os investimentos realizados pelo governo, empresas e indivíduos quando são postos a serviço da humanidade e do meio ambiente (JACOB, 2003; NOWOTNY; SCOTT; GIBBONS, 2001).

Dentre as diversas áreas do conhecimento que compõem a Ciência da Computação (uma lista completa pode ser encontrada em (ACM, 1998)) a informática médica é uma das mais importantes no que diz respeito a colocar a computação a serviço da humanidade. Não somente a informática médica ajuda a salvar vidas, mas também ajuda a melhorar a qualidade de vida de pessoas que sofrem das mais diversas enfermidades (TAYLOR, 2006).

Além disso, existe uma contrapartida, já que as ciências médicas têm servido de inspiração para o desenvolvimento de diversas áreas da computação, tais como: inteligência artificial, que desenvolve modelos e sistemas que exibem características da inteligência humana (NEVITSKY, 2004), e a robótica, que desenvolve mecanismos capazes de executar trabalhos de forma similar aos seres humanos (WISE, 2004).

Por outro lado, quanto mais pessoas fazem uso da computação, maior o interesse por esta ciência e maiores são os investimentos realizados no seu desenvolvimento. O surgimento da Internet é um excelente exemplo deste processo. A idéia de conectar computadores para formar uma rede de comunicação de dados foi inicialmente articulada por (LICKLIDER, 1960). Quando as idéias de Licklider foram apresentadas não tinham nenhum valor comercial e, portanto, nenhum investimento de porte foi realizado para desenvolvê-la.

Durante os vinte anos que se seguiram toda a pesquisa e desenvolvimento em redes de comunicação de dados foi financiada, principalmente, com dinheiro público, pelo Governo Norte-americano. Como não existia interesse comercial em se consertar computadores, a indústria direcionou seus recursos de pesquisa e desenvolvimento para outras áreas de interesse, tais como a tecnologia de banco de dados, que sofreu um grande desenvolvimento a partir de meados dos anos 70 (MULHEREN, 2006).

Foi somente no início dos anos 80 que as primeiras redes de comunicação de dados comerciais surgiram nos Estados Unidos, colocando mais recursos disponíveis para pesquisa e desenvolvimento em computação. Entretanto, mais dez anos ainda se passariam antes do surgimento da Internet no início do anos 90, que conecta, hoje em dia, bilhões de pessoas em todo o mundo e consome bilhões de dólares em pesquisa e desenvolvimento de produtos e serviços de toda ordem, incluindo-se aqui programas de navegação (*browsers*), provedores de conteúdo (jornais, revistas, grupos de interesse, etc.), programas para troca de correspondência (e.mail), respondedores automáticos de e-mails, telefonia sobre o protocolo da Internet (voz sobre IP), televisão sobre IP, comercialização de produtos (e-commerce e e-business), etc. (SHERMAN, 2003).

Neste sentido, a informática médica é uma grande aliada da computação. Ao despertar o interesse dos profissionais e das organizações que atuam na área de biomedicina (médicos, farmacêuticos, enfermeiros, dentistas, biólogos, laboratório de análises clínicas, hospitais, laboratórios farmacêuticos, operadoras de planos de saúde etc.), a informática médica acaba por atrair novos investimentos para a área, que resultarão no desenvolvimento de novas tecnologias, que, por sua vez, darão origem a novos produtos e serviços (GOLDSMITH, 2003).

## 3 *Métodos e Ferramentas*

### 3.1 *Árvores de Classificação*

Árvore de classificação são uma classe de métodos estatísticos concebida por (MORGAN; SONQUIST, 1963) nos anos 60 e mais tarde aperfeiçoado por outros, tais como: (KASS, 1980), (BREIMAN et al., 1984), (QUINLAN, 1992), (LOH; VANICHESTAKUL, 1988) e (LOH; SHIH, 1997).

Como método inferencial, árvores de classificação procuram explicar o comportamento de uma variável *target* a partir da combinação dos valores de um conjunto de variáveis preditivas. Para alcançar este objetivo, os valores das variáveis preditivas são sucessivamente combinados de tal forma que um espaço n-dimensional é particionado em conjuntos cada vez mais homogêneos de valores com respeito a variável *target*. A forma como o particionamento é feito permite que o resultado final seja apresentado como um diagrama, cujo formato lembra uma árvore, daí o nome da família de métodos. Além disso, as informações apresentadas no diagrama podem ser facilmente traduzidas em um conjunto de regras que indicam a probabilidade de ocorrência de valores no domínio da variável *target* em diferentes cenários.

Árvores de classificação são métodos não paramétricos, isto é, nenhuma restrição é imposta a distribuições dos valores das variáveis preditivas e *target*. Em adição, estes valores podem manter todo tipo de relacionamento entre si. Tudo isso torna mais fácil o uso de árvores de classificação na solução de problemas no mundo real, onde a distribuição de valores e o relacionamento entre variáveis são, freqüentemente, desconhecidos. Portanto, não somente árvores de classificação é uma família de métodos robustos, mas a forma como os resultados são apresentados facilita a compreensão e sua disseminação entre os grupos interessados. Além disso, as árvores de classificação têm sido repetidamente testadas nas situações mais diversas fornecendo sempre resultados consistentes, mesmo na presença de ruído e quando poucas observações estão disponíveis (WITTEN; FRANK, 2005).

### 3.1.1 Em Termos Formais

Em termos formais, dado um conjunto de observações  $\mathbb{O} = \{o_1, o_2, \dots, o_m\}$ , onde cada  $o_{j \in [1..m]} \in \mathbb{O}$  é uma tupla  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  e cada componente  $x_{i \in [1..n]}$  assume valores em um domínio diferente, seja  $v_{i \in [1..n], j \in [1..m]}$  o valor do componente  $x_i$  de  $o_j$ . Nestas circunstâncias, uma variável  $w_{i \in [1..n]} \in \mathbb{O}$  é um valor não previamente definido do conjunto  $\{v_{i,1}, v_{i,2}, \dots, v_{i,m}\}$ . Em adição, seja  $w_n$  a variável *target*, cujo comportamento se deseja explicar combinando os valores de  $w_1, w_2, \dots, w_{n-1}$ . Observe que  $w_n$  assume valor no conjunto finito  $J$ .

No paradigma das árvores de classificação, o conjunto de variáveis em  $\mathbb{O}$  é examinado exaustivamente em busca de relações  $R$  da forma:

$$\begin{aligned} x_i \leq r, & \quad \text{se } x_i \text{ é uma variável contínua} \\ \text{e} \\ x_i \in \{k_1, k_2, k_3, \dots, k_l\}, & \quad \text{se } x_i \text{ é uma variável discreta.} \end{aligned}$$

onde  $r$  e  $k_{j \in [1..l]}$  pertencem ao domínio de  $x_i$ . Cada relação  $R_{x_i \leq r}$  ou  $R_{x_i \in \{k_1, \dots, k_l\}}$  que é encontrada particiona  $\mathbb{O}$  em dois conjuntos diferentes, isto é  $\mathbb{O}_R$  e  $\mathbb{O}_{-R}$ , tal que  $\mathbb{O}_R \cap \mathbb{O}_{-R} = \{\}$  e  $\mathbb{O}_R \cup \mathbb{O}_{-R} = \mathbb{O}$ . Neste caso,  $\mathbb{O}_R$  contém as observações em  $\mathbb{O}$  para as quais  $R$  é válida e  $\mathbb{O}_{-R}$  as observações para as quais a negação de  $R$  é válida.

Uma métrica  $M$  é então utilizada para avaliar quão diversos são os dados em  $\mathbb{O}$ ,  $\mathbb{O}_R$  e  $\mathbb{O}_{-R}$  em relação aos elementos de  $J$ . A diferença entre  $M(\mathbb{O})$  e a média ponderada de  $M(\mathbb{O}_R)$  e  $M(\mathbb{O}_{-R})$  indica a contribuição da relação  $R$  para a redução de diversidade dos elementos em  $J$ , como consequência do particionamento de  $\mathbb{O}$  em  $\mathbb{O}_R$  e  $\mathbb{O}_{-R}$ . Dado que é desejável que a diversidade seja reduzida tão rápido quanto possível, a relação  $R$  que provê a maior redução de diversidade é inicialmente utilizada para particionar  $\mathbb{O}$ . O processo é então sucessivamente aplicado a  $\mathbb{O}_R$  e  $\mathbb{O}_{-R}$ , até que nenhum ganho significativo na redução de diversidade seja obtido.

No paradigma das árvores de classificação, quando  $J$  contém somente dois elementos, uma das métricas mais freqüentemente utilizadas é o índice de diversidade Gini, proposto inicialmente por Corrado Gini (GINI, 1939) e, mais tarde, adaptado por Breiman *et al.* (BREIMAN *et al.*, 1984) para o desenvolvimento de métodos de classificação. Em termos formais, para um dado conjunto de observações, o índice Gini é dado por:

$$I(\mathbb{O}) = 1 - S, \tag{3.1}$$

onde  $S = \sum_{i=1}^{|J|} P(j_i | \mathbb{O})^2$  para  $j_i \in J$ , e  $P(j_i | \mathbb{O})$  é a probabilidade de ocorrência de objetos  $j_i$  em

⊙. Nestas circunstâncias a redução de diversidade propiciado pela relação  $R$  é dada por:

$$\Delta I(\odot) = I(\odot) - (I(\odot_R) \times p_R + I(\odot_{-R}) \times p_{-R}) \quad (3.2)$$

onde  $p_R$  e  $p_{-R}$  são respectivamente a proporção de elementos em  $O_R$  e  $O_{-R}$ .

### 3.1.2 Um Exemplo

A Tabela 3.1 apresenta observações coletadas junto aos associados de um clube de golfe sobre as condições climáticas nas quais normalmente praticam o esporte.

No.	Panorama	Temperatura	Umidade	Vento	Joga?
1	Ensolarado	Quente	Alta	Não	Não
2	Ensolarado	Quente	Alta	Sim	Não
3	Nublado	Quente	Alta	Não	Sim
4	Chuvoso	Amena	Alta	Não	Sim
5	Chuvoso	Fria	Média	Não	Sim
6	Chuvoso	Fria	Média	Sim	Não
7	Nublado	Fria	Média	Sim	Sim
8	Ensolarado	Amena	Alta	Não	Não
9	Ensolarado	Fria	Média	Não	Sim
10	Chuvoso	Amena	Média	Não	Sim
11	Ensolarado	Amena	Média	Sim	Sim
12	Nublado	Amena	Alta	Sim	Sim
13	Nublado	Quente	Média	Não	Sim
14	Chuvoso	Amena	Alta	Sim	Não

Tabela 3.1: Observações coletadas junto aos associados de um clube de golfe.

Neste caso:

- A variável *Panorama* indica as condições climáticas gerais, que podem ser: *Ensolarado*, *Nublado* ou *Chuvoso*;
- A variável *Temperatura* indica a temperatura percebida pelos associados do clube, que pode ser *Quente*, *Amena* ou *Fria*;
- A variável *Umidade* indica a umidade relativa do ar percebida pelos associados do clube, que pode ser *Alta*, *Média* ou *Baixa*;
- A variável *Vento* indica se está ou não ventando;
- Finalmente, a variável *Joga?* indica se os associados do clube aconselham ou não a prática do golfe naquelas condições climáticas.

Observe que, neste caso, as variáveis predictoras são: *Panorama*, *Temperatura*, *Umidade* e *Vento*, e que *Joga?* é a variável target. A Figura 3.1 contém a árvore de classificação correspondente, gerada a partir das idéias de (BREIMAN et al., 1984)

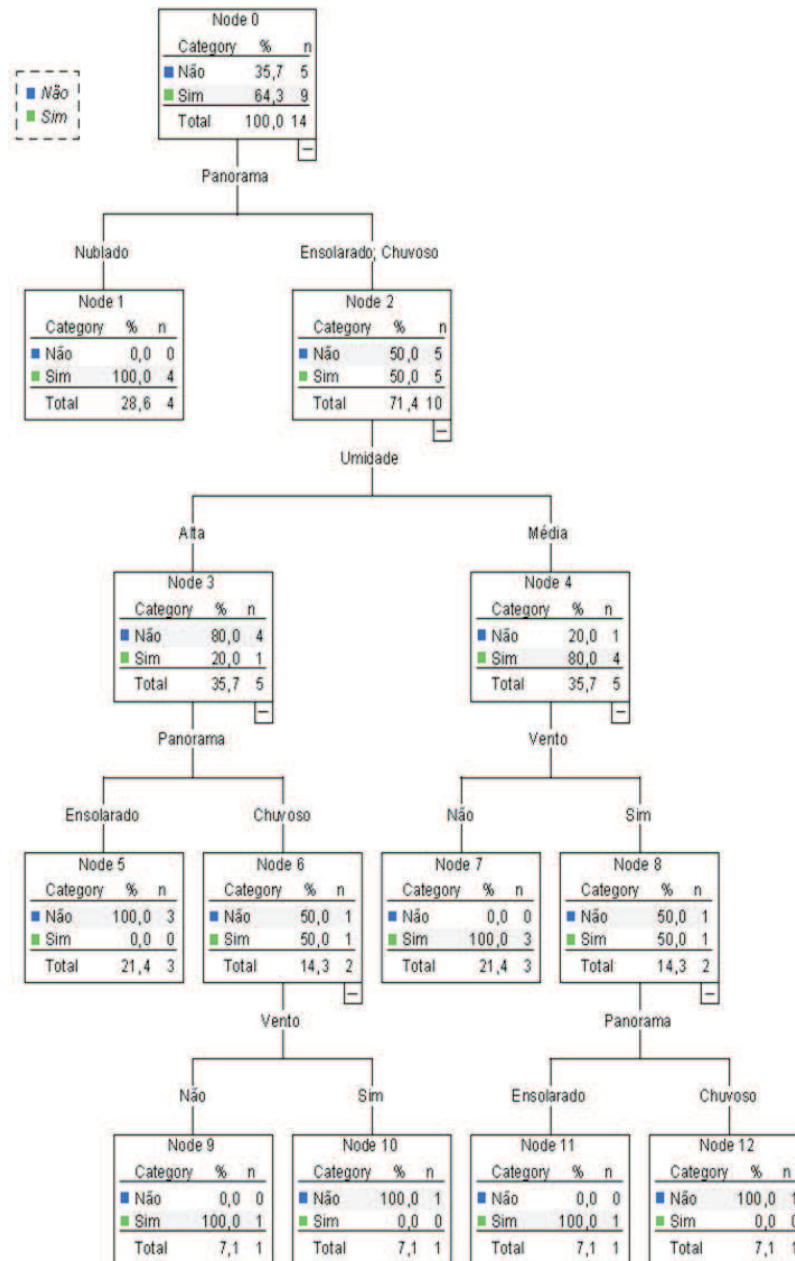


Figura 3.1: Árvore de classificação do clube de golfe.

Na figura a caixa *Node 0* é a raiz da árvore. Ela contém o número total de observações coletadas durante a pesquisa, isto é quatorze, e o número e a proporção de cenários no qual os sócios do clube aconselham a prática do esporte. Neste caso, existem nove observações que indicam a prática do golfe e cinco que a desaconselham, ou seja, 64,3% das observações indicam a prática do esporte enquanto que 35,7% desaconselham.

Deve-se notar que a relação que é utilizada para particionar o conjunto inicial de observações é  $\text{Panorama} = \text{Nublado}$  e que, em decorrência, *Node 1* contém as quatro observações nas quais a relação é verdadeira, enquanto *Node 2* contém as dez observações restantes. Devido a forma como a árvore é construída, todas as relações que são verdadeiras para as observações em um determinado nó, também são verdadeiras para as observações nos nós descendentes. Por exemplo, em todos os cenários que fazem parte do *Node 2*  $\text{Panorama} \in \{\text{Ensolarado}, \text{Chuvoso}\}$ . Em decorrência, esta relação é verdadeira para os cenários que fazem parte do *Node 3*, juntamente com a relação  $\text{Umidade} = \text{Alta}$ . A Tabela 3.2 mostra as relações que são verdadeiras para as folhas da Figura 3.1, junto com a proporção de cenário em que a prática do golfe é e não é aconselhado, assim como a proporção total de cenários nos quais estas relações são verdadeiras.

Nó	Regra	Joga? (%)		
		Sim	Não	Total de Cenários
1	$\text{Panorama} = \text{Nublado}$	100,0	0,0	28,6
5	$\text{Panorama} = \text{Ensolarado} \wedge \text{Umidade} = \text{Alta}$	0,0	100,0	21,4
7	$\text{Panorama} \in \{\text{Ensolarado}, \text{Chuvoso}\} \wedge \text{Umidade} = \text{Média} \wedge \text{Vento} = \text{Não}$	100,0	0,0	21,4
9	$\text{Panorama} = \text{Chuvoso} \wedge \text{Umidade} = \text{Alta} \wedge \text{Vento} = \text{Não}$	100,0	0,0	7,1
10	$\text{Panorama} = \text{Chuvoso} \wedge \text{Umidade} = \text{Alta} \wedge \text{Vento} = \text{Sim}$	0,0	100,0	7,1
11	$\text{Panorama} = \text{Ensolarado} \wedge \text{Umidade} = \text{Média} \wedge \text{Vento} = \text{Sim}$	100,0	0,0	7,1
12	$\text{Panorama} = \text{Ensolarado} \wedge \text{Umidade} = \text{Média} \wedge \text{Vento} = \text{Sim}$	0,0	100,0	7,1

Tabela 3.2: Regras que mostram as chances de ser realizado jogo no clube de golfe.

Para dividir o conjunto de observações em conjuntos cada vez mais homogêneos (BREIMAN et al., 1984) sugere a utilização do índice Gini, que mede a diversidade de elementos da variável *target* em um dado conjunto de observações. Por exemplo, o índice Gini dos dados apresentados na Tabela 3.1 é dado por

$$\begin{aligned}
 I(\mathbb{O}) &= 1 - S \\
 &= 1 - \sum_{i=1}^{|J|} P(j_i|\mathbb{O})^2 \\
 &= 1 - \sum_{i=1}^{|\{\text{Sim}, \text{Não}\}|} P(j_i|\mathbb{O})^2 \\
 &= 1 - (P(\text{Sim}|\mathbb{O})^2 + P(\text{Não}|\mathbb{O})^2) \\
 &= 1 - \left( \frac{9}{14}^2 + \frac{5}{14}^2 \right) \\
 &= 1 - (0,643^2 + 0,357^2) \\
 &= 0,460
 \end{aligned}$$

Já o índice Gini das observações em *Node 1* e *Node 2* são dados respectivamente por:

$$I(\text{Node 1}) = 1 - (0^2 + 1^2) = 0$$

$$I(\text{Node 2}) = 1 - (0,5^2 + 0,5^2) = 0,5$$

A Tabela 3.3 apresenta o cálculo do índice Gini para diversas situações.

Cenário	Classe de Objetos		Cálculo	Índice Gini
	Sim	Não		
1	100%	0%	$1 - (1^2 + 0^2)$	0,00
2	80%	20%	$1 - (0,8^2 + 0,2^2)$	0,32
3	60%	40%	$1 - (0,6^2 + 0,4^2)$	0,48
4	50%	50%	$1 - (0,5^2 + 0,5^2)$	0,50
5	40%	60%	$1 - (0,4^2 + 0,6^2)$	0,48
7	20%	80%	$1 - (0,2^2 + 0,8^2)$	0,32
8	0%	100%	$1 - (0^2 + 1^2)$	0,00

Tabela 3.3: Cálculo *índice Gini* em diversas situações.

Para medir o ganho de redução de diversidade, (BREIMAN et al., 1984) sugere comparar o índice Gini em uma dada circunstância com a média ponderada do mesmo índice após o estabelecimento de uma relação de divisão do conjunto de observações. Por exemplo, o ganho de diversidade decorrente da relação Panorama = *Nublado*, no topo da árvore da Figura 3.1, é dado por

$$\begin{aligned}
 \Delta I(\odot) &= I(\odot) - (I(\odot_R) \times p_R + I(\odot_{-R}) \times p_{-R}) \\
 &\Downarrow \\
 \Delta I(\text{Node 0}) &= I(\text{Node 0}) - \\
 &\quad \left( I(\text{Node 1}) \times p_{\text{Panorama=Nublado}} + I(\text{Node 2}) \times p_{\text{Panorama}\neq\text{Nublado}} \right) \\
 &= 0,460 - \left( 0^2 \times \frac{4}{14} + 0,5^2 \times \frac{10}{14} \right) \\
 &= 0,460 - 0,179 \\
 &= 0,281
 \end{aligned}$$

## 3.2 Escalas Médicas

Em sintonia com as idéias de (PACALA et al., 1997), para se obter os resultados apresentados nesta dissertação, um grupo de beneficiários de uma das maiores empresas de saúde suplementar do Brasil foi submetido a uma avaliação médica que incluiu o uso dos seguintes instrumentos de medidas:



- Escala de Atividades Instrumentais da Vida Diária (AIVD) (LAWTON, 1982),
- Escala de Depressão Geriátrica (EDG) (YESAVAGE et al., 1983),
- Mini-exame do Estado Mental (MEEM) (FOLSTEIN; FOLSTEIN; MCHUGH, 1975),
- Índice de Independência em Atividades de Vida Diária (IAVD) (KATZ et al., 1963), e
- Escala de Risco de Internação Hospitalar ( $P_{ra}$ ) (BOULT et al., 1993).

Neste capítulo descrevemos esses instrumentos em detalhes, explicamos as razões que levaram à sua elaboração e indicamos situações em que foram usados com sucesso tanto no mundo acadêmico quanto em organizações de prestação de serviços na área médica.

### 3.2.1 Escala de Atividades Instrumentais da Vida Diária

No transcorrer de um dia qualquer, um pessoa comum irá acordar, sair da cama, tomar banhos, usar o banheiro para suas necessidades fisiológicas, se vestir, preparar refeições, etc. São esses tipos de atividades básicas que permitem que funcionemos adequadamente como indivíduos dentro de uma comunidade. Embora mundanas e triviais para a maioria das pessoas, a facilidade com que executamos cada uma destas atividades reflete nosso grau de independência em relação à comunidade de indivíduos da qual fazemos parte e, em última instância, nossa saúde física e mental (LAWTON, 1982; LAWTON; TERESI, 1994).

Dentre os instrumentos disponíveis para medir a facilidade com que cada indivíduo executa as atividades do dia-a-dia encontra-se a “Escala de Atividades Instrumentais da Vida Diária”, ou AIVD, concebida, no final dos anos 80 por M. P. Lawton, professor de psiquiatria da Temple University, na Filadélfia, nos Estados Unidos (LAWTON, 1982). O AIVD consiste de um questionário com sete perguntas versando sobre a facilidade com que cada indivíduo lida com situações relacionadas ao seu dia-a-dia, incluindo atendimento telefônico, capacidade de se deslocar de um lado para o outro, autonomia para realização de compras, preparo de refeições, trabalho doméstico, consumo de medicamentos e finanças pessoais. A Tabela 3.4 apresenta um questionário AIVD devidamente preenchido.

Segundo (LAWTON, 1982) uma pontuação entre 19 e 21 pontos indica um indivíduo capaz de funcionar com independência na comunidade em que vive. Já uma pontuação entre 10 e 18 indica um indivíduo que funciona em uma comunidade com a assistência de outras, mas que consegue preservar um certo nível de autonomia. Finalmente, uma pontuação entre 1 e 9

Itens		Opções	Avaliação
No.	Título		
1	Telefone	Capaz de ver os números, receber e fazer ligações sem ajuda.	(3)
		Capaz de responder ao telefone, mas necessita de um telefone especial ou de ajuda para encontrar os números ou para discar	(2)
		Completamente incapaz no uso do telefone	(1)
2	Viagens	Capaz de dirigir o próprio carro ou viajar sozinho de ônibus ou táxi.	(3)
		Capaz de viajar exclusivamente acompanhado.	(2)
		Completamente incapaz.	(1)
3	Compras	Capaz de fazer compras, se fornecendo transporte.	(3)
		Capaz de fazer compras, exclusivamente acompanhado.	(2)
		Completamente incapaz de fazer compras.	(1)
4	Preparo de Refeições	Capaz de planejar e cozinhar refeições completas.	(3)
		Capaz de preparar pequenas refeições, mas incapaz de cozinhar refeições completas sozinho.	(2)
		Completamente incapaz de preparar qualquer refeição	(1)
5	Trabalho Doméstico	Capaz de realizar trabalho doméstico pesado (como esfregar o chão)	(3)
		Capaz de realizar trabalho doméstico leve, mas necessita de ajuda nas tarefas pesadas.	(2)
		Completamente incapaz de realizar qualquer trabalho doméstico.	(1)
6	Medicação	Capaz de tomar os remédios na dose certa e na hora certa	(3)
		Capaz de tomar os remédios, mas necessita de lembretes ou de alguém que os prepare.	(2)
		Completamente incapaz de tomar os remédios	(1)
7	Dinheiro	Capaz de administrar suas necessidades de compra, preencher cheques e pagar contas.	(3)
		Capaz de administrar suas necessidades de compra diária, mas necessita de ajuda com cheques e no pagamento de contas.	(2)
		Completamente incapaz de administrar o dinheiro	(1)
<b>Total</b>			17

Tabela 3.4: Escala de Atividades Instrumentais de Vida Diária

pontos indica um indivíduo com alto grau de dependência da assistência de outros. A Tabela 3.5 apresenta um sumário do diagnóstico propiciado pelo preenchimento do questionário.

No decorrer da última década o AIVD tem sido amplamente utilizado, de forma isolada ou combinada com outros indicadores, para medir a qualidade de vida de indivíduos em diferentes grupos sociais, especialmente de grupos de idosos e daqueles acometidos de doenças crônicas. Por exemplo, (WLODARCZYK; BRODATY; HAWTHORNE, 2004) e (HOKOISHI et al., 2001) usam AIVD para medir a qualidade de vida de pacientes acometidos da doença de Alzheimer na Austrália e no Japão respectivamente; (FRICKE; UNSWORTH, 2001) usou AIVD para medir a qualidade de vida de pessoas idosas em um comunidade isolada na Austrália; e (GAMA et al., 2000) usa AIVD para medir a auto-percepção do estado de saúde de

Pontuação	Diagnóstico
19 a 21 pontos	Independência
10 a 18 pontos	Capacidade com assistência
1 a 9 pontos	Dependência

Tabela 3.5: Diagnóstico da escala de atividades instrumentais de vida diária (AIVD).

peessoas idosas no Reino Unido.

### 3.2.2 Escala de Depressão Geriátrica

Ao longo dos anos a ciência médica tem estabelecido inúmeras conexões entre a saúde mental e a saúde física do ser humano. Por exemplo, a relação entre o estresse e a hipertensão arterial, as doenças cardíacas e as úlceras são bem conhecidas, assim como entre a depressão e a deteriorização geral do estado físico (LOVALLO, 2004; AMEN; ROUTH, 2004). Segundo (PARADELA; LOURENÇO; VERAS, 2005) os assim chamados transtornos do humor são uma das desordens psiquiátricas mais comuns em idosos, sendo responsáveis pela perda de autonomia e pelo agravamento de quadros patológicos pré-existentes. Dentre os transtornos do humor, a depressão é a mais freqüente, estando associada ao maior risco de morbidade (isto é, a capacidade de produzir doença num indivíduo ou num grupo de indivíduos) e de mortalidade. A depressão pode levar também ao aumento na utilização dos serviços de saúde público e privado, à negligência no cuidado próprio, à adesão reduzida aos regimes de tratamento de saúde e maior risco de suicídio.

A Escala de Depressão Geriátrica (EDG), concebida por Jerome A. Yesavage, da Escola de Medicina, da Universidade de Stanford, nos Estados Unidos, é um dos instrumentos mais freqüentemente utilizados para a avaliação do estado de depressão em idosos (YESAVAGE et al., 1983). A escala é composta por trinta ítems contendo perguntas que são fáceis de serem respondidas, permite pouca variação nas possibilidades de respostas e pode ser auto-aplicada ou, ainda, aplicada com o auxílio de um entrevistado treinado (MONTORIO; IZAL, 1996).

Entretanto, no final dos anos 80 (SHEIKH; YESAVAGE, 1986) apresentaram uma versão reduzida do questionário original com apenas quinze perguntas, a partir dos ítems que mais fortemente se correlacionavam com o diagnóstico de depressão. O EDG-15, como ficou conhecido, mostrou boa acurácia em diagnosticar com sensibilidade e confiabilidade adequadas. A grande vantagem do EDG-15 é o menor tempo de aplicação sem perda de qualidade, podendo ser facilmente utilizada em ambulatórios gerais e mesmo em ambientes não-especializados. A Tabela 3.6 apresenta um questionário EDG-15 adequadamente preenchido.

No.	Perguntas	Avaliação	Pontos
1	O(A) Sr.(a.) está satisfeito com sua vida? (não)	não	1
2	O(A) Sr.(a.) interrompeu muitas das suas atividades? (sim)	sim	1
3	O(A) Sr.(a.) acha que sua vida está vazia? (sim)	não	0
4	O(A) Sr.(a.) fica com freqüência aborrecido(a)? (sim)	não	0
5	O(A) Sr.(a.) está de bem com a vida a maior parte do tempo? (não)	não	1
6	O(A) Sr.(a.) tem medo que algo ruim lhe aconteça? (sim)	não	0
7	O(A) Sr.(a.) se acha alegre a maior parte do tempo? (não)	sim	0
8	O(A) Sr.(a.) com freqüência se sente desamparado? (sim)	sim	1
9	O(A) Sr.(a.) prefere ficar em casa em vez de sair e fazer coisas novas? (sim)	sim	1
10	O(A) Sr.(a.) acha que está tendo mais problema de memória que as outras pessoas? (sim)	não	0
11	O(A) Sr.(a.) acha que é maravilhoso estar vivo(a) agora? (não)	sim	0
12	O(A) Sr.(a.) acha que vale a pena viver como está vivendo agora? (não)	não	1
13	O(A) Sr.(a.) se sente cheio de energia? (não)	sim	0
14	O(A) Sr.(a.) acha que a sua situação tem solução? (não)	sim	0
15	O(A) Sr.(a.) acha que muita gente é melhor que o senhor(a)? (sim)	não	0
<b>Total</b>			<b>6</b>

Tabela 3.6: Escala de Depressão Geriátrica

Observe que quando a resposta do paciente for igual a que está entre parênteses, junto à pergunta, o paciente recebe um ponto, caso contrário não recebe ponto algum. Quanto mais pontos uma pessoa recebe mais próximo ela se encontra de um estado depressivo. Embora exista uma certa discordância sobre o ponto exato da escala na qual uma pessoa pode ser diagnosticado como sofrendo de depressão (LIM et al., 2000), no Brasil, (ALMEIDA; ALMEIDA, 1999), sugere que pessoas com seis pontos ou mais podem ser consideradas como sofrendo desta doença, com segurança.

Na Itália, (SEGULIN; DEPONTE, 2007) utiliza uma versão modificada do EDG para avaliar uma população de idosos vivendo em casa e em clinicas geriátricas e (CHATTAT et al., 2001) verifica a validade de diversas versões simplificadas do EDG. (EVANS; FLETCHER; WORMALD, 2007) usa a EDG-15 para avaliar estados depressivos entre pessoas com deficiência auditiva nos Estados Unidos. A versão original do EDG é utilizada por (SALBACH et al., 2006) para avaliar a ocorrência de depressão entre pessoas que foram vítimas de ataques cardíacos em Quebec, no Canadá.

### 3.2.3 Índice de Independência em Atividades de Vida Diária

O Índice de Independência em Atividades de Vida Diária, ou IAVD, concebido por Sydney Katz, um pesquisador do Instituto de Pesquisas Benjamin Rose, em Cleveland, Ohio, nos Esta-

dos Unidos, no início dos anos 60, foi a primeira tentativa científica para definir as condições ou grau de autonomia e independência nas atividades de vida diária (KATZ et al., 1963). Embora O IAVD tenha sido desenvolvido em bases científicas sólidas, ele teve origem em observações empíricas e na experiência médica de Sydney Katz, que tem dedicado sua vida profissional ao tratamento dos idosos (BEAL, 2004).

O IAVD consiste de um questionário com seis perguntas que avalia o grau de independência de uma pessoa em relação a eventos comuns do dia-a-dia, incluindo-se aqui a capacidade de tomar banho, vestir-se, fazer sua higiene pessoal, levantar-se da cama, urinar de modo adequado e alimentar-se. A Tabela 3.7 mostra um questionário IAVD devidamente preenchido. Na tabela as letras I, A e D significam respectivamente “Independência”, “Assistência” e “Dependência”.

O diagnóstico fornecido pelo IAVD consiste de uma seqüência de letras que vão de A a G. Quanto mais próximo de G, maior a dependência do auxílio de outros para executar atividades do dia-a-dia. A Tabela 3.8 apresenta estes valores.

Observe que o IAVD toma um caminho diferente do trilhado pela Escala de Atividades Instrumentais da Vida Diária de Lawton (LAWTON, 1982) ao atribuir a certas atividades uma importância maior do que outras. Por exemplo, tomar banho, vestir-se e ir ao banheiro são explicitamente utilizadas para determinação do diagnóstico final, enquanto deitar e levantar, controle esfinteriano e alimentação não. Portanto, para Katz, as atividades citadas no diagnóstico identificam com maior precisão o estado de dependência de uma pessoa, em detrimento das demais.

No Brasil, (RIBEIRO et al., 2004) utiliza o IAVD para analisar aspectos depressivos causados pela catarata em pacientes idosos. A análise da capacidade de executar atividades da vida diária de pessoas idosas que vivem sozinhas no Japão é estudada por (SUZUKI et al., 2004) com o auxílio do IADV. Nos Estados Unidos, a independência de atividades do dia-a-dia de portadores da doença de Parkinson, e de portadores de doenças cardíacas e neuromusculares são examinadas, respectivamente, com o auxílio do IAVD, por (KOVEN et al., 2007) e (KATZ, 2003).

### **3.2.4 Mini-exame do Estado Mental**

O Mini-exame do Estado Mental (MEEM), concebido por Marshal F. Folstein (pesquisador do Departamento de Psiquiatria, do New England Medical Center, nos Estados Unidos) e associados, no final dos anos 70 é um instrumento para se examinar o estado mental de uma pessoa sem problemas de habilidades físicas severas (FOLSTEIN; FOLSTEIN; MCHUGH, 1975).

Trata-se de um questionário de fácil aplicação composto de dezenove questões que cobrem a capacidade de uma pessoa de se orientar no tempo e espaço, em perceber o mundo a sua volta, em se concentrar e fazer cálculos, em evocar a memória, na habilidade de utilizar a língua falada e escrita. O questionário pode ser utilizado tanto para identificar pessoas portadoras de problemas mentais, quanto para avaliar a gravidade destas deficiências e a sua evolução ao longo do tempo. A Tabela 3.9 mostra um questionário MEEM devidamente preenchido.

O MEEM produz um número entre 0 e 30, quanto mais próximo de zero pior o estado mental da pessoa que está sendo examinada. Uma pontuação acima de 24 indica normalidade. Segundo (MOTTA, 2001) dados disponíveis na literatura (BOULT et al., 1993; SAGER et al., 1996; INOUE et al., 1998) apontam que pacientes que no início da internação hospitalar já apresentam um menor nível de independência funcional (medidos pelo IAVD de Katz e AIVD de Lawton) e/ou alterações mensuradas pelo MEEM, apresentam uma evolução desfavorável do quadro de saúde, muitas vezes permanecendo mais tempo internados que os outros idosos na mesma faixa etária.

Em adição, estes pacientes possuem uma maior chance de evoluir para um óbito ou receber alta com um grau de dependência maior que aquele que apresentava no início da internação. Muitas vezes, estes pacientes recebem alta para continuar a receber tratamento médico em casas de saúde de apoio, pois perderam a capacidade de se movimentarem sem auxílio e/ou seu déficit cognitivo se tornou mais acentuado (NARAIN et al., 1988).

Nos Estados Unidos, (MURDEN et al., 1991) usou o MEEM para mostrar que o nível de escolaridade de uma pessoa pode influenciar o seu estado mental ao longo dos anos. Por exemplo, pessoas com maior nível de escolaridade apresentaram menos estado de demência do que pessoas com pouca instrução. No Canadá, (BLAND; NEWMAN, 2001) usou uma versão modificada do mini-exame do estado mental para estudar a população idosa da província de Edmonton. No Brasil, (LAKS et al., 2007) usa o MEEM como suporte para diagnosticar doenças mentais em idosos com baixa escolaridade no Rio de Janeiro, RJ.

### 3.2.5 Escala de Risco de Internação Hospitalar

De acordo com Charles Boulton (médico, pesquisador e director do *Lipitz Center for Integrated Health Care*, da Universidade John Hopkins, nos Estados Unidos) e associados, a probabilidade de internação hospitalar de idosos (pessoas com 65 anos ou mais) pode ser estimado, para um período de quatro anos, com o auxílio de um questionário contendo 8 perguntas (BOULT et al., 1993, 1994). O questionário é composto de perguntas sobre a percepção de saúde do idoso, se ele sofre de doenças cardíacas ou de *diabetes mellitus*, se tem uma pessoa

com que possa contar em caso de necessidade, o número de ocasiões em que esteve internado nos últimos doze meses, etc. A Tabela 3.10 apresenta um destes questionários, devidamente preenchido.

Para se estimar as probabilidades, as perguntas do questionário são inicialmente transformada em 22 variáveis. A Tabela 3.11 apresenta a relação destas variáveis, juntamente com o seu significado. As variáveis são então submetidas à equação de regressão logística 3.3, com os coeficientes apresentados na Tabela 3.12. O resultado é um número entre 0,07 e 0,80 que indica a probabilidade de uma pessoa vir a se internar nos próximos quatro anos.

$$P_{ra} = \frac{\varepsilon^{BX}}{1 + \varepsilon^{BX}} \quad (3.3)$$

onde:

- $P_{ra}$  é a probabilidade da ocorrência de internação hospitalar,
- $\varepsilon$  é a constante 2,71828182...,
- $BX = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_{22}X_{22}$ ,
- $X = 1$  e  $X = 0$  indicam, respectivamente, a presença ou a ausência de influência de um fator de risco, e
- $B_{i \in [0,22]}$  é o coeficiente da regressão logística de cada fator de risco no questionário de Boulton.

O  $P_{ra}$  é hoje o índice de avaliação do risco de internação hospitalar mais difundido no Brasil. Por exemplo, (VERAS, 2003) utiliza o índice para demonstrar como estabelecer prioridades no atendimento a população idosa na rede pública de saúde na Cidade do Rio de Janeiro, RJ e (GUERRA; CERQUEIRA, 2007) usa o  $P_{ra}$  para avaliar o risco de internação e reincidência de internação de idosos em Botucatu, SP. No contexto europeu (WAGNER et al., 2006) utiliza o  $P_{ra}$  para analisar o risco de internação hospitalar de idosos na Alemanha, no Reino Unido e na Suíça. No Brasil, (LOURENÇO et al., 2005) usa o índice de Boulton como critério de priorização para a identificação e tratamento de idosos em risco de internação hospitalar. No Estado da Pennsylvania, nos Estados Unidos, (SIDOROV; SHULL, ) utiliza o  $P_{ra}$  para avaliar e prever os custos de internação hospitalar.

Itens		Área/Opção	Avaliação
No.	Título		
1	Banho	I - Não recebe assistência; entra e sai do chuveiro/banheira sem ajuda	A
		A - Recebe assistência para lavar somente uma única parte do corpo (como as costas ou uma perna)	
		D - Recebe assistência para lavar mais de uma parte do corpo ou não toma banho sozinho	
2	Vestuário	I - Veste-se completamente sem assistência.	I
		A - Veste-se sem assistência, recebendo auxílio somente para amarrar os sapatos	
		D - Recebe assistência para vestir-se ou tirar as roupas do armário (ou mantém-se despido de maneira parcial ou completa).	
3	Higiene pessoal	I - Vai ao banheiro sem assistência, limpando-se e arrumando as roupas; pode utilizar-se de objetos para suporte, como bengala, andador e cadeira de rodas; pode se servir de comadre ou patinho à noite, esvaziando-os pela manhã.	I
		A - Recebe assistência para ir ao banheiro, limpar-se ou arrumar as roupas; ou recebe ajuda no manuseio de comadre/patinho somente a noite.	
		D - Não realiza o ato de eliminação fisiológica no banheiro.	
4	Transferência	I - Deita-se e levanta-se da cama, bem como senta-se e levanta-se da cadeira sem assistência; pode se utilizar de objetos para auxílio, como bengala e andador.	I
		A - Deita-se e levanta-se da cama, ou senta-se e levanta-se da cadeira com assistência	
		D - Não se levanta da cama.	
5	Continência	I - Controle esfinteriano (urinário/fecal) completo por si só.	A
		A - Ocorrência de “acidentes” ocasionais.	
		D - Supervisão auxilia o controle esfinteriano e o cateter é utilizado, ou é incontinente.	
6	Alimentação	I - Alimenta-se sem assistência.	I
		A - Alimenta-se sem assistência, exceto para cortar carne ou passar manteiga no pão.	
		D - Alimenta-se com assistência; ou alimentado de maneira parcial/completa com sondas ou fluidos IV.	
<b>Resultado</b>			<b>C</b>

Tabela 3.7: Índice de Independência em Atividades de Vida Diária



<b>Diagnóstico</b>	<b>Significado</b>
A	Independência em atividades de alimentação, em continência, em transferência, em higiene pessoal, em vestuário e em tomar banho.
B	Independências em todas as atividades, exceto uma.
C	Independência em todas as atividades diárias, exceto tomar banho e uma outra função.
D	Independência em todas as atividades diárias, exceto tomar banho, vestir-se e uma outra função
E	Independência em todas as atividades diárias, exceto tomar banho, vestir-se, “ir ao banheiro” e uma outra função.
F	independência em todas as atividades diárias, exceto tomar banho, vestir-se, “ir ao banheiro”, transferir-se e uma outra função.
G	Dependência em todas as seis atividades.

Tabela 3.8: Diagnóstico propiciado pela escala de Katz.

Dimensão	No.	Pergunta	Pontos	Avaliação
Orientação	1	Em que ano estamos?	1	1
	2	Em que estação do ano estamos?	1	1
	3	Em que dia do mês estamos?	1	1
	4	Em que dia da semana estamos?	1	1
	5	Em que mês estamos?	1	1
	6	Onde estamos?	1	1
	7	Em que andar estamos?	1	0
	8	Em que bairro estamos?	1	0
	9	Em que cidade estamos?	1	0
	10	Em que estado estamos?	1	1
Registro	11	Mencione 3 objetos (copo, mala e carro) e peça para repetir.	1 p/cada resp. certa	1
Atenção e Cálculo	12	A) Série de “7”.	1 p/cada resp. certa	1
		B) De 100, peça para subtrair 7.		1
		C) Repita 5 vezes (93, 86, 79, 72, 65).		1
		D) Peça para soletrar a palavra mundo de trás para a frente (o-d-n-u-m).		1
Memória de Evocação	13	Peça para repetir 3 palavras (máximo de tentativas 6).	1 para cada palavra citada corretamente	3
Linguagem	14	Aponte o lápis e o relógio e peça para nomeá-los.	1 para cada objeto nomeado corretamente	1
	15	Peça para repetir “nem aqui, nem ali, nem lá”	1	1
	16	Peça para seguir um o comando em três etapas “pegue este papel com a mão direita, dobre-o ao meio e ponha-o no chão”	1 para cada comando executado corretamente	0
	17	Peça para seguir o comando “feche os olhos”escrito no papel.	1	0
	18	Escreva uma sentença (deve ter sujeito e predicado).	1	0
	19	Peça para copiar um desenho com dois pentágonos que se cruzam.	1	0
<b>Total</b>				17

Tabela 3.9: Mini-exame do Estado Mental.

No.	Pergunta	Resposta
1	Em geral você diria que seu estado de saúde é	<input type="checkbox"/> Excelente <input type="checkbox"/> Muito Bom <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Médio <input checked="" type="checkbox"/> Ruim
2	Nos últimos 12 meses, em quantas ocasiões diferentes você passou a noite como paciente em um hospital ?	<input type="checkbox"/> Não, nenhuma vez <input type="checkbox"/> Somente uma <input type="checkbox"/> De 2 a 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 ou mais
3	Quantas consultas médicas você teve nos últimos 12 meses?	<input type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Somente uma <input type="checkbox"/> De 2 a 3 <input type="checkbox"/> De 4 a 6 <input checked="" type="checkbox"/> 7 ou mais
4	Você teve <i>Diabetes Mellitus</i> nos últimos 12 meses?	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
5	Você tem ou já teve alguma doença do coração?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
6	Qual é o seu sexo?	<input checked="" type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino
7	Se necessário, tem alguém que poderia cuidar de você por alguns dias?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
8	Qual a sua idade faixa etária?	<input type="checkbox"/> De 65 a 74 <input type="checkbox"/> De 75 a 79 <input type="checkbox"/> De 80 a 84 <input checked="" type="checkbox"/> 85 ou mais
<b>P<sub>ra</sub></b>		0,74

Tabela 3.10: Questionário usado por Boulton para determinar as chances de uma pessoa ser admitida como paciente em um hospital.

Variável	Significado	Sim/Não	Valor
$X_1$	Em geral você diria que seu estado de saúde é excelente?	Não	0
$X_2$	Em geral você diria que seu estado de saúde é muito bom?	Não	0
$X_3$	Em geral você diria que seu estado de saúde é bom?	Não	0
$X_4$	Em geral você diria que seu estado de saúde é médio?	Não	0
$X_5$	Em geral você diria que seu estado de saúde é ruim?	Sim	1
$X_6$	Nos últimos 12 meses, nenhuma vez você passou a noite como paciente em um hospital?	Não	0
$X_7$	Nos últimos 12 meses, você passou a noite como paciente em um hospital somente uma vez?	Não	0
$X_8$	Nos últimos 12 meses, você passou a noite como paciente em um hospital de 2 a 3 vezes?	Não	0
$X_9$	Nos últimos 12 meses, você passou a noite como paciente em um hospital de 4 vezes ou mais?	Sim	1
$X_{10}$	Você não teve nenhuma consulta médica nos últimos 12 meses?	Não	0
$X_{11}$	Você não teve somente uma consulta médica nos últimos 12 meses?	Não	1
$X_{12}$	Você não teve de 2 a 3 consultas médicas nos últimos 12 meses?	Não	0
$X_{13}$	Você não teve de 4 a 6 consultas médicas nos últimos 12 meses?	Não	0
$X_{14}$	Você não teve 7 ou mais consultas médicas nos últimos 12 meses?	Sim	1
$X_{15}$	Você teve <i>Diabetes Mellitus</i> nos últimos 12 meses?	Não	0
$X_{16}$	Você tem ou já teve alguma doença do coração?	Sim	1
$X_{17}$	O seu sexo é masculino?	Sim	1
$X_{18}$	Se necessário, tem alguém que poderia cuidar de você por alguns dias?	Sim	1
$X_{19}$	A sua idade faixa etária é de 65 a 74?	Não	0
$X_{20}$	A sua idade faixa etária é de 75 a 79?	Não	0
$X_{21}$	A sua idade faixa etária é de 80 a 84?	Não	0
$X_{22}$	A sua idade faixa etária é de 85 ou mais?	Sim	1
<b>P<sub>ra</sub></b>			0,74

Tabela 3.11: As variáveis resultantes do processo de transformação do questionário de Boulton.

<b>Coefficiente</b>	<b>Valor</b>
$\beta_0$	-1,802
$\beta_1$	0,000
$\beta_2$	0,327
$\beta_3$	0,340
$\beta_4$	0,552
$\beta_5$	0,770
$\beta_6$	0,000
$\beta_7$	0,545
$\beta_8$	0,545
$\beta_9$	0,545
$\beta_{10}$	0,000
$\beta_{11}$	0,000
$\beta_{12}$	0,000
$\beta_{13}$	0,000
$\beta_{14}$	0,318
$\beta_{15}$	0,319
$\beta_{16}$	0,390
$\beta_{17}$	0,257
$\beta_{18}$	-0,738
$\beta_{19}$	0,000
$\beta_{20}$	0,255
$\beta_{21}$	0,327
$\beta_{22}$	0,559

Tabela 3.12: Coeficientes da regressão logística usada por Boult para o cálculo do  $P_{ra}$ .

## **4 O Sistema Inteligente**

### **4.1 O Que Faz com Que um Sistema seja Inteligente**

Segundo (KLIR, 2004) sistemas inteligentes são conjuntos de partes interdependentes que, ao colaborarem para realizar um trabalho complexo ou atingir um objetivo comum, são capazes de exibir características da inteligência humana. Nessa definição a expressão “características da inteligência humana” possui uma importância especial, porque distingue a área de sistemas inteligentes de outras áreas da computação, especialmente das áreas de sistemas de informação, robótica e de mineração de dados, cujo uso combinado pode, algumas vezes, dar uma falsa impressão de comportamento inteligente.

Neste sentido, um braço mecânico que aplica pontos de solda à carroceria de veículos automotores, apesar de realizar uma seqüência complexa de movimentos, satisfazer requisitos de operação em tempo real e possuir mecanismos de segurança sofisticados, não deve ser considerado inteligente. Mesmo quando a qualidade do trabalho do braço mecânico é monitorada por um modelo de mineração de dados, que avisa à equipe de manutenção sobre a necessidade de possíveis ajustes. Observe que o braço mecânico apenas repete uma seqüência de movimento previamente programados e que o sistema de controle de qualidade apenas detecta falhas. Falta a esse sistema eletromecânico e computacional a capacidade de se adaptar dinamicamente a situações completamente novas.

Por outro lado, (SCHOLTZ; CROSBY, 2004) chama a atenção para o fato de que sistemas inteligentes não precisam ser totalmente computadorizados. Com a tecnologia disponível hoje em dia pode-se facilmente conceber a existência de sistemas nos quais homens e máquina colaboram de forma inteligente para atingir um objetivo comum. Por exemplo, (LOEW; BLEIMANN; WALSH, 2004) descrevem um sistema de transferência de conhecimento dentro de uma organização no qual homem e máquina colaboram de forma inteligente para que o conhecimento adquirido ao longo do tempo seja disponibilizado para todos os interessados.

Em adição, (ALENCAR et al., 2007) descreve um sistema onde operadores de

tele-atendimento e um sistema de informações baseado no uso de redes neurais provêm, de forma ininterrupta, respostas para questões enviadas por mais de 50.000 participantes de um jogo de empresa. Finalmente, (MORRISON et al., 2003) mostra que sistemas inteligentes híbridos serão cada vez mais utilizados nos campos de batalha modernos, onde as informações disponíveis para tomada de decisões são cada vez mais complexas e o tempo disponível para tomada de cada decisão é cada vez menor.

Segundo (ALBUS, 1991), para que um sistema tenha comportamento inteligente, não é necessário existir demonstração de inferência lógica. Outros aspectos da inteligência humana, tais como aprendizado, extrapolação do conhecimento e capacidade de adaptação, também podem ser utilizados para caracterizar comportamento inteligente de sistemas computacionais (MILLER; ZURADA, 1998).

Portanto, o braço mecânico que acabamos de descrever poderia ser classificado como um sistema inteligente, se fosse capaz de realizar auto-ajustes a partir dos dados enviados por um modelo de mineração de dados, com capacidade de aprendizado a partir dos seus erros e acertos. Observe, se o modelo de mineração, com capacidade de aprendizado, pudesse indicar que ajustes precisam ser feitos para a equipe de manutenção, então o braço mecânico, o modelo e a equipe de manutenção, se tornam um sistema híbrido inteligente homem-máquina.

De acordo com (ABRAHAM, 2002) dentre as características de um sistema inteligente a capacidade de aprendizado e de adaptação são as mais relevantes, já que a principal fonte geradora de riquezas no século XXI são o conhecimento e a capacidade de comunicação, em detrimento dos recursos naturais e do trabalho físico. Com o crescimento exponencial da quantidade e complexidade das informações disponíveis para análise, sistemas inteligentes que tenham a capacidade de aprender continuamente serão cada vez mais necessários. Os sistemas deste tipo que, em adição, consigam refinar suas respectivas performances aprendendo com seus erros e sucessos serão ainda mais valiosos.

## **4.2 Porque desenvolver sistemas inteligentes**

Vivemos em uma época da história da humanidade na qual a interdependência entre pessoas, organizações, sociedade e governos se torna cada vez mais complexa. O uso do dinheiro virtual (aquele que ao invés de estar armazenado em nossos bolsos está registrado em um banco de dados de uma instituição financeira) é um bom exemplo do aumento desta complexidade. Observe que o número de pessoas, equipamentos, sistemas e serviços de comunicação entre organizações de todo o tipo, que garantem a existência e disponibilidade destes recursos em

termos globais, é de uma ordem de magnitude muito maior do que aquele utilizado na disponibilidade do dinheiro físico.

Outros exemplos do aumento desta complexidade são os cursos a distância ministrados via Internet (que dependem da existência e disponibilidade de *software* especializado, de computadores para uso pelos professores e alunos e dos serviços de comunicação de dados), e os dispositivos de telefonia móveis que começam a poder ser utilizados, via satélite, em qualquer ponto do planeta. Esses dispositivos de telefonia provêm os mais diferentes tipos de serviços (GPS<sup>1</sup>, mapas, música, vídeo, navegação na Internet, secretária eletrônica, etc.) (SASSEN, 2006).

Por outro lado, o aumento da competição nos mais diversos tipos de mercados, tanto em nível local quanto mundial, têm colocado as empresas sob uma enorme pressão para se tornarem cada vez mais eficientes, inovadoras, ágeis e centradas nas necessidades de seus clientes. Nos mercados onde havia somente um concorrente alguns anos atrás, hoje existem dezenas, onde havia dezenas, hoje existem milhares (GOTTINGER, 2006).

Ao mesmo tempo, o volume e diversidade de informações disponíveis para análise com vista a elaboração de estratégias competitivas e aumento da eficiência organizacional também aumentou em magnitude. Além dos dados clássicos de aquisição de insumos, produção e vendas, o tomador de decisões conta, hoje em dia, com uma ampla gama de informações sobre a movimentação da concorrência, intenções dos organismos disciplinadores do mercado e satisfação dos clientes, sendo que muitas destas informações podem ser capturadas em tempo real através da Internet ou fornecidas, de forma rápida, por empresas especializadas. Obviamente nem todas estas informações são exatas nem estão livres de ambiguidade e erros (MICHALEWICZ et al., 2005).

Tudo isso só aumenta a necessidade por sistemas inteligentes. De acordo com (ROWE; DAVIS, 1996), por exemplo, o principal papel de um sistema inteligente é fornecer as condições necessárias para tomada de decisões tanto em nível organizacional, quanto em nível pessoal, no mundo extremamente complexo e ambíguo em que vivemos. Neste sentido, os sistemas inteligentes atuam como uma espécie de "conselheiros especializados", provendo o suporte necessário à análise de informações com pouca ou nenhuma estrutura.

(THOMPSON; GÖKER, 2000) chama nossa atenção para o fato de que a explosão de informação disponíveis para análise que existem, nos dias de hoje, em todas as áreas do conhecimento, assim como o aumento da competição, colocam restrições consideráveis no tempo disponível para análise de informações. Portanto, sistemas inteligentes são necessários para que

---

<sup>1</sup>Global positioning system ou sistema de posicionamento global.



os tomadores de decisões possam decidir, corretamente, em tempo hábil.

(POTTER; NEGNEVITSKY, 2004) apresentam evidências de que a capacidade preditiva é um dos processos mais importantes para uma organização que pretenda se manter viva no mundo dos negócios. Ser capaz de prever uma situação de perigo e, ao mesmo tempo, fazer correções de rumo antes que o pior aconteça, dá a qualquer organização uma clara vantagem sobre seus competidores. Entretanto, o volume e diversidade de informações que estão acessíveis para análise e a rapidez com que essas informações se tornam disponíveis fazem com que, em geral, previsões efetivas só possam ser feitas com modelos computacionais, com ênfase para o uso de sistemas inteligentes.

Segundo (KRISHNAKUMAR, 2003) na indústria aeroespacial os sistemas inteligentes desempenham duas funções críticas: atuam como assistentes inteligentes com o objetivo de aumentar o nível de conhecimento humano e, também atuam como um substituto para a inteligência humana em missões espaciais com o objetivo de diminuir custos, economizar tempo e prevenir a perda de vidas. Por exemplo, na NASA (*National Aeronautics and Space Administration*<sup>2</sup>) os sistemas inteligentes ajudam na solução de problemas de otimização complexos ao mesmo tempo em que são usados nos robôs que visitam outros planetas e satélites, economizando recursos que podem ser empregados nos mais diversos projetos.

### 4.3 Sistemas Inteligentes na Área Médica

Dentre as diversas áreas do conhecimento, a medicina é uma das que têm se beneficiado mais fortemente das últimas conquistas da computação, com impacto direto na qualidade de vida do ser humano. Os modelos de previsão de risco de vida (WAGNER et al., 2006), prevenção e tratamento da cegueira causada pelo diabetes (HARPER et al., 2006), tratamento de recuperação da memória após traumas cerebrais (STUSS et al., 2000), modelo para prever a relação entre o estresse do trabalho e a saúde mental do indivíduo com vista ao tratamento preventivo (HUANG; SAUTER, 2002) são apenas alguns exemplos dos benefícios que a junção de esforços de pesquisa e desenvolvimento em computação e na área médica têm oferecido para melhorar a qualidade de vida das pessoas e prevenir doenças.

Segundo (LISBOA, 2002) o rápido desenvolvimento dos equipamentos médicos digitais, de comunicação e de armazenamento de dados irão garantir o aumento do interesse pelo uso de sistemas inteligentes na medicina através do processamento de sinais complexos por redes neurais, árvores de classificação, algoritmos genéticos e outros métodos computacionais,

---

<sup>2</sup>Agência Espacial Norte Americana

umentando, em conseqüência, o conhecimento humano sobre as doenças e, ao tornar esse conhecimento disponível para acesso em meios eletrônicos, permite uma tomada de decisão médica mais eficiente.

Segundo (MOLINO, 1999), os sistemas inteligentes podem ser aplicados aos mais variados aspectos da medicina, incluindo-se aqui prática clínica, pesquisa e educação. Em todos esses campos diferentes tendências e interesses podem ser relacionados e identificados, tais como: a análise eficiente do custo médico, a redução dos serviços médicos, os esforços de diagnose, a gerência de orçamento, a aferição da qualidade dos serviços prestados ao paciente e o suporte à decisão médica. Todas essas aplicações podem ser vistas como oportunidades para minimizar os erros da prática e gestão médica, que tanto afetam a qualidade dos serviços de saúde no Brasil e no resto do mundo.

Segundo (COIERA, 2003) desde o final dos anos 50 que pesquisadores tentam codificar conhecimento médico em sistemas inteligentes, na expectativa de que a grande capacidade de armazenamento e processamento de informações dos computadores possam ajudar no desenvolvimento de “médicos perfeitos”, que sejam capazes de auxiliar a diagnose médica, ou mesmo suplantarem os médicos de carne e osso nesta tarefa.

Com essa motivação em mente, nos anos 80, um grupo de cientistas no Massachusetts Institute of Technology (SZOLOVITS, 1982), University of Stanford (CLANCEY; E.H.SHORTLIFFE, 1984), University of Pennsylvania (MILLER, 1988) e em outras instituições de ensino e pesquisa norte-americanas conceberam uma nova área de pesquisa a “Inteligência Artificial em Medicina”, ou IAM. Além das enormes contribuições que viria a dar à área médica nos anos que se seguiram, a IAM serviu de semente para os Clinical Decision Support Systems (Sistemas de Suporte a Decisões Clínicas), ou CDSS, que, hoje em dia, são utilizados para apoiar decisões médicas das mais variadas formas, a saber (segundo (COIERA, 2003)):

- *Alertas e Lembranças* - em situações em que o paciente precisa de monitoramento em tempo real, um sistema inteligente ligado a um eletrocardiograma ou um medidor de pulsações pode alertar que mudanças perigosas estão ocorrendo nas condições clínicas dos pacientes. Em adição, os sistemas de alerta podem procurar por padrões de resultados em testes de laboratório ou em prontuários alertando médicos sobre a necessidade de testes mais específicos, ou mesmo informar ao enfermeiro de plantão que está na hora de efetuar a ronda noturna ou de administrar medicamentos a determinados pacientes.
- *Suporte à Diagnose* - como na medicina não existe tratamento nem cura sem diagnose,

uma das principais aplicações dos sistemas inteligentes diz respeito a diagnose dos mais variados tipos de doenças, tornando mesmo o médico inexperiente em um especialista no seu tratamento (KODOGIANNIS et al., 2007);

- *Planejamento e Análise Crítica de Terapia* - sistemas inteligentes podem procurar por inconsistências, erros e omissões no planejamento de tratamento médico.
- *Sistema de Suporte à Decisão de Prescrição (PDSS)* - uma das atividades mais comuns na medicina clínica é a prescrição de medicamentos. Neste sentido, o PDSS pode ajudar a verificar a interação entre drogas, e com isso evitar que o médico cometa erros de dosagem (BARBER; RAWLINS; FRANKLIN, 2003). O sistema também pode verificar se a droga que está sendo requisitada, está relacionada com alguma restrição alérgica do paciente, ou a uma doença que este possua, impedindo-o de usá-la. Por exemplo, é notório que pacientes acometidos de “dengue” não podem consumir aspirinas e salicylates<sup>3</sup>, que aumentam os riscos da doença (JAN et al., 2000). Note-se que boa parte das informações que o PDSS processa podem ser obtidas diretamente nos bancos de dados de prontuário eletrônicos.
- *Recuperação de Informação* - os sistemas de recuperação de informação inteligente (SRII) podem ajudar o médico a formular questões clínicas de forma mais precisa, ajudando, deste modo, a filtrar as informações obtidas de um banco de dados ou da *World Wide Web*, reduzindo o número de documentos encontrados, além de identificar a fonte de evidência mais apropriada.
- *Interpretação e Reconhecimento de Imagens* - muitas imagens clínicas podem agora ser automaticamente analisadas e interpretadas por sistemas inteligentes, tais como angiografias, ressonâncias magnéticas e tomografias. Neste caso o sistema inteligente sinaliza automaticamente as imagens potencialmente anormais, permitindo que os médicos possam analisar um número muito maior de exames, mantendo um alto nível de confiabilidade no diagnóstico final.

Para resumir, ainda, segundo (COIERA, 2003), os CDSS têm um papel importante na pesquisa na área médica, sendo capazes de descobrir padrões complexos e sugerir associações não esperadas que refletem positivamente na prevenção e tratamento de doenças. Em consequência, um grande número de sistemas médicos de suporte à decisão, baseados em métodos de inteligência computacional vêm sendo desenvolvido para auxiliar médicos e profissionais de medicina em todos os setores da área médica (GARG et al., 2005; KAWAMOTO et al., 2005).

---

<sup>3</sup>Salicylates são substâncias achadas naturalmente em uma grande quantidade de plantas, frutas e vegetais, que são utilizadas na fabricação de medicação para dores de cabeça.

## 4.4 Sistema Inteligente nas Operadoras de Plano de Saúde

Ao contrário do que acontece em muitas áreas de negócio, na operação de planos de saúde a existência de sistemas inteligentes é o que permite viabilizar a própria continuidade do negócio.

Note que um dos maiores custos operacionais das empresas nesse ramo de atividade é o custo médico (YANG; HWANGB, 2006). Esse custo pode ser reduzido em até 10%, pois esse é o percentual médio de fraudes e abuso nesse seguimento de negócio. Portanto, como a maioria das operadoras de planos de saúde não implementam processos eficazes de combate à fraude, existe um valor extra embutido nos custos médicos destas operadoras. Em valores absolutos, com a redução do custo de fraudes, os custos médicos podem ser reduzidos em até 100 bilhões de dólares por ano, só nos Estados Unidos (YANG; HWANGB, 2006).

Obviamente, ao longo do tempo, algumas operadoras aprenderam a combater distorções de custos. Por exemplo, segundo (ORTEGA; FIGUEROA; RUZ, 2006), esse problema também acometia a BAN Medica S.A., uma das maiores operadora chilenas de planos de saúde, até que, com o uso de sistemas inteligentes, a partir de 2005, as fraudes foram drasticamente reduzidas. A partir daquele ano, os custos médicos da BAN Médica. caíram entre 9,5% e 10% a.a., colocando a operadora em uma situação competitiva privilegiada em relação aos concorrentes.

Embora os custos médicos venham crescendo em todo o mundo, por razões tais como o envelhecimento da população e a introdução de novas tecnologias médicas, entre outras (TOWERS-PERRIN, 2006), as fraudes são, de longe, a maior preocupação das empresas do ramo de saúde (YANG; HWANGB, 2006). Como os preços dos planos de saúde são baseados nesses custos, os valores adicionados aos custos médicos devido as fraudes anuais colaboram consideravelmente para o aumento do custo dos planos de saúde e, conseqüentemente, para piora da posição competitiva de uma operadora em relação a seus concorrentes.

Por outro lado, melhorar os serviços de saúde, trazendo melhor qualidade de vida para população, é um objetivo urgente tanto do governo quanto das instituições de saúde, segundo (CHASSIN; GALVIN; QUALITY, 1998). Em todo o mundo, as agências governamentais, operadoras de planos de saúde, seguradoras de saúde, hospitais, médicos e outros provedores dessa área, estão concentrando esforços para reduzir custos médicos, com aumento da qualidade do cuidado médico e da satisfação do paciente (TOWERS-PERRIN, 2006) e (CHASSIN; GALVIN; QUALITY, 1998).

Segundo (GATES; MCDANIEL; BRAUNSBERGER, 2000), também existe a necessidade da monitoração da intensidade de uso dos planos de saúde, de forma a garantir a saúde financeira das operadoras. Embora a maioria dos beneficiários use o plano de forma equilibrada, uns

poucos realizam uma quantidade anormal de consultas, exames e internações.

Enquanto que a detecção de uso anormal do plano não é difícil de ser realizada, já que, nestes casos, o uso fica muitas vezes acima da média ditada pelo conjunto de beneficiários, a identificação de uso fraudulento ou desnecessário é um problema mais complicado. Neste caso, se faz necessário a ajuda de sistemas inteligentes que sejam capazes de analisar os milhões de cenários possíveis e separar os casos de uso excessivo mas aceitável, dos casos de uso excessivo e inaceitáveis.

Note que o uso do plano de saúde por seus beneficiários é um sistema dinâmico (a todo instante novos beneficiários, médicos e unidades médicas são adicionados ou excluídos do sistema), fazendo com que os mecanismos de monitoramento tenham que se ajustar constantemente a novas situações.

Segundo Ulrika Dellby, Vice-Presidente do Boston Consulting Group na Suécia, a chave para atingir melhorias substanciais na gestão de sistemas de saúde é trocar o foco do custo médico para a relação que existe entre o paciente e sua doença (DELLBY, 1996). No mundo complexo dos planos de saúde, isso só pode ser feito com o auxílio de sistemas inteligentes, que não somente estabelecem essas relações, mas também indicam a forma mais eficaz de lidar com ela.

Essa opção, segundo (ALENCAR et al., 2004), foi feita pela empresa brasileira DIX Assistência Médica, que tem reduzido seus custos médicos através de predição de internação de idosos, combinando programas de cuidados com a saúde e modelos matemáticos, de modo a prever a propensão à internação de beneficiários idosos no período de quatro anos. Se a propensão é alta, o paciente é incluído no programa de cuidados médicos.

Note que esse tipo de predição só pode ser efetuada de forma eficiente com o auxílio de sistemas inteligentes, que sejam capazes de localizar dinamicamente estes pacientes na base de dados da empresa. Esta foi justamente a solução implementada pela DIX. Sistemas similares ao da DIX foram desenvolvidos pela Sentara Healthcare, uma operadora de planos de saúde americana que atende à Virginia e à Carolina do Norte (AXELROD; VOGEL, 2003). Observe também que a própria eficácia do programa de cuidados médicos pode ser melhorada com o auxílio de sistemas inteligentes, que aprendem a distinguir beneficiários que respondem bem esse tipo de intervenção da operadora dos demais.

De acordo com (SCHULTZ, 2002) as organizações gastam dinheiro com marketing por quatro razões distintas: (a) para capturar novos clientes, (b) para reter os clientes atuais, (c) para aumentar as vendas para clientes existentes e (d) para promover novos produtos juntos a

estes clientes. Neste sentido, sistemas inteligentes podem ser utilizados para analisar o comportamento do consumidor, determinado o curso de ação mais adequado para cada segmento de clientes da carteira das operadoras.

Por exemplo, diante de certos eventos (a serem determinados pelo sistema inteligente) grupos de beneficiários se tornam suscetíveis a ações de *upgrade* de plano de saúde e de compra de seguros adicionais, tais como seguro de vida, seguro educação (que garante a educação dos filhos em caso de morte ou invalidez do beneficiário), ou mesmo a compra de serviços de fisioterapia, massagem e ginástica. Tudo isso são oportunidades para aumento de faturamento, oferecendo aos beneficiários o produto certo no momento certo, a preços promocionais.

Uma outra aplicação de sistemas inteligentes diz respeito ao desenho dos planos de saúde oferecidos pelas operadoras. Obviamente nem todas as características de um plano de saúde são igualmente valorizadas pelos beneficiários em potencial destes planos. Dependendo da idade, sexo, estado civil, estilo de vida, número de filhos etc., a preferência por uma determinada característica varia, indo desde o *totalmente irrelevante* até o *essencial*. Saber identificar essas características permite à operadora oferecer a cada futuro beneficiário um produto de acordo com o seu perfil, pelo preço certo.

O cerne do problema é que para que isso possa ser feito, as operadoras de planos de saúde precisam desenvolver mecanismos que sejam capazes de identificar, dinamicamente, as mudanças de comportamento e preferência dos beneficiários, assim como dos custos que eles irão incorrer quando forem autorizados a usar o plano que tiverem contratados em sua magnitude. Uma tarefa desta natureza, seguramente, se torna mais fácil com o uso de sistemas inteligentes (ANDERSON; BALKRISHNAN; CAMACHO, 2004).

Por exemplo, (GATES; MCDANIEL; BRAUNSBERGER, 2000) descreve um método para se determinar estes atributos, que foi aplicado à população de uma área (não identificada pelo autor) com mais de 1 milhão de habitantes no leste dos Estados Unidos. Segundo resultados da pesquisa, um novo entrante no mercado de planos de saúde que oferecesse planos com as características apontadas como desejáveis pelos potenciais beneficiários teria condições de capturar mais de 13% do mercado de planos de saúde de imediato.

A qualidade do relacionamento do cliente com as operadoras de plano de saúde também pode ser melhorada com o uso de sistemas inteligentes. Por exemplo, (ALENCAR et al., 2007) descreve um sistema inteligente que é capaz de fornecer respostas claras e precisas a dúvidas enviadas por usuários através de e-mails ou *chat* em um regime de 24 × 7. Um sistema desta natureza poderia ser facilmente utilizado pelas operadoras de plano de saúde para dirimir dúvidas, aumentando a percepção de qualidade dos produtos e serviços que oferecem.

Um outro exemplo desta natureza é descrito por (BOULOS, 2003), que propõe que um sistema de geoprocessamento inteligente seja utilizado para otimizar a forma como informações relevantes para os beneficiários de planos de saúde são apresentadas. Um usuário que esteja procurando por informações sobre médicos e unidades hospitalares, mais provavelmente estará interessado nas facilidades oferecidas na região onde mora ou trabalha. Portanto, estas informações deveriam ser apresentadas a estes beneficiários primeiro ao invés de remete-lo para uma longa lista de recursos organizados meramente por ordem alfabética. Uma complementação interessante do sistema de geoprocessamento descrito por Boulos diz respeito ao nível de satisfação dos beneficiários com um determinado serviço médico, que se inserido a informação solicitada pode valorizar a escolha de um serviços em detrimento de outros.

## 4.5 Sistema Inteligente proposto nessa dissertação

A partir das idéias apresentadas por (ALENCAR et al., 2004), que propõe a redução dos custos médicos mediante uso combinado de modelos preditivos de internação de idosos, de programas de cuidados com a saúde, e do objetivo do governo de melhorar os serviços de saúde, trazendo melhor qualidade de vida para população, comentadas na seção anterior, pode-se conceber a existência de um sistema inteligente que ajude a atingir esses objetivos, reduzindo o custo médico entre idosos. A Figura 4.1 mostra como este sistema pode funcionar.

No modelo gráfico:

- *Programa de Saúde* - representa os departamentos de administração de prevenção e gestão de saúde que têm sido criados pelas operadoras de plano de saúde. Esses departamentos têm como objetivo detectar e cuidar de beneficiários cuja saúde vem piorando ao longo do tempo;
- *Banco de Dados Clínico* - são os bancos de dados mantidos pelos programas de saúde, contendo informações sobre o estado de saúde dos beneficiários. Por exemplo: patologias, quantidade e tipo de internações, informações coletadas durante consultas, escalas médicas, interações do programa de saúde com o beneficiário etc.;
- *Operadora de Plano de Saúde* - são as empresas privadas de saúde suplementar que operam planos de saúde sob a supervisão da ANS<sup>4</sup>;
- *Banco de Dados da Operadora* - representam o conjunto de base de dados operacionais que as operadoras utilizam para automatizar seus processos de negócios. Nestas bases

---

<sup>4</sup>Agência Nacional de Saúde Suplementar

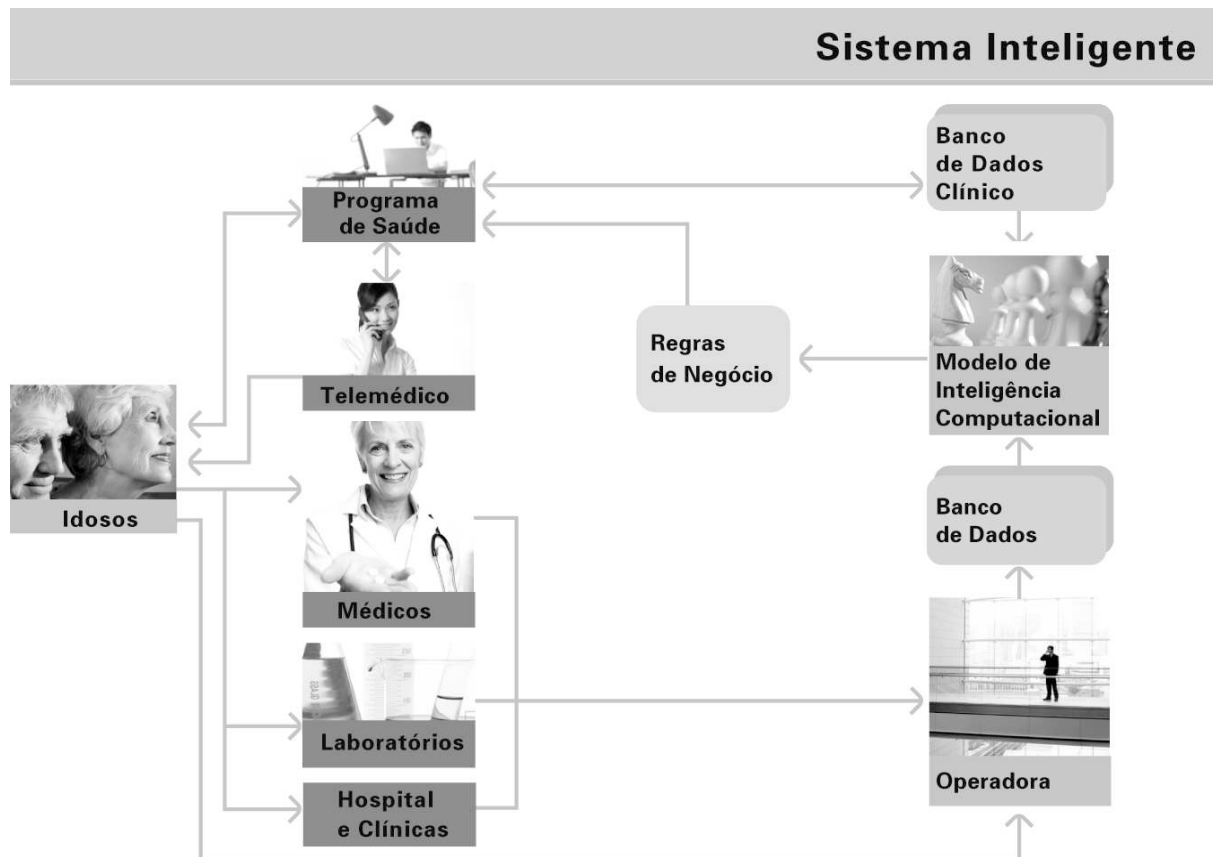


Figura 4.1: Modelo Gráfico do Sistema Inteligente

de dados estão armazenadas as informações relativas ao uso dos planos de saúde pelos beneficiários. Por exemplo: quantidade de consultas, exames e internações, com seus respectivos custos, além de informações demográficas (data de nascimento, estado civil, etc.) e geográficas (endereço residencial e de trabalho);

- *Idosos* - são beneficiários em idade avançada;
- *Hospitais e Clínicas, Laboratórios e Médicos* - são as unidades médicas onde o beneficiário recorre para receber cuidados e orientação médica;
- *Telemédico* - são os serviços especializados de central de atendimento. Nestas centrais o atendente, que tem algum conhecimento médico e de psicologia, interage com o beneficiário fornecendo informações sobre o uso do plano de saúde e coletando informações que sejam do interesse da operadora;
- *Modelo de Inteligência Computacional* - modelo quantitativo, baseado em técnicas de inteligência computacional, que a partir de informações sobre o uso do plano de saúde por idosos e de informações clínicas orienta o programa de saúde, gerando regras de negócio



que identificam os beneficiários com maior probabilidade de incorrerem em altos custos médicos em um dado período de tempo.

Note que os dados são fornecidos ao modelo quantitativo de forma automática e dinâmica, fazendo com que a base de conhecimento utilizada pelo modelo esteja sempre atualizada com as últimas tendências de uso do plano de saúde. Em consequência, ao acompanhar a evolução dos custos médicos de idosos, o sistema inteligente torna-se um poderoso instrumento clínico, ajudando a antecipação de ações médicas para beneficiários que podem vir a se tornar doentes críticos, indicando quem necessita de intervenção médica com maior urgência.

## 5 *O Modelo Matemático*

Para construir o modelo matemático que faz parte do sistema inteligente proposto nesta dissertação uma das maiores operadoras de planos de saúde do país forneceu os resultados de uma avaliação médica realizada junto a uma parcela significativa de seus beneficiários idosos, que foram submetidos às seguintes escalas médicas

- Escala de Atividades Instrumentais da Vida Diária (AIVD) (LAWTON, 1982),
- Escala de Depressão Geriátrica (EDG) (YESAVAGE et al., 1983),
- Mini-exame do Estado Mental (MEEM) (FOLSTEIN; FOLSTEIN; MCHUGH, 1975),
- Índice de Independência em Atividades de Vida Diária (IAVD) (KATZ et al., 1963), e
- Escala de Risco de Internação Hospitalar ( $P_{ra}$ ) (BOULT et al., 1993).

Veja Seção 3.2 para uma discussão detalhada do conteúdo e significado destas escalas. É importante mencionar que os dados fornecidos pela operadora constituem uma amostra de conveniência, isto é, as observações na amostra foram coletadas à conveniência do pesquisador e não de forma aleatória. Portanto, nem todos os elementos da população que se desejava amostrar tiveram a mesma probabilidade de serem selecionadas para fazerem parte da amostra. Veja (SCHEAFFER; MENDENHALL-III; OTT, 2005) para uma discussão sobre o uso de amostras de conveniência.

### 5.0.1 Descrição da Amostra

Da amostra constam 1.217 beneficiários distribuídos entre os estados do Rio de Janeiro e São Paulo. A Tabela 5.1 mostra participação de beneficiários de cada estado na amostra.

A amostra contém tanto beneficiários do sexo feminino quando do sexo masculino. A Tabela 5.2 mostra a participação de cada gênero na amostra.

<b>Origem</b>	<b>Percentual</b>
Estado do Rio de Janeiro	90,6
Estado de São Paulo	9,4
<b>Total</b>	100,0

Tabela 5.1: Distribuição da amostra por estado da federação.

<b>Sexo</b>	<b>Percentual</b>
Feminino	76,9
Masculino	23,1
<b>Total</b>	100,0

Tabela 5.2: Distribuição da amostra por sexo.

Na amostra a avassaladora maioria dos beneficiários são oriundos de contratos de prestação de serviços com pessoas físicas. A Tabela 5.3 mostra a distribuição dos dois tipos de contrato na amostra.

<b>Tipo de Contrato</b>	<b>Percentual</b>
Pessoa Física	99,6
Pessoa Jurídica	0,4
<b>Total</b>	100,0

Tabela 5.3: Distribuição da amostra tipo de contrato.

Uma maior participação de pessoas físicas na amostra se deve ao fato de que a maioria dos beneficiários que participaram da avaliação médica são idosos e aposentados e que muitas organizações não oferecem planos de saúde suplementar para seus funcionários, especialmente os aposentados. Em adição, muitos deles são oriundos de uma geração na qual as mulheres ainda não representavam um elemento quantitativamente importante da força de trabalho das organizações e, portanto, não têm acesso os planos de saúde para pessoa jurídica.

A maior parte dos beneficiários avaliados são titulares de seus próprios contratos. A Tabela 5.4 mostra a distribuição do tipo de beneficiário na amostra.

Uma parcela considerável dos beneficiários envolvidos na avaliação médica faz parte de um programa de gestão de saúde promovido pela operadora, consistindo de ações que vão desde o simples acompanhamento telefônico do quadro clínico dos beneficiários, até o fornecimento gratuito de medicamentos, visitas médicas regulares e a instalação de equipamentos médicos na casa do beneficiário. A Tabela 5.5 mostra a participação dos membros do programa de gestão de saúde na amostra fornecida pela operadora de planos de saúde.

Na época da avaliação médica cada beneficiário na amostra já era cliente da operadora de plano de saúde. A Tabela 5.6 apresenta as principais estatísticas do tempo de permanência na

Tipo de Beneficiário	Percentual
Dependente	9,6
Titular	90,4
<b>Total</b>	<b>100,0</b>

Tabela 5.4: Distribuição da amostra tipo de beneficiário.

Bem Viver?	Percentual
Não	20,0
Sim	80,0
<b>Total</b>	<b>100,0</b>

Tabela 5.5: Distribuição de participantes do Programa Bem Viver na amostra.

operadora, enquanto a Figura 5.1 mostra a distribuição da permanência na amostra.

Estatística	Meses
Mínimo	1
Máximo	144
Média	33,5
Desvio Padrão	22,2

Tabela 5.6: Estatísticas da permanência na operadora de planos de saúde na data da avaliação médica.

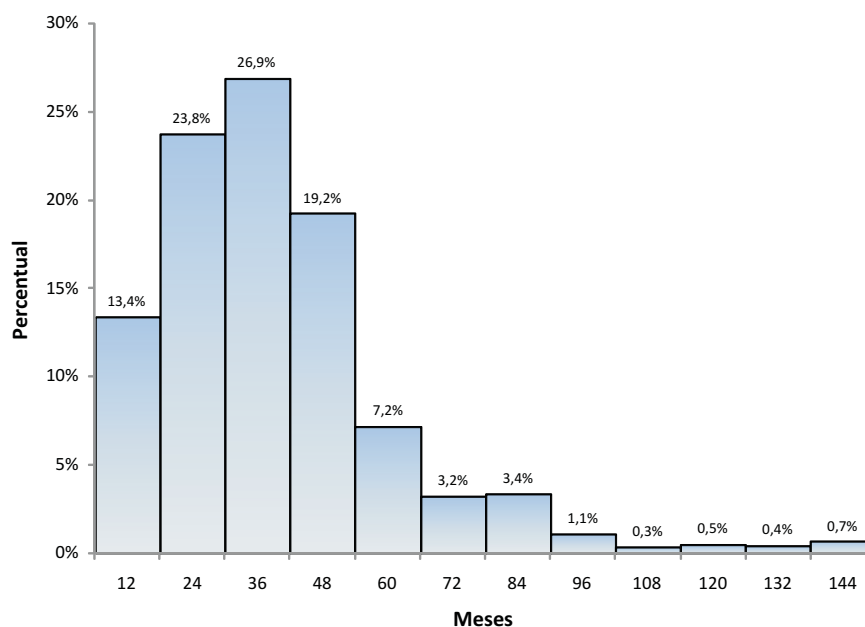


Figura 5.1: Permanência na seguradora na data da avaliação médica.

Beneficiários de idades variadas foram selecionados para fazer parte da avaliação médica levada a cabo pela operadora de planos de saúde. A Tabela 5.7 apresenta as principais estatísticas da idade dos beneficiários na data da avaliação médica, enquanto a Figura 5.2 mostra

a distribuição da idade em anos na amostra.

<b>Estatística</b>	<b>Anos</b>
Mínimo	55,4
Máximo	99,8
Média	76,5
Desvio Padrão	6,2

Tabela 5.7: Estatísticas da idade dos beneficiários na data da avaliação médica.

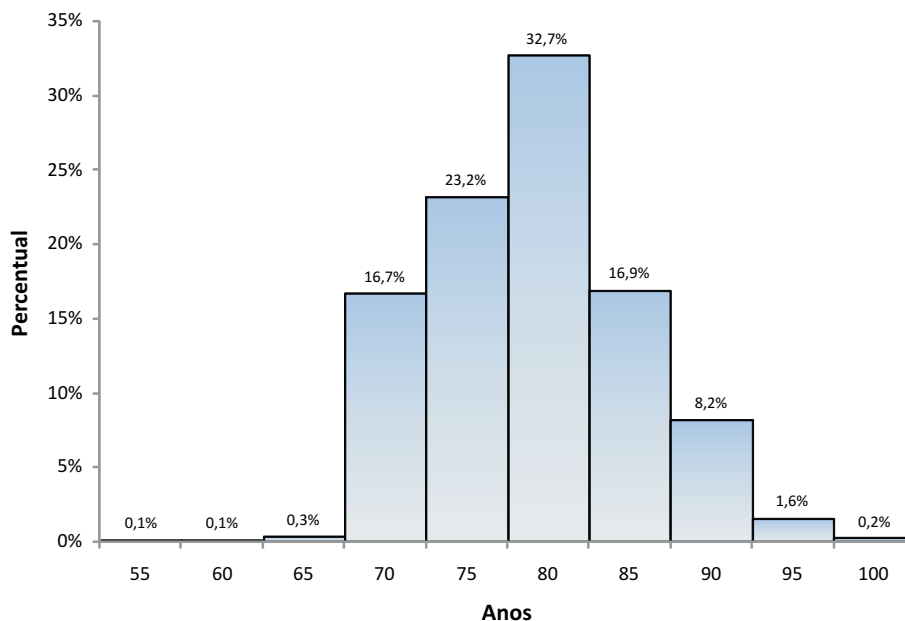


Figura 5.2: Idade do beneficiário na data da avaliação médica.

Como é comum na área médica, na amostra de beneficiários cedida pela seguradora, nem todos os beneficiários foram submetidos à mesma avaliação média. Enquanto, na amostra todos foram submetidos ao questionário  $P_{ra}$  de Boulton, nem todos foram submetidos aos questionários AIVD de Lawton, EDG de Yesavage, IAVD de Katz, MEEM de Folstein. Por exemplo, apenas 65,5% dos beneficiários da amostra foram submetidos ao AIVD de Lawton. A Tabela 5.8 mostra o percentual de beneficiários na amostra que foram submetidos às diversas escalas médicas.

<b>Escala Médica</b>	<b>Percentual</b>
AIVD de Lawton	65,5
EDG de Yesavage	56,7
IAVD de Katz	60,6
MEEM de Folstein	58,5
$P_{ra}$ de Boulton	100,0

Tabela 5.8: Percentual de observações por tipo de escala médica.

## 5.1 O Modelo

Para facilitar a construção do modelo matemático que faz parte do sistema inteligente calculou-se, inicialmente, o custo médico acumulado em 24 meses de todos os beneficiários envolvidos na avaliação médica, assim como a contribuição do custo de cada beneficiário individualmente para o custo total na forma de um percentual. Em seguida estes percentuais foram ordenados do maior para o menor. Finalmente, os beneficiários foram divididos em quatro grupos:

- (a) aqueles, com custos médicos mais altos, que contribuíram mais fortemente para o custo médico total;
- (b) aqueles que contribuíram de forma significativa;
- (c) aqueles que contribuíram de forma moderada; e
- (d) aqueles que contribuíram de forma mais discreta.

A esses grupos atribuiu-se respectivamente os rótulos "MAlto", "Alto", "Médio" e "Baixo", em alusão ao peso de suas contribuições para o custo médico total, no período. A Tabela 5.9 relaciona estes grupos com os pontos de corte que foram utilizados para explicitar a sua contribuição para o custo médico total.

<b>Categorias</b>	<b>Quantidade de Beneficiários</b>	<b>%</b>	<b>Critério</b>
MAlto	121	10	$\geq$ R\$ 7.668,37
Alto	243	20	$\geq$ R\$ 3.242,16
Médio	371	30	$\geq$ R\$ 1.505,87
Baixo	482	40	$\geq$ R\$ 0,00
<b>Total</b>	1.249	100	

Tabela 5.9: Critério utilizado para agrupar beneficiários em categorias de acordo com o custo médico incorrido em 24 meses.

Neste período, o custo médico dos beneficiários variou enormemente. Enquanto a avassaladora maioria dos usuários teve custos médicos relativamente baixos, alguns poucos tiveram custos médicos muito elevados. A Tabela 5.10 mostra as principais estatísticas do custo médico total. A Figura 5.3 mostra a distribuição dos custos médicos, no período, entre beneficiários submetidos a avaliação médica.

Subseqüentemente o programa SPSS (FIELD, 2005) foi utilizado para construir uma árvore de classificação de Breiman (BREIMAN et al., 1984) a partir dos dados fornecidos pela oper-

Custo Médico	Valor
Mínimo	R\$ 15,00
Máximo	R\$ 78.123,92
Média	R\$ 3.821,96
Desvio Padrão	R\$ 6.945,58

Tabela 5.10: Categorias por percentual de contribuição para o custo médicos total, acumulados em 24 meses.

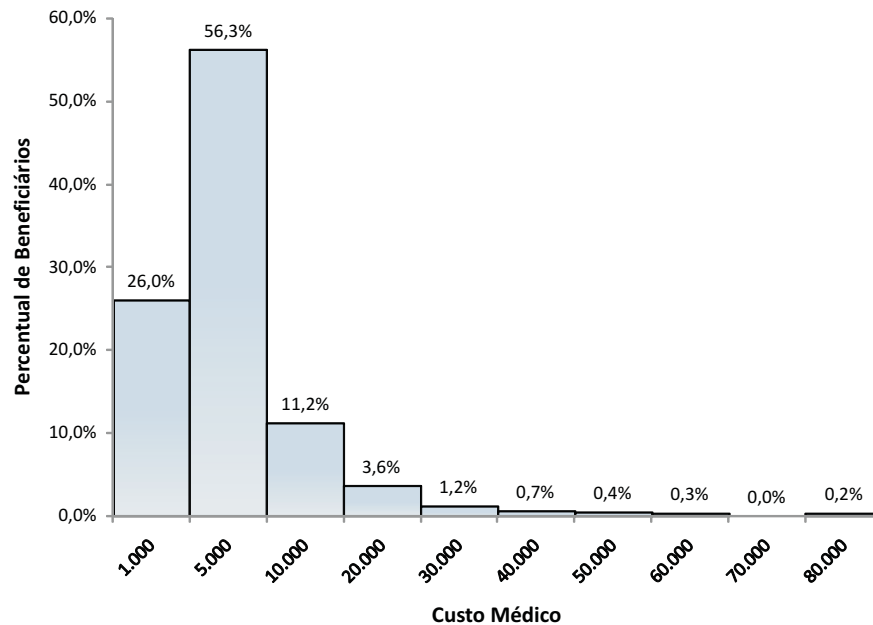


Figura 5.3: Distribuição dos custos médicos entre beneficiários submetidos a avaliação médica.

adora de planos de saúde. De imediato estes dados foram divididos pelo SPSS em dois conjuntos. Enquanto um dos conjuntos foi utilizado para construir a árvore (treinamento) o outro foi utilizado para testar a sua acurácia. A Tabela 5.11 mostra a proporção da amostra que foi utilizada para cada uma destas finalidades.

Finalidade	Quantidade	Percentual
Treinamento	877	70
Teste	340	30
<b>Total</b>	1.217	100

Tabela 5.11: Proporção de observações na amostra de treinamento e teste.

A Figura 5.4 mostra a árvore de classificação gerada pelo SPSS com o auxílio da amostra de treinamento.

A Tabela 5.12 mostra o significado das variáveis utilizadas na construção da árvore. É importante mencionar que nem todas as variáveis apresentadas para a árvore de classificação são utilizadas para construir o modelo matemático, somente aquelas que possuem um maior

poder de discriminação aparecem no modelo.

Variável	Significado
Custo Médico	Custo médico total do beneficiário em um período pré-determinado, agrupado em 4 categorias, a saber: “MAlto”, “Alto”, “Médio” e “Baixo”
Idade	Idade do beneficiário
Sexo	Sexo do beneficiário
PraTotal	Resultado da avaliação propiciada pela escala de risco de internação hospitalar ( $P_{ra}$ )
$Pra_i$	i-ésima pergunta da escala de risco de internação hospitalar
KATZTotal	Resultado da avaliação propiciada pelo índice de independência em atividades de vida diária (IAVD)
$KATZ_i$	i-ésima pergunta do índice de independência em atividades de vida diária (IAVD)
MMTotal	Resultado da avaliação propiciada pelo mini-exame do estado mental (MEEM)
$MM_i$	i-ésima pergunta do mini-exame do estado mental (MEEM)
EGDTotal	Resultado da avaliação propiciada pela escala de depressão geriátrica (EDG)
$EGD_i$	i-ésima pergunta da escala de depressão geriátrica (EDG)
LWTotal	Resultado da avaliação propiciada pela escala de atividades instrumentais da vida diária (AIVD)
$LW_i$	i-ésima pergunta da escala de atividades instrumentais da vida diária (AIVD)

Tabela 5.12: Significado das variáveis utilizadas na construção da árvore de classificação.

A Tabela 5.13 apresentada as regras geradas pela árvore introduzida na Figura 5.4.

Nó	Regra	No. de Obs.	Proporção (%)			
			Baixo	Médio	Alto	MAlto
4	$PraTotal \leq 0,29 \wedge KATZ5 > 2$	242	96,3	2,9	0,8	0,0
5	$PraTotal > 0,29 \wedge KATZTotal \leq 2$	282	21,3	69,9	7,4	1,4
7	$PraTotal \leq 0,29 \wedge KATZ5 \leq 2 \wedge Pra3 \leq 2$	40	92,5	5,0	2,5	0,0
8	$PraTotal \leq 0,29 \wedge KATZ5 \leq 2 \wedge Pra3 > 2$	39	15,4	66,7	17,9	0,0
11	$PraTotal > 0,29 \wedge KATZTotal > 2 \wedge PraTotal \leq 0,32$	13	7,7	92,3	0,0	0,0
12	$KATZTotal > 2 \wedge PraTotal \leq 0,43 \wedge PraTotal > 0,32$	142	2,1	15,5	81,7	0,7
13	$KATZTotal > 2 \wedge PraTotal > 0,43 \wedge Pra1 \leq 2$	13	0,0	0,0	100,0	0,0
15	$PraTotal > 0,43 \wedge Pra1 > 2 \wedge KATZTotal = 3$	23	0,0	0,0	60,9	39,1
16	$PraTotal > 0,43 \wedge Pra1 > 2 \wedge KATZTotal > 3$	83	0,0	2,4	3,6	94,0

Tabela 5.13: Regras geradas pela árvore de classificação.

Observe que as proporções apresentadas na Tabela 5.13 são, na verdade, estimativas de probabilidades condicionais, na forma de percentuais. Note também que no nó zero a probabilidade de se encontrar um beneficiário com custo muito alto (“MAlto”) é de 0,105. Entretanto, no nó 16, essa probabilidade, sobe para 0,940, ou seja, é cerca de 9 vezes maior! Com o intuito de facilitar a o entendimentos, a Tabela 5.14 apresenta uma tradução das regras descritas na Tabela 5.13 onde as variáveis e seus valores foram substituídos por seus respectivos significados.



Nó	Regra Traduzida
4	(Risco de internação baixo) <b>E</b> (Controle esfinteriano (urinário/fecal) completo por si só)
5	(Risco de internação é médio, alto ou muito alto) <b>E</b> (Independência total nas atividades diárias <b>OU</b> Intendência em todas as atividades, exceto uma)
7	(Risco de internação é baixo) <b>E</b> ((Ocorrência de “acidentes” esfinterianos ocasionais) <b>OU</b> (Supervisão auxilia o controle esfinteriano e o cateter é utilizado, ou é incontinente)) <b>E</b> (Fez uma <b>OU</b> nenhuma consulta médica no último ano)
8	(Risco de internação baixo) <b>E</b> ((Ocorrência de “acidentes” esfinterianos ocasionais) <b>OU</b> (Supervisão auxilia o controle esfinteriano e o cateter é utilizado, ou é incontinente)) <b>E</b> (Fez duas <b>OU</b> mais consultas médicas no último ano)
11	(Dependência em pelo menos duas atividades diárias, sendo uma delas tomar banho) <b>E</b> (Risco de internação é médio)
12	(Dependência em pelo menos duas atividades diárias, sendo uma delas tomar banho) <b>E</b> (Risco de internação é alto)
13	(Dependência em pelo menos duas atividades diárias, sendo uma delas tomar banho) <b>E</b> (Risco de internação é muito alto) <b>E</b> (Estado de saúde informado é excelente ou muito bom)
15	(Risco de internação é muito alto) <b>E</b> (Estado de saúde informado é bom, médio ou ruim) <b>E</b> (Independência em todas as atividades diárias, exceto tomar banho e uma outra função)
16	(Risco de internação é muito alto) <b>E</b> (Estado de saúde informado é bom, médio ou ruim) <b>E</b> (Dependência em pelo menos três atividades diárias, sendo duas delas tomar banho e vestir-se)

Tabela 5.14: Regras geradas pela árvore de classificação Traduzidas.

A Tabela 5.15 mostra a avaliação da acurácia dos resultados fornecidos pela árvore de classificação efetuada pelo SPPS utilizando a amostra teste. Note que em média a árvore classificou corretamente 79,1% das observações.

Observado	Previsto				Erros e Acertos			% de Acertos
	Baixo	Médio	Alto	MAlto	Acertos	Erros	Total	
Baixo	107	35	0	0	107	35	142	75,4%
Médio	3	84	15	1	84	19	106	81,6%
Alto	1	8	55	2	55	11	66	83,3%
MAlto	0	2	4	23	23	6	29	79,3%
<b>Total</b>					269	71	340	79,1%

Tabela 5.15: Avaliação da performance da árvore de classificação utilizando a amostra teste

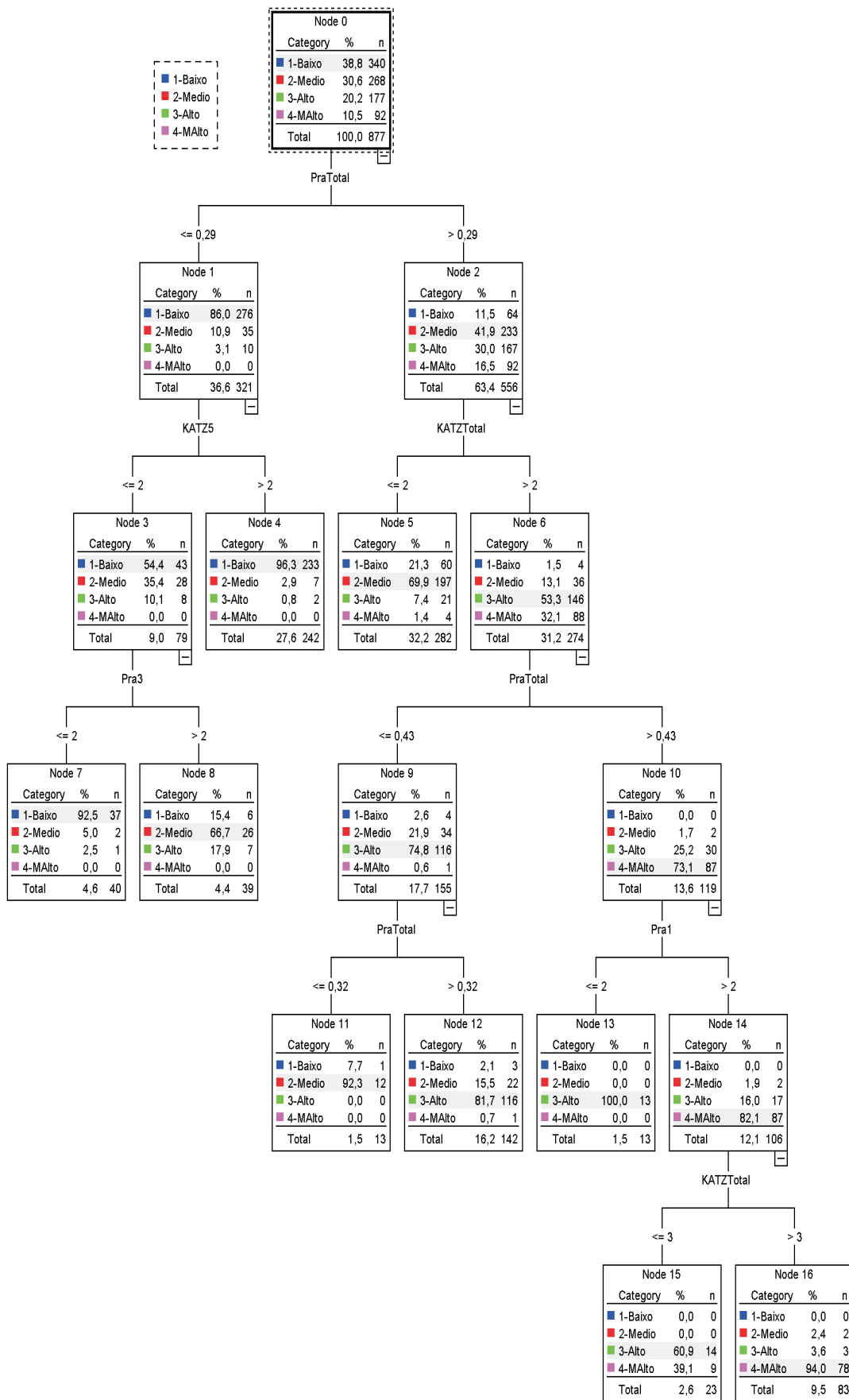


Figura 5.4: Modelo de árvore de classificação do custo médico.

## 6 *Discussão e Conclusões*

### 6.1 Perguntas Chaves

No início desta dissertação nos propusemos a apresentar um sistema inteligente para suporte a ações de redução de custos médicos. A seguir discutimos as principais questões que nortearam este trabalho e suas implicações tanto para a tecnologia da informação quanto para o mercado de operadoras de planos de saúde no Brasil.

#### 6.1.1 **Por que desenvolver um sistema de suporte a redução de custos na prestação de serviços médicos?**

Devido ao surgimento cada vez mais acelerado de novas drogas, equipamentos, métodos e técnicas para a diagnose e tratamento de uma grande variedade de doenças a preço cada vez mais elevados, existe hoje no Brasil, e também no restante do mundo, um desequilíbrio entre o aumento do custo médico e a inflação medida pelos respectivos índices de preço ao consumidor. Os dados apresentados na Tabela 6.1, compilados pela empresa norte-americana Towers Perrin, evidenciam esse desequilíbrio (TOWERS-PERRIN, 2006).

Como, segundo a curva de Simonsen, os preços aumentam continuamente e os salários aumentam de forma discreta (em saltos) durante o decorrer do tempo, o resultado final do valor real dos salários é a média ponderada do aumento geral dos preços, acrescido, quando for o caso, de algum ganho de produtividade (PENHA, 2001). Portanto, existe uma tendência geral que os salários reais ganhem poder aquisitivos entre os produtos e serviços que menos subiram de preço (aqueles de puxam os preços para baixo) e percam poder aquisitivo entre os produtos que mais subiram em um determinado período de tempo (aqueles que puxam os preços para cima), como é o caso dos custos médicos (SANTOS, 2006).

Em conseqüência, como, em algum instante de tempo, as operadoras de planos de saúde terão que repassar o aumento dos custos médicos para seus beneficiários, a persistirem as defasagens indicadas pela Tabela 6.1 e querendo-se manter o nível atual dos serviços médicos e a

País	Acumulado (2002-2004)		
	Inflação Médica	Índice de Preço ao Consumidor (CPI)*	Diferença em Relação ao CPI
Alemanha	14,00%	3,65%	10,35%
Brasil	43,61%	31,55%	12,06%
Canadá	42,38%	6,95%	35,43%
Espanha	19,38%	9,06%	10,32%
Estados Unidos	48,11%	7,79%	40,32%
França (†)	13,96%	4,14%	9,82%
Holanda	29,18%	11,82%	17,36%
Itália	8,64%	7,19%	1,45%
Reino Unido (‡)	10,35%	2,72%	7,63%
Suíça	24,00%	1,30%	22,70%

(\*) *Consumer Price Index.*

(†) *Acumulada de 2003 a 2004.*

(‡) *Acumulada de 2002 a 2003.*

Tabela 6.1: Inflação Médica em Diversos Países.

qualidade de vida dos beneficiários destes planos, um número crescente de pessoas deixará de ter condições financeiras de possuir um plano de saúde suplementar, especialmente os idosos, aposentados e deficientes, que têm dificuldade de compensar perda de poder aquisitivo com aumento de produtividade (APPLEBY, 2006).

Neste contexto, o desenvolvimento de sistemas de suporte a redução de custos médicos tornam-se uma peça importante, tanto no favorecimento de operadoras de planos de saúde financeiramente mais saudáveis, quando na manutenção e expansão dos serviços que elas prestam a seus beneficiários.

### 6.1.2 Por que sistemas de suporte a redução de custos devem ser integrados com outros serviços médicos?

Os sistemas de suporte a decisão não são projetados para tomar decisões, que são, em geral, delegadas aos usuários destes sistemas. Estes sistemas servem, na verdade, para orientar as decisões que precisam e podem ser tomadas no decorrer do tempo (TURBAN; ARONSON; LIANG, 2004). Por outro lado, na área médica, por força de lei, todos os procedimentos médicos têm que ser receitados, executados ou supervisionados por um médico. Portanto, para que um sistema de suporte a decisão, nos moldes do proposto nesta dissertação, possa ter alguma efetividade sobre os custos médicos ele precisa ser integrado com outros serviços, tais como: orientação médica especializada, gestão de doenças crônicas, medicina preventiva, maior acesso dos beneficiários a informações sobre suas enfermidades, *home care* (cuidados médicos em casa), etc. São estes serviços adicionais que fazem com que os custos médicos permaneçam

sobre controle (ALENCAR et al., 2004).

### 6.1.3 O que faz com que o sistema proposto nesta dissertação seja inteligente?

De acordo com (ALBUS; MEYSTEEL, 2001) os sistemas de informação inteligentes são aqueles que, a partir de uma base de conhecimento, exibem certas características da inteligência humana, tais como:

- Capacidade de aprendizado - na medida em que a base de conhecimento se modifica estes sistemas se comportam de forma diferente, melhorando, em geral, a sua performance;
- Adaptabilidade - capacidade de responder a mudanças no ambiente externo ou a mudanças nas condições internas;
- Robustez - resposta consistente face a uma gama variada de circunstâncias;
- Geração de informação - capacidade de transformar dados em informação e em conhecimento sobre as quais se pode agir (*actionable data*); e
- Extrapolação - capacidade de atuar de forma razoável diante de uma situação não prevista.

O principal objetivo de se construir um sistema inteligente é tentar assegurar uma resposta consistente e rápida a um problema complexo com um mínimo de intervenção humana.

Obviamente, nem todo sistema inteligente exhibe essas características com a mesma intensidade. Por exemplo, enquanto alguns sistemas inteligentes têm grande capacidade de aprendizado e extrapolam, corretamente, as informações contidas na sua base de conhecimento (ER et al., 2002), outros são altamente adaptáveis, exibem uma robustez pronunciada e geram informação sobre as quais se pode agir com grande facilidade (VIAENE et al., 2002). Além disso, existem áreas e situações onde a intervenção humana é necessária por força de lei ou regulamentos, como é o caso da área médica (PODGORELEC; KOKOL; ROZMAN, 2002).

Neste sentido é importante notar que a base de conhecimento utilizada pelo sistema proposto nesta dissertação é objeto de alterações constantes, estando sempre atualizada com os últimos acontecimentos, em especial com os dados oriundos da avaliação médica de novos beneficiários, da reavaliação de beneficiários antigos e do uso do plano de saúde em consultas, exames, internações, procedimentos ambulatoriais, etc. Além disso, periodicamente, o modelo

matemático é feito de forma a acomodar as novas informações, fazendo com que o modelo esteja sempre atualizado. Essas ações, quando vistas em conjunto, favorecem tanto a capacidade de aprendizado quanto a adaptabilidade do sistema a mudanças.

Por outro lado, árvores de classificação é uma família de algoritmos reconhecidamente robusta, que tende a apresentar bons resultados mesmo na presença de poucas observações e de ruído (VAYSSIERES; PLANT; ALLEN-DIAZ, 2000; DE'ATH; FABRICIUS, 2000). Em adição, o resultado final propiciado pelas árvores de classificação são conjunções de predicados (regras de negócio) que são fáceis de serem lidas, interpretadas e divulgadas a todos os interessados, evitando ruídos de comunicação e diminuindo consideravelmente o tempo transcorrido entre a análise dos dados e a tomada de decisão (HANNA; KEIZER, 2003). Portanto, com diferentes graus de intensidade, o sistema proposto nesta dissertação exibe as principais características de um sistema inteligente.

#### **6.1.4 Por que árvores de classificação?**

Uma das principais motivações para o uso de sistemas automatizados de apoio à decisão em medicina é a expectativa de que eles possam ajudar a superar algumas das dificuldades intrínsecas à própria natureza do conhecimento médico, que é por natureza incerto, impreciso e incompleto (BOUCHON-MEUNIER, 2000). Aproveitando os recursos da informática, os sistemas automatizados de apoio à decisão têm a capacidade de armazenar e analisar uma enorme quantidade de informações médicas e de propor estratégias de seleção e decisão que levem a respostas úteis para o processo de tomada de decisão de um profissional de saúde (PISA et al., 2004).

Neste sentido, árvores de classificação é uma família de métodos não paramétricos, isto é, nenhuma restrição é imposta à distribuição dos valores das variáveis preditivas e da variável *target*. Em adição, estas variáveis podem manter qualquer tipo de relacionamento entre si. Além disso, árvores de classificação implementam o conceito de variável substituta. Quando uma variável está faltando na massa de dados, um conjunto de variáveis pré-selecionadas é utilizada, uma por vez, para aproximar a mesma tomada de decisão que a variável original teria propiciado. Tudo isso, torna as árvores de classificação uma ferramenta muito atrativa para resolver problemas no mundo real, onde não é incomum que a massa de dados esteja incompleta e as distribuições dos valores das variáveis sejam freqüentemente desconhecidos, assim como os relacionamentos que porventura existam entre elas (WITTEN; FRANK, 2005).

### **6.1.5 Quais são as principais desvantagens associadas ao uso de árvores de classificação?**

Segundo (MARSHALL, 2001) a forma como as árvores de classificação são construídas impede que elas evidenciem todas as regras que são possíveis de serem geradas a partir de uma dada massa de dados. Em consequência, é possível, embora pouco provável, que regras importantes sejam deixadas de fora. Além disso, em certas situações as regras fornecidas pelas árvores de classificação podem ser difíceis de serem interpretadas e dificilmente se pode ter certeza que a árvore ótima foi gerada.

Entretanto, é importante mencionar que o número de relatos favoráveis ao uso de árvores de classificação supera, em muito, os relatos negativos e que quando comparada com a árvore ótima, obtida com a ajuda de algoritmos de otimização, as árvores de classificação apresentam um excelente desempenho (BOT; LANGDOM, 2000; FOLINO; PIZZUTI; SPEZZANO, 2002).

### **6.1.6 Como o modelo de árvores de classificação se compara ao modelo de regressão logística de Boulton e associados?**

O modelo de (BOULT et al., 1993) foi desenvolvido nos Estados Unidos, no início dos anos 90, a partir de uma amostra de 5.876 idosos norte-americanos, isto é, em uma realidade bem diferente da brasileira. Nos Estados Unidos, por exemplo, 84% da população têm cobertura médica de qualidade, enquanto no Brasil apenas 19,6% (SANTOS, 2006). De acordo com a Organização Mundial de Saúde, todos os anos, 0,18% da população americana (514.450 pessoas) morre devido a doenças do coração, sendo esta a principal causa de óbito por doença entre os norte-americanos. No Brasil este número cai para 0,08% (139.601 pessoas), ou seja, em termos percentuais é duas vezes menor (MACKAY; MENSAH, 2004). Por outro lado, a principal causa de óbitos por doença no Brasil é o derrame. As doenças cardíacas ocupam apenas o sexto lugar nesta lista (PADILLA et al., 2006).

Nos Estados Unidos 7,15% da população (20,6 milhões de americanos) sofre de *Diabetes Mellitus*, no Brasil este número cai para 2,84% (5 milhões de pessoas), ou seja, é três vezes menor em termos percentuais (BORGES, 2003). Na cultura anglo-saxã as pessoas tendem a ser mais independentes. Quando um idoso é auxiliado por outra pessoa, em caso de necessidade, é comum que essa pessoa seja paga por este serviço, fazendo com que o serviço só seja usado em caso de real necessidade. No Brasil, e em muitos outros países latino americanos, a cultura dita que a família cuida de seus idosos, portanto a tendência geral é que esses serviços sejam executados por parentes, não sejam remunerados e estejam mais amplamente disponíveis

(MCCARTHY, 2004; YUN; LACHMAN, 2006).

Finalmente, o brasileiro, diferente dos norte-americanos, está sujeito a uma série de endemias tais como: malária, dengue e doença de Chagas (SILVA, 2003). Além disso, não é incomum que pessoas morram na fila de espera dos postos de atendimento e hospitais do INSS<sup>1</sup> enquanto esperam para serem atendidas, ou para se submeterem a cirurgias eletivas (MATTA, 2003; FONSÊCA, 2005; TABAK, 2005).

Tudo isso compromete o poder preditivo das variáveis que fazem parte do modelo de Boulton e associados, levando a crer que um modelo com características nacionais possa ser desenvolvido, propiciando melhores resultados. Neste sentido, esta dissertação segue um caminho mais ousado ao expandir as perguntas do questionário de Boulton e associados, criando um modelo novo, mais adequados à realidade brasileira. Além disso, árvores de classificação não impõe nenhuma restrição sobre a distribuição e relacionamento de variáveis, podem ser utilizadas sobre dados que estão incompletos e geram regras que são fáceis de serem compreendidas e divulgadas entre os interessados (WITTEN; FRANK, 2005).

### **6.1.7 Como a sociedade se beneficia do sistema inteligente proposto nesta dissertação?**

Nossa dependência e conseqüente preocupação com a disponibilidade e qualidade de serviços médicos tende a aumentar com a idade. É na velhice, quando nos encontramos mais dependentes destes serviços, que nossas preocupações aumentam (WEIL, 2007). No Brasil, assim como no resto do mundo, existe um desequilíbrio entre o que o sistema de saúde suplementar consegue arrecadar, o aumento dos custos médicos e a capacidade de pagamento dos beneficiários deste sistema. Infelizmente, ao persistir esse desequilíbrio muitos dos que hoje possuem planos de saúde suplementar deixaram de ter condições financeiras de tê-los (APPLEBY, 2006).

O sistema inteligente objeto desta dissertação beneficia a sociedade de duas formas distintas. Primeiro, ele favorece a existência de operadoras de planos de saúde mais saudáveis do ponto de vista financeiro, que continuarão a prestar os serviços para que foram contratadas, gerando empregos e pagando impostos. Por outro lado, para que o sistema possa atingir o propósito para o qual foi criado, isto é, redução dos custos médicos, ele precisa ser integrado com ações médicas que beneficiam diretamente os usuários de planos de saúde, tais como:

- Ações informativas - que visam motivar pacientes a cuidarem melhor de si mesmo, estarem mais conscientes das doenças que possuem e participarem ativamente do controle

---

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Previdência Social.



destas doenças, em parceria com seus respectivos médicos;

- Ações preventivas - que tentam motivar as pessoas a adotarem um estilo de vida mais saudável, a comparecerem às consultas médicas, a fazerem os exames que foram solicitados e a tomarem os medicamentos que foram prescritos na hora e quantidade corretas;
- Ações corretivas - que têm por objetivo garantir que o tratamento prescrito é adequado as doenças que acometem os beneficiários; e
- Ações assistenciais - que, em caso de necessidade, reproduz na casa do beneficiário condições de monitoramento e assistência médica encontradas em um hospital.

Portanto, a própria existência do sistema inteligente implica na implementação de uma série de serviços médicos que acabam por melhorar a saúde dos beneficiários dos planos de saúde, podendo aumentar a eficácia e a percepção da qualidade destes serviços (ALENCAR et al., 2004).

## 6.2 **Trabalhos Futuros**

Vivemos no limiar de uma era onde a tecnologia da informação permeia todas as áreas e funções de negócio. Nos dias de hoje, é difícil entrar em um escritório ou chão de fábrica sem nos depararmos com equipamentos de computação que agilizam a produção, ao mesmo tempo em que permitem uma gestão mais efetiva dos processos de negócio. O mesmo pode ser dito do meio acadêmico, onde os computadores se tornaram peça fundamental no ensino e na pesquisa em todas as áreas do conhecimento. Segundo (DERTOUZOS, 2001) existem cinco fatores que tornam os computadores tão valiosos:

- Enorme capacidade de processamento - que supera em muito a capacidade humana nas tarefas repetitivas;
- Grande capacidade de armazenamento de dados - permitindo que *terabytes* sejam armazenados para análise;
- Preço acessível - que permite que uma parcela considerável da população mundial tenha amplo acesso a equipamentos de computação, incluindo-se aqui os periféricos;
- *Software* com interfaces amigáveis - que permite que computadores sejam utilizados com facilidade tanto por leigos quanto por especialistas;

- Agentes inteligentes - que faz com que os computadores possam exibir características importantes da capacidade de raciocínio humano.

Segundo (TALUKDER; YAVAGAL, 2006) a esta lista pode-se acrescentar “mobilidade”, que permite que computadores sejam levados de um lado para o outro e que possam ser utilizados em movimento. Portanto, nos anos que se seguem é provável que venhamos a testemunhar a popularização de sistemas inteligentes móveis de apoio a atividades médicas que coletam, analisam e indicam ações a serem tomadas em tempo real (FISCHER et al., 2002). Estes sistemas, inicialmente implementados em *handhelds*<sup>2</sup> e *smartphones*<sup>3</sup> permitirão que, a partir de medidas biométricas específicas, tais como: pressão arterial e batimentos cardíacos, o paciente e seu médico recebam informações em tempo real para tomada de decisão e orientação sobre o melhor procedimento a ser feito (WOODWARD; ISTEPANIAN; RICHARDS, 2001).

Do ponto de vista da eficiência, a performance do sistema proposto nesta dissertação pode ser melhorado bastante a partir do uso de *handhelds* ou *smartphones* tanto para a coleta de informações, quanto para o monitoramento remoto de beneficiários em risco de internação hospitalar. Em adição, a capacidade de previsão do modelo pode ser expandida através da utilização de outras escalas de avaliação do estado de saúde de idosos. Veja (BOWLING, 1997; LAM; MICHALAAK; SWINSON, 2004) para uma revisão detalhada e abrangente dessas escalas.

## 6.3 Conclusões

Esta dissertação demonstra a viabilidade de criar um sistema inteligente para suporte à ações de redução de custo na prestação de serviços médicos. Este sistema, baseado em árvores de classificação, apresenta diversas vantagens sobre outras iniciativas similares:

- Ao contrário do modelo de previsão de risco de internação hospitalar de Boulton e associados (BOULT et al., 1993, 1994), o modelo matemático que é central ao funcionamento do sistema proposto está perfeitamente adaptado às condições e realidades brasileiras;
- Para os especialistas médicos, o sistema provê conhecimento na forma de conjunções de predicados, que na verdade são regras de negócio, que são fáceis de serem lidas, compreendidas e divulgadas aos interessados;
- A base de conhecimento, que permite que o sistema faça inferências, é atualizada dinamicamente, fazendo com que as regras de negócio sejam sempre atuais;

---

<sup>2</sup>Computadores de mão.

<sup>3</sup>Telefones que são também computadores de mão.

- O sistema favorece a redução dos custos médicos de operadoras de saúde suplementar, identificando e orientando ações de redução dos custos de internação hospitalar, o principal custo médico no tratamento de saúde;
- O sistema favorece a existência de operadoras de saúde suplementar financeiramente saudáveis e de beneficiários mais satisfeitos com os serviços médicos que recebem;
- O sistema pode ser facilmente expandido para acomodar a coleta e geração de regras de negócio em tempo real.

Os serviços de saúde passam por um momento difícil em todo o mundo. Devido ao surgimento de tratamentos cada vez mais efetivos e sofisticados a preços cada vez mais elevados, o que é arrecadado pelas operadoras de saúde suplementar (e pelo governo no sistema de saúde público) não é suficiente para fechar as contas. A persistir a situação de desequilíbrio atual, dentro em breve, a crise em que o sistema de saúde pública se encontra no Brasil será estendida, pelo menos em parte, para o sistema de saúde suplementar.

Sistemas inteligentes para redução de custos médicos é um caminho viável para se equilibrar as contas. Portanto, é provável, que no futuro próximo um número cada vez maior de sistemas inteligentes de suporte a decisões médicas estejam presentes no nosso dia-a-dia, especialmente aqueles baseados na geração de regras de negócio e no uso de tecnologia *wireless*, que permite que beneficiários sejam monitorados a distância em tempo real.

## *Referências Bibliográficas*

- ABRAHAM, A. Recent advances in intelligent paradigms and applications. In: \_\_\_\_\_. New York, NY, USA: Springer, 2002. (Studies in Fuzziness and Soft Computing), cap. Chapter 1: Intelligent Systems: Architectures and Perspectives, p. 1–35.
- ACM. *The ACM Computing Classification System (1998 Version)*. 1998. Informação disponível na Internet em <http://www.acm.org/class/1998/>. Site visitado pelo última vez em 24 de Junho de 2006. Association for Computing Machinery.
- AIM. *Artificial Intelligence in Medicine (Journal)*. Viena, Austria: Elsevier Inc., 1989–2007. Informação disponível na Internet em [www.intl.elsevierhealth.com/journals/aiim/default.cfm](http://www.intl.elsevierhealth.com/journals/aiim/default.cfm). Site visitado pela última vez em 28 de Maio de 2007.
- ALBUS, J. S. Outline for a theory of intelligence. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, v. 21, n. 3, p. 473–509, Maio e Junho de 1991.
- ALBUS, J. S.; MEYSTEEL, A. M. *Intelligent Systems: Architecture, Design, Control*. Hoboken, NJ, USA: Wiley-Interscience, 2001.
- ALENCAR, A. J. et al. Do neural-network question-answering systems have a role to play in the deployment of realworld information systems? In: CHANG, S.-K. (Ed.). *The Nineteenth International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*. Boston, MA, USA, 2007. p. 10–14.
- ALENCAR, A. J. S. M. de et al. Does managed care yield good finanacial health? *Revista Latinoamericana de Administración*, v. 32, p. 29–45, 2004.
- ALMEIDA, J. B. D. *Manual de Direito do Consumidor*. São Paulo, SP: Editora Saraiva, 2006.
- ALMEIDA, O. P.; ALMEIDA, S. A. Short versions of the geriatric depression scale: a study of their validity for the diagnosis of a major depressive episode according to ICD-10 and DSM-IV. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, v. 14, n. 10, p. 858–865, 1999.
- AMEN, D. G.; ROUTH, L. C. *Healing Anxiety and Depression*. Berkley, CA, Estados Unidos: Berkley Trade, 2004.
- ANDERSON, R. T.; BALKRISHNAN, R.; CAMACHO, F. Risk classification of medicare hmo enrollee cost levels using a decision-tree approach. *Journal of The Medical Library Association*, v. 10, n. 2, p. 89–98, Fevereiro de 2004. US National Library of Medicine/Association of Academic Health Sciences Libraries Leadership Fellows Program, DC.
- ANNIS, E. R. Why are medical costs increasing? *Synergism Newsletters, American College of Eye Surgeons*, v. 1, n. 7, p. 10–12, 2000.

- ANS. *Caderno de Informação da Saúde Suplementar: beneficiários, operadoras e planos*. Março de 2007. Relatório Técnico da Agência Nacional de Saúde Suplementar, Governo Brasileiro.
- APPAIX, O. Les patrons américains en rêvent. *Le Monde Diplomatique*, Julho de 2004. Texto em francês.
- APPLEBY, J. Consumer unease with u.s. health care grows. *USA TODAY*, 16 de Outubro de 2006.
- ASHARAF, S.; MURTY, M. N.; SHEVADE, S. Rough set based incremental clustering of interval data. *Pattern Recognition Letters*, v. 27, n. 6, p. 515–519, Abril de 2006.
- AXELROD, R. C.; VOGEL, D. Predictive modeling in health plans. *Disease Management & Health Outcomes*, v. 11, n. 12, p. 779–787, 2003.
- BARBER, N.; RAWLINS, M.; FRANKLIN, D. Reducing prescribing error: competence, control, and culture. *Quality & Safety in Health Care*, v. 12, n. S1, p. i29–i32, 2003.
- BASTOS, A. Treze ministérios participam da estratégia de combate às drogas. *Agência Brasil - Radiobrás*, 16 de Julho de 2006.
- BEAL, E. *Dr. Sidney Katz, 80, Physician and Distinguished Scholar*. 16 de Março de 2004. Informação disponível na Internet em [www.benrose.org/ForU\\_caregivers/MythBusters/mb\\_sidneykatz.asp](http://www.benrose.org/ForU_caregivers/MythBusters/mb_sidneykatz.asp). Site visitado pela última vez em 11 de Maio de 2007.
- BENKO, L. B. Controlling health costs by curbing demand. *Modern Healthcare*, v. 30, n. 26, p. 106–112, Junho de 2000.
- BERG, G. D.; WADHWA, S. Diabetes disease management in a community-based setting. *Managed Care*, p. 42–50, Junho de 2002.
- BERKOWITZ, R. *Stayin' Alive: The Invention of Safe Sex*. New York, NY, USA: Westview Press, 2003.
- BETING, J. O programa de controle da poluição do ar. *O Globo*, Rio de Janeiro, RJ, 20 de Outubro de 1998.
- BLAND, R. C.; NEWMAN, S. C. Mild dementia or cognitive impairment: The modified mini-mental state examination (3MS) as a screen for dementia. *Canadian Journal of Psychiatry*, p. 506–510, Agosto de 2001.
- BORGES, V. C. Specialized enteral formulae for diabetic patients. *Nutrition*, v. 19, n. 2, p. 196–198, 2003.
- BOT, M. C. J.; LANGDOM, W. B. Improving induction of linear classification trees with genetic programming. In: WHITLEY, D. et al. (Ed.). *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO)*. The Riviera Hotel and Casino, Las Vegas, Nevada, USA: Morgan Kaufmann, 2000.
- BOTTESINI, M. A. *Lei dos Planos e Seguros de Saude*. São Paulo, SP: Editora Rervista dos Tribunais, 2005.

- BOUCHON-MEUNIER, B. Fuzzy logic, neural networks, and new algorithms. In: \_\_\_\_\_. Piscataway, NJ, USA: IEEE Press, 2000. Volume I, cap. Uncertainty Management in Medical Applications, p. 1–26.
- BOULOS, M. N. K. Location-based health information services: a new paradigm in personalised information delivery. *International Journal of Health Geographics*, v. 2, p. 1–11, Janeiro de 2003.
- BOULT, C. et al. Screening elder for risk of hospital admission. *Journal of the American Geriatrics Society*, v. 41, n. 8, p. 811–817, 1993.
- BOULT, L. et al. Test-retest reliability of a questionnaire that identifies elders at risk for hospital admission. *Journal of the American Geriatrics Society*, v. 42, p. 707–711, 1994.
- BOWLING, A. *Measuring Health: A Review of Quality of Life Measurement Scales*. 2<sup>nd</sup>. Maidenhead, Berkshire, Reino Unido: Open University Press, 1997.
- BREIMAN, L. et al. *Classification and Regression Trees*. Boca Raton, FL, USA: Chapman & Hall/CRC Press, 1984.
- CAMPBELL, R. K.; JR., J. R. W. *Medications for the Treatments of Diabetes*. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2003.
- CBM. *Computers in Biology & Medicine*. Bethesda, MD, USA: Elsevier Inc., 1970–2007. Informação disponível na Internet em [www.intl.elsevierhealth.com/journals/cobm/default.cfm](http://www.intl.elsevierhealth.com/journals/cobm/default.cfm). Site visitado pela última vez em 28 de maio de 2007.
- CHASSIN, M. R.; GALVIN, R. W.; QUALITY the National Roundtable on H. C. The urgent need to improve health care quality. *The Journal of the American Medical Association*, v. 280, n. 11, p. 1000–1005, 16 de setembro de 1998.
- CHATTAT, R. et al. A study on the validity of different short versions of the geriatric depression scale. *Gerontology and Geriatrics*, v. 33, n. S1, p. 81–86, 2001.
- CHOBANIAN, A. V. et al. The sixth report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. *Hypertension*, v. 42, p. 1206–52, 2003.
- CINATL, J. et al. Treatment of SARS with human interferons. *The Lancet*, v. 26, n. 362, p. 293–294, Julho de 2003.
- CINEROS, R. Employer interest in growing disease management. *Business Insurance*, v. 36, n. 6, p. T4–T6, Fevereiro de 2002.
- CLANCEY, W.; E.H.SHORTLIFFE (Ed.). *Readings in Medical Artificial Intelligence - The First Decade*, ( ). Reading, MA, USA: Addison-Wesley, 1984.
- CM&PM. *Computer Methods & Programs in Biomedicine*. Uppsala, Suécia: Elsevier Inc., 1985–2007. Informação disponível na Internet em [www.intl.elsevierhealth.com/journals/cmpb/](http://www.intl.elsevierhealth.com/journals/cmpb/). Site visitado pela última vez em 28 de Maio de 2007.
- CNPQ. *Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil*. 2008. Informação disponível na Internet em <http://dgp.cnpq.br/buscaoperacional/>. Site visitado pela última vez em 29 de Fevereiro de 2008.

- COIERA, E. *Guide to Health Informatics*. 2<sup>nd</sup> edition. London , UK: Hodder Arnold Publication, 2003.
- COLLEN, M. F. Medical informatics is the application of computer technology to all fields of medicine - medical care, medical teaching, and medical research. *Preliminary announcement for the Third World Conference on Medical Informatics - Medinfo*), v. 80, 1977. Informação disponível na Internet no site da AMIA - History Of Medical Informatics <http://www.amia.org/inside/faq/whatis.asp>. Site visitado pela última vez em 10 de Junho de 2007.
- DALZELL, M. D. Where will health plans find the next generation of savings? *Managed Care*, v. 10, n. 9, p. 20–24, Setembro de 2001.
- DE'ATH, G.; FABRICIUS, K. E. Classification and regression trees: A powerful yet simple technique for ecological data analysis. *Ecology*, v. 81, n. 11, p. 3178–3192, 2000. The Ecological Society of America.
- DELLBY, U. Drastically improving health care with focus on managing the patient with a disease: the macro and micro perspective. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, v. 9, n. 2, p. 4–8, 1996.
- DERTOUZOS, M. L. *The Unfinished Revolution: Human-Centered Computers and What They Can Do for Us*. Londres, Reino Unido: Collins, 2001.
- EDWARDS, D. E.; KUSEL, J.; OXNER, T. H. The changing role of internal auditors in health care. *Healthcare Financial Management*, v. 54, n. 8, p. 62–64, Agosto de 2000.
- EM&BM. *Ieee Engineering in Medicine and Biology Magazine*. Storrs, CT, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. (IEEE), 1982–2007. Informação disponível na Internet em [emb-magazine.bme.uconn.edu/](http://emb-magazine.bme.uconn.edu/). Site visitado pela última vez em 28 de Maio de 2007.
- ER, M. J. et al. Face recognition with radial basis function (RBF) neural networks. *IEEE Transactions on Neural Networks*, v. 13, n. 3, p. 697–710, 2002.
- EVANS, J. R.; FLETCHER, A. E.; WORMALD, R. P. L. Depression and anxiety in visually impaired older people. *Ophthalmology*, v. 114, n. 2, p. 283–288, Fevereiro de 2007.
- FIELD, A. *Discovering Statistics Using SP*. 2<sup>nd</sup>). London, UK: Sage Publications, 2005.
- FILHO, E. T. T. Os rumos dos investimentos em infra-estrutura. *Visão do Desenvolvimento - BNDES*, v. 20, 17 de Novembro de 2006.
- FINN, R.; GREEN, R. *Organ Transplants: Making the Most of Your Gift of Life*. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly, 2000.
- FISCHER, S. et al. Handheld computing in medicine. *Journal of the American Medical Informatics Association*, v. 10, p. 139–149, 26 de Novembro de 2002.
- FOLINO, G.; PIZZUTI, C.; SPEZZANO, G. Improving induction decision trees with parallel genetic programming. In: VAJDA, F.; PODHORSZKI, N. (Ed.). *10th Euromicro Workshop on Parallel, Distributed and Network-based Processing*. Ilhas Canárias, Espanha: IEEE Press, 2002.

- FOLSTEIN, M.; FOLSTEIN, S. E.; MCHUGH, P. Mini-mental state: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, v. 12, p. 189–198, 1975.
- FONSÊCA, A. Atendimento do inss recomeça tumultuado. *A Tarde*, Salvador, BA, 10 de agosto de 2005.
- FRICKE, J.; UNSWORTH, C. Time use and importance of instrumental activities of daily living. *Australian Occupational Therapy Journal*, v. 48, n. 3, p. 118–131, Setembro de 2001.
- FRISSE, M. et al. Informatics and medical libraries: Changing needs and changing roles. *Academic Medicine*, v. 70, n. 1, p. 30–35, Janeiro de 1995.
- GALVÃO, J. A política brasileira de distribuição e produção de medicamentos anti-retrovirais: privilégio ou um direito? *Caderno de Saúde Pública*, v. 18, n. 1, p. 213–219, Jan-Fev de 2002.
- GAMA, E. V. et al. Association of individual activities of daily living with self-rated health in older people. *Age and Ageing*, v. 29, n. 3, p. 267–270, 2000.
- GARG, A. X. et al. Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: A systematic review. *Journal of the American Medical Association*, v. 293, n. 10, p. 1223–1238, 2005.
- GATES, R.; MCDANIEL, C.; BRAUNSBERGER, K. Modeling consumer health plan choice behavior to improve customer value and health plan market share. *Journal of Business Research*, v. 48, n. 3, p. 247–257, Junho de 2000.
- GINI, C. Memorie di metodologica statistica. In: \_\_\_\_\_. Milano, Italy: Dott. A. Giuffrè, 1939. I, cap. Variabilità e concentrazione, p. 359–408. Texto escrito em italiano.
- GODWIN, T. The cold equations. *Astounding Science Fiction*, p. 62 – 84, Agosto de 1954.
- GOLDSMITH, J. C. *Digital Medicine: Implications for Healthcare Leaders*. New York, NY, USA: Springer, 2003.
- GOTTINGER, H. *Innovation, Technology and Hypercompetition*. London, United Kingdom: Routledge, 2006. (Routledge Studies in Global Competition).
- GRINOVER, A. P. *Código Brasileiro de Defesa do Consumidor*. 8<sup>a</sup> edição. Rio de Janeiro, RJ: Editora Forence Universitária, 2004.
- GUERRA, I. C.; CERQUEIRA, A. T. de A. R. Risco de hospitalizações repetidas em idosos usuários de um centro de saúde escola. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 23, n. 3, p. 585–592, março de 2007.
- HANNA, A. A.; KEIZER, N. de. Integrating classification trees with local logistic regression in intensive care prognosis. *Artificial Intelligence in Medicine*, v. 29, p. 5–23, 2003.
- HANS, P. B. HIV/AIDS treatment for millions. *Science*, v. 292, p. 221–223, Abril de 2001.
- HARPER, P. R. et al. A systems modelling approach for the prevention and treatment of diabetic retinopathy. *European Journal of Operational Research*, v. 150, n. 1, p. 81–91, Outubro de 2006.



- HOKOISHI, K. et al. Interrater reliability of the physical self-maintenance scale and the instrumental activities of daily living scale in a variety of health professional representatives. *Aging & Mental Health*, v. 5, n. 1, p. 38–40, Fevereiro de 2001.
- HUANG, G. D.; SAUTER, M. F. and S. L. Occupational stress and work-related upper extremity disorders: Concepts and models. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 41, n. 5, p. 298–314, Maio de 2002.
- INOUYE, S. K. et al. Importance of functional measures in predicting mortality among older hospitalized patients. *Journal of the American Medical Association*, v. 279, p. 1187–1193, 1998.
- JACKSON, C.; FURNHAM, A. *Designing and Analysis Questionnaires and Surveys: A Manual for Health Professionals and Administrators*. Boston, MA, USA: John Wiley & Sons, 2005.
- JACOB, M. Rethinking science and commodifying knowledge. *Policy Futures in Education, Volume 1, Number 1, 2003*, v. 1, n. 1, p. 125–142, 2003.
- JAN, J.-T. et al. Potential dengue virus-triggered apoptotic pathway in human neuroblastoma cells: Arachidonic acid, superoxide anion, and nf-kappa b are sequentially involved. *Journal of Virology*, v. 74, n. 18, p. 8680–8691, September 2000.
- JANSEN, R. Auto-suficiência em vacinas até 2005. *Jornal O Globo*, Rio de Janeiro, RJ, 28 de Outubro de 2003.
- KALICHMAN, S. C. et al. AIDS treatment advances and behavioral prevention setbacks: preliminary assessment of reduced perceived threat of HIV-AIDS. *Health Psychology*, v. 17, n. 6, p. 546–550, 1998.
- KASS, G. V. An exploratory technique for investigating large quantities of categorical data. *Applied Statistics*, v. 29, p. 119–127, 1980.
- KATZ, P. P. Measures of adult general functional status. *Arthritis & Rheumatism (Arthritis Care & Research)*, v. 49, n. 5S, p. 15–27, 15 de Outubro de 2003.
- KATZ, S. et al. Studies of illness in the aged. the index of adl: a standardized measure of biological and psychosocial function. *Journal of the American Medical Association*, v. 185, p. 914–922, 1963.
- KAWAMOTO, K. et al. Improving clinical practice using clinical decision support systems: a systematic review of trials to identify features critical to success. *Journal of the British Medical Association*, v. 330, n. 7494, p. 765–768, April 2<sup>nd</sup>, 2005.
- KLIR, G. J. Diversity and unity of uncertainty theories. In: YAGER, R. R.; SGUREV, V. S. (Ed.). *Second IEEE Internattonal Conference on Intelligent Systems*. Varna, Bulgaria: IEEE Press, 2004. v. 1, p. 6–7.
- KODOGIANNIS, V. S. et al. A neuro-fuzzy-based system for detecting abnormal patterns in wireless-capsule endoscopic images. *Neurocomput.*, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, v. 70, n. 4-6, p. 704–717, 2007. ISSN 0925-2312.

- KOKOL, P. et al. *IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems*. Maribor, Slovenia: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. (IEEE), 2007. Informação disponível na Internet em <http://cbms2007.uni-mb.si/>. Site visitado pela última vez em 11 de Junho de 2007.
- KOVEN, N. S. et al. Cognitive performance and self-reported functioning in daily life among those with parkinson's disease: A brief report. *The Internet Journal of Mental Health*, v. 3, n. 2, 2007.
- KRISHNAKUMAR, K. *Intelligent Systems For Aerospace Engineering An Overview*. Technical Report 20030105746, Washington, DC, USA, Novembro de 2003.
- KUO, R. J.; HO, L. M.; HU, C. M. Integration of self-organizing feature map and k-means algorithm for market segmentation. *Computers and Operations Research*, v. 29, n. 11, p. 1475 – 1493, September 2002.
- KURPERSTEIN, M. One and done. *Health Management Technology*, v. 22, n. 12, p. 22–23, Dezembro de 2001.
- LAKS, J. et al. Normas do mini-exame do estado mental para uma amostra de idosos com baixa escolaridade residentes na comunidade no brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 23, 2007.
- LAM, R. W.; MICHALAAK, E. E.; SWINSON, R. P. *Assessment Scales in Depression and Anxiety*. Londres, Reino Unido: Informa Healthcare, 2004. (Assessment Scales in Psychiatry).
- LAWRENCE, R. et al. Classification of remotely sensed imagery using stochastic gradient boosting as a refinement of classification tree analysis. *Remote Sensing of Environment*, v. 90, n. 3, p. 331–336, 15 de Abril de 2004.
- LAWTON, M. P.; TERESI, J. A. *Annual Review of Gerontology and Geriatrics: Focus on Assessment Techniques*. New York, NY, USA: Springer Publishing Company, 1994.
- LAWTON, P. A research and service-oriented multilevel assessment instrument. *Journal of Gerontology*, v. 37, p. 91–99, 1982.
- LEÃO, E.; ZAGATTO, J. R.; MOTTA, A. L. C. *Auditoria Médica no Sistema Privado: Abordagem Prática para Organizações de Saúde*. São Paulo, SP: Editora Iatria, 2005.
- LICKLIDER, J. C. R. Man-computer symbiosis. *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, HFE-1, p. 4–11, Março de 1960. Institute of Radio Engineers (IRE).
- LIM, P. P. et al. Validation and comparison of three brief depression scales in an elderly chinese population. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, v. 15, n. 9, p. 824–830, 2000.
- LIMA, C. R. M. de. *Informação e regulação da assistência suplementar à saúde*. Rio de Janeiro, RJ: E-papers, 2005.
- LISBOA, P. J. G. A review of evidence of health benefit from artificial neural networks in medical intervention. *Neural Networks*, v. 15, p. 11–39, Agosto de 2002.
- LOEW, R.; BLEIMANN, U.; WALSH, P. Knowledge broker network based on communication between humans. *Campus-Wide Information Systems*, v. 21, n. 5, p. 185 – 190, 2004.

- LOH, W. Y.; SHIH, Y. S. Split selection methods for classification trees. *Statistica Sinica*, v. 7, p. 815–840, 1997.
- LOH, W. Y.; VANICHESTAKUL, N. Tree-structured classification via generalized discriminant analysis (with discussion). *Journal of the American Statistical Association*, v. 83, p. 715–728, 1988.
- LOURENÇO, R. A. et al. Assistência ambulatorial geriátrica: hierarquização da demanda. *Revista de Saúde Pública*, v. 39, 2005.
- LOVALLO, W. R. *Stress and Health: Biological and Psychological Interactions*. 2ª edição. Thousand Oaks, CA, Estados Unidos: Sage Publications, 2004. (Behavioral Medicine & Health Psychology).
- MACKAY, J.; MENSAH, G. A. *The Atlas of Heart Disease and Stroke*. Genebra, Suíça: World Health Organization (WHO) and Center for Disease Control (CDC), 2004.
- MANDELL, G. L.; BENNETT, J. E.; DOLIN, R. *Principles and Practice of Infectious Diseases*. 6ª edição. Oxford, Inglaterra: Churchill Livingstone, 2004.
- MARQUES, C. L.; ALMEIDA, J. B. de; PFEIFFER, R. A. *Aplicação do Código de Defesa do Consumidor aos Bancos*. São Paulo, SP: Editora Revista dos Tribunais, 2006. (Biblioteca de Direito do Consumidor).
- MARSHALL, R. J. The use of classification and regression trees in clinical epidemiology. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 54, n. 6, p. 603–609, Junho de 2001.
- MASYS, D. R. *Biomedical Informatics*. Nashville, TN, USA: Vanderbilt University Department of Biomedical Informatics, 2007. Informação disponível na Internet em <http://www.mc.vanderbilt.edu/dbmi/informatics.html>. Site visitado pela última vez em 10 de Junho de 2007.
- MATTA, R. da. Quem espera sempre alcança. *O Globo*, Rio de Janeiro, RJ, 23 de Março de 2003.
- MCCAIN, J. Predictive modelling holds promise of earlier identification and treatment. *Managed Care*, v. 10, n. 9, p. 18–22, Setembro de 2001.
- MCCARTHY, M. Boom in latin american and caribbean elderly population. *The Lancet*, v. 363, n. 9407, p. 458–459, Fevereiro de 2004.
- MICHALEWICZ, Z. et al. Case study: An intelligent decision-support system. *Intelligent Systems*, v. 20, n. 4, p. 44–49, Julho/Agosto de 2005.
- MIIM. *Medical Informatics and the Internet in Medicine*. Salford, UK: Informa Healthcare (Taylor & Francis Group), 1999–2007. Informação disponível na Internet em [www.tandf.co.uk/journals/tf/14639238.html](http://www.tandf.co.uk/journals/tf/14639238.html). Site visitado pela última vez em 28 de Maio de 2007.
- MILLER, D. A.; ZURADA, J. M. A dynamical system perspective of structural learning with forgetting. *IEEE Transactions on Neural Networks*, v. 9, n. 3, p. 508–515, Maio de 1998.

- MILLER, P. L. *Selected Topics in Medical Artificial Intelligence*. New York, NY, USA: Springer-Verlag, 1988.
- MOLINO, G. From clinical guidelines to decision support. In: HORN, W. et al. (Ed.). *Joint European Conference on Artificial Intelligence in Medicine and Medical Decision Making (AIMDM)*. Aalborg, Denmark: Springer, 1999. p. 3–12. *Lecture Notes in Artificial Intelligence* 1620.
- MONTORIO, I.; IZAL, M. The geriatric depression scale: A review of its development and utility. *International Psychogeriatrics*, v. 8, n. 1, p. 103–112, 1996.
- MORGAN, J. N.; SONQUIST, J. Problems in the analysis of survey data, and a proposal. *Journal of the American Statistical Association*, v. 58, p. 415–434, 1963.
- MORRISON, J. E. et al. *Soldier-Machine Interface for the Army Future Combat System: Literature Review, Requirements, and Emerging Design Principles*. Alexandria, VA, USA, Abril 2003. Governo Norte-Americano.
- MOTTA, L. B. da. Levantamento do perfil de idosos internados em um hospital geral: análise do processo de internação frente às demandas da população geriátrica. *Textos sobre Envelhecimento*, v. 3, n. 6, 2001.
- MULHEREN, E. *Database History: The Rise And Fall of the Ims Empire*. Parker, Colorado, USA: Outskirts Press, 2006.
- MURDEN, R. A. et al. Mini-mental state exam scores vary with education in blacks and whites. *Journal of the American Geriatric Society*, v. 39, n. 2, p. 149–155, 1991.
- NARAIN, P. et al. Predictors of immediate and 6-month outcomes in hospitalized elderly patients. the importance of functional status. *Journal of The American Geriatric Society*, v. 36, n. 9, p. 775–783, 1988.
- NEGNEVITSKY, M. *Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems*. 2<sup>nd</sup> edição. Boston, MA, USA: Addison Wesley, 2004.
- NEGRÃO, C. E. et al. O papel do sedentarismo na obesidade. *Caderno de Saúde Pública, Revista Brasileira de Hipertensão*, v. 7, n. 2, Abr/Jun de 2000.
- NEIVA, P. A verdade sobre dieta e saúde. *Revista Veja*, Edição 1943, 16 de Fevereiro de 2006.
- NIB. *Revista Informática Médica*. Campinas, SP: Núcleo de Informática Biomédica - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 1998–2007.
- NOGUEIRA, J. A.; COSTA, T. H. da. Nutrient intake and eating habits of triathletes on a brazilian diet. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, v. 14, p. 684–697, 2004.
- NOWOTNY, H.; SCOTT, P.; GIBBONS, M. *Rethinking Science: knowledge and the public in an age of uncertainty*. Oxford, Reino Unido: Polity Press, 2001.
- ORTEGA, P. A.; FIGUEROA, C. J.; RUZ, G. A. A medical claim fraud/abuse detection system based on data mining: A case study in chile. In: CRONE, S. F. (Ed.). *Proceedings of The 2006 International Conference on Data Mining*. Las Vegas, Nevada, USA, 2006. p. 224–231.

- PACALA, J. T. et al. Predictive validity of the p[ra] instrument among older recipients of managed care. *Journal of the American Geriatrics Society*, v. 45, n. 5, p. 614–617, 1997.
- PACE, A. E.; NUNES, P. D.; OCHOA-VIGO, K. O conhecimento dos familiares acerca da problemática do portador de diabetes mellitus. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, v. 11, Maio/Junho de 2003.
- PADILLA, I. et al. A doença que mais mata. *Revista Época*, 24 de Abril de 2006. São Paulo, SP.
- PARADELA, E. M. P.; LOURENÇO, R. A.; VERAS, R. P. Validação da escala de depressão geriátrica em um ambulatório geral. *Revista de Saúde Pública*, v. 39, n. 6, p. 918–923, 2005.
- PARIZ, T. *Governo Quebra Patente de Três Remédios para AIDS*. 5 de Setembro de 2003. Gazeta do Povo.
- PASTORE, K. Diabetes: A esperança no bisturi. *Revista Veja*, Edição 2032, 31 de outubro de 2007.
- PENHA, R. Mario henrique simonsen. *Estudos Avançados*, v. 15, n. 41, p. 139–154, Jan/Abr de 2001. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, SP.
- PEREZ, H. H.; DATTA-GUPTA, A.; MISHRA, S. The role of electrofacies, lithofacies, and hydraulic flow units in permeability predictions from well logs: a comparative analysis using classification trees. *SPE Reservoir Evaluation & Engineering*, p. 528 – 536, April 2005.
- PERRY, G. J.; RODERER, N. K.; ASSAR, S. A current perspective on medical informatics and health sciences librarianship. *Journal of The Medical Library Association*, v. 93, n. 2, p. 199–205, Abr de 2005. US National Library of Medicine/Association of Academic Health Sciences Libraries Leadership Fellows Program, DC.
- PISA, I. T. et al. Lepidus R3: Implementação de sistema de apoio à decisão médica em arquitetura distribuída usando serviços web. *IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde (CBIS)*, p. 224–229, de 07 a 10 de Novembro de 2004. Ribeirão Preto, SP. Sociedade Brasileira de Informática em Saúde.
- PODGORELEC, V.; KOKOL, P.; ROZMAN, I. Decision trees: An overview and their use in medicine. *Journal of Medical Systems*, v. 26, n. 5, p. 445–463, Outubro de 2002.
- POTTER, C.; NEGNEVITSKY, M. ANFIS application to competition on artificial time series (CATS). In: KóCZY, L. T.; USPIN, E. (Ed.). *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*. Budapest, Hungary: IEEE, 2004. v. 1, p. 469– 474.
- QUINLAN, J. R. *C4.5: Programs for Machine Learning*. New York, NY, USA: Morgan Kaufmann, 1992.
- REIMER, P.; PARIZEL, P. M.; STICHNOTH, F. *Clinical Imaging: A Practical Approach*. Berlin, Alemanha: Springer-Verlag, 2003.
- RIBEIRO, J. E. C. et al. Associação entre aspectos depressivos e déficit visual causado por catarata em pacientes idosos. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, v. 67, n. 5, Setembro/Outubro de 2004.

- RICE, T.; MCKENDREE, S.; KENNEDY, K. Automating health care audits. *The Internal Auditor*, v. 58, n. 3, p. 25–27, Junho de 2001.
- ROMESBURG, C. *Cluster Analysis for Researchers*. Morrisville, NC, USA: Lulu.com, 2004.
- ROWE, A. J.; DAVIS, S. A. *Intelligent Information Systems: Meeting the Challenge of the Knowledge Era*. Westport, CT, USA: Quorum Books, 1996.
- SABBATINI, R. (Ed.). 1<sup>o</sup> Congresso Nacional de Informática na Saúde. Campinas, São paulo: Ministério da Saúde, Governo Brasileiro, 1986.
- SABBATINI, R. M. E. História da informática em saúde no brasil. *Revista Informática Médica*, v. 1, n. 5, Set/Out de 1998. Informação disponível na Internet em [www.informaticamedica.org.br/informaticamedica/index.html](http://www.informaticamedica.org.br/informaticamedica/index.html). Site visitado pelo última vez em 18 de julho de 2007.
- SAGER, M. A. et al. Hospital admission risk profile (HARP): identifying older patients at risk for functional decline following acute medical illness and hospitalization. *Journal of the American Geriatric Society*, v. 44, n. 3, p. 251–258, Março de 1996.
- SALBACH, N. M. et al. Psychometric evaluation of the original and canadian french version of the activities-specific balance confidence scale among people with stroke. *Physical Medicine and Rehabilitation*, v. 87, n. 12, p. 1597–1604, Dezembro de 2006.
- SALZANO, F. M. Saúde pública no primeiro e terceiro mundos: desafios e perspectivas. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 7, n. 1, p. 7–16, 2002.
- SANTOS, A. C. Saúde: Reajuste além da inflação. *O Globo*, Rio de Janeiro, RJ, 20 de Maio de 2006.
- SASSEN, S. *Cities in a World Economy*. Third edition. Thousand Oaks, CA, USA: Pine Forge Press, 2006. (Sociology for a New Century Series).
- SBIS. *A História da SBIS (Sociendade Brasileirs de Informática em Saúde*. 2007. Informação disponível na Internet em [www.sbis.org.br](http://www.sbis.org.br). Site Visitado pela última vez em 18 de Junho de 2007.
- SCHEAFFER, R. L.; MENDENHALL-III, W.; OTT, R. L. *Elementary Survey Sampling*. 6<sup>th</sup>. [S.l.]: Duxbury Press, 2005.
- SCHOLTZ, J.; CROSBY, M. Symbiotic interactions between users and intelligent systems. In: DENNIS, E. R. (Ed.). *37<sup>th</sup> Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. Big Island, HI, USA: IEEE Computer Society, 2004. (Track 5, v. 5), p. 50129–50130.
- SCHULTZ, D. Measuring return on brand communication. *Journal of Medical Marketing*, v. 2, n. 4, p. 349–358, Setembro de 2002.
- SEGULIN, N.; DEPONTE, A. The evaluation of depression in the elderly: A modification of the geriatric depression scale (gds). *Gerontology and Geriatrics*, v. 44, p. 105–112, 2007.
- SHEIKH, J. I.; YESAVAGE, G. A. Geriatric depression scale (GDS): recent evidence and development of a shorter version. *Clinical Gerontology*, v. 5, n. 165-173, 1986.

- SHERMAN, J. *The History of the Internet*. Londres, Reino Unido: Franklin Watts, 2003.
- SHORTLIFFE, E. H.; BLOIS, M. S. Medical informatics: Computer applications in health care and biomedicine. In: \_\_\_\_\_. 2<sup>nd</sup>. New York, NY, USA: Springer, 2001. cap. The Computer Meets Medicine and Biology: Emergence of a Discipline, p. 3–45.
- SIDOROV, J.; SHULL, R. “My patients are sicker:” using the Pra risk survey for case finding and examining primary care site utilization patterns in a Medicare-Risk MCO, journal = American Journal of Managed Care, year = 2002, volume = 8, pages = 569-575.
- SILVA, L. J. da. O controle das endemias no brasil e sua história. *Ciência e Cultura*, v. 55, n. 1, p. 44–47, Jan/Mar de 2003.
- SLOANE, T. The bad news behind the good news. *Modern Healthcare*, v. 37, n. 3, p. 20–21, 15 de Janeiro de 2007.
- SM. *Statistics In Medicine*. Boston, MA, USA: John Wiley and Sons, Inc., 1982–2007. Informação disponível na Internet em <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/jhome/2988> Site visitado pela última vez em 4 de Junho de 2007.
- STUSS, D. T. et al. Prediction of recovery of continuous memory after traumatic brain injury. *Neurology*, v. 54, n. 6, p. 1337–1344, Março de 2000.
- SUZUKI, R. et al. Analysis of activities of daily living in elderly people living alone: Single-subject feasibility study. *Telemedicine Journal and e-Health*, v. 10, n. 2, p. 260 –276, Junho de 2004.
- SZOLOVITS, P. *Artificial Intelligence in Medicine*. Boulder, CO, USA: Westview Press, 1982. (AAAS Selected Symposia Series).
- TABAK, I. Omissão estatal: Filas da receita e do inss se perpetuam. *Jornal do Brasil*, 1<sup>o</sup> de Maio de 2005. Rio de Janeiro, RJ.
- TALUKDER, A.; YAVAGAL, R. *Mobile Computing*. New York, NY, USA: McGraw-Hill Professional, 2006.
- TAYLOR, P. *From Patient Data to Medical Knowledge: The Principles and Practice of Health Informatics*. Oxford, Reino Unido: Blackwell Publishing Limited, 2006.
- THOMPSON, C. A.; GÖKER, M. H. Learning to suggest: The adaptive place advisor. In: BAUER, M. et al. (Ed.). *The AAAI 2000 Spring Symposium on Adaptive User Interface*. Stanford, CA, USA: Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI), 2000. p. 29–82.
- TILNEY, N. L. *Transplant: From Myth to Reality*. 1<sup>a</sup> edição. New Haven, CT, USA: Yale University Press, 2003.
- TOWERS-PERRIN HR Services. *Benefício Saúde: o desafio continua em 2006*. Abril 2006. Relatório Técnico. Informação disponíveis na Internet [www.towersperrin.com/tp/getwebcachedoc?webc=HRS/BRA/2006/200604/Update\\_Beneficio\\_Saude.pdf](http://www.towersperrin.com/tp/getwebcachedoc?webc=HRS/BRA/2006/200604/Update_Beneficio_Saude.pdf). Site visitado pela última vez em 16 de Maio de 2007.

TUCUNDUVA, L. T. C. M. et al. O estudo da atitude e do conhecimento dos médicos não oncologistas em relação as medidas de prevenção e rastreamento do câncer. *Revista Associação Médica Brasileira*, v. 50, n. 3, p. 257–262, 2004.

TURBAN, E.; ARONSON, J. E.; LIANG, T.-P. *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. 7<sup>th</sup>. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2004.

VAYSSIERES, M. P.; PLANT, R. E.; ALLEN-DIAZ, B. H. Classification trees: An alternative non-parametric approach for predicting species distributions. *Journal of Vegetation Science*, v. 11, n. 5, p. 679–694, Outubro de 2000.

VERAS, R. Em busca de uma assistência adequada à saúde do idoso: revisão da literatura e aplicação de um instrumento de detecção precoce e de previsibilidade de agravos. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 19, n. 3, Junho de 2003.

VERAS, R. P. *Terceira idade - Gestão Contemporânea em Saúde*. Rio de Janeiro, RJ: Relume Dumará, 2002.

VIAENE, S. et al. A comparison of state-of-the-art classification techniques for expert automobile insurance claim fraud detection. *Journal of Risk & Insurance*, v. 69, n. 3, p. 373–421, 2002.

WAGNER, J. T. et al. Predicting the risk of hospital admission in older persons - validation of a brief self-administered questionnaire in three european countries. *Journal of the American Geriatric Society*, v. 54, n. 8, p. 1271–1276, Agosto de 2006.

WALTERS, R. *M Programming: A Comprehensive Guide*. Burlington, MA, USA: Digital Press, 1997.

WECKX, L. Y.; CARVALHO, E. S. Calendário vacinal: dinâmica e atualização. *Jornal de Pediatria, Sociedade Brasileira de Pediatria*, v. 75, n. 1, p. 149–154, 1999.

WEIL, A. *Healthy Aging: A Lifelong Guide to Your Well-Being*. New York, NY, USA: Anchor Books, 2007.

WELLS, P. N. T. *Advances in Ultrasound Techniques and Instrumentation*. Collingwood, ON, Canadá: W.B. Saunders Company, 1993.

WISE, E. *Robotics Demystified*. New York, NY, USA: McGraw-Hill Professional, 2004.

WITTEN, I. H.; FRANK, E. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. New York, NY, USA: Morgan Kaufmann, 2005. (Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems).

WLODARCZYK, J. H.; BRODATY, H.; HAWTHORNE, G. The relationship between quality of life, mini-mental state examination, and the instrumental activities of daily living in patients with alzheimer's disease. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, v. 39, n. 1, p. 25–33, Julho-Agosto de 2004.

WOODWARD, B.; ISTEPANIAN, R. S. H.; RICHARDS, C. I. Design of a telemedicine system using a mobile telephone. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, v. 5, n. 1, p. 13–15, Março de 2001.



WOOLF, S. H.; ATKINS, D. The evolving role of prevention in health care. *American Journal of Preventive Medicine*, v. 20, n. 3S, 2001.

YANG, W.-S.; HWANG, S.-Y. A process-mining framework for the detection of healthcare fraud and abuse. *EXPERT SYSTEMS WITH APPLICATIONS*, v. 31, n. 1, p. 56–68, julho de 2006.

YESAVAGE, J. A. et al. Development and validation of a geriatric screening scale: A preliminary report. *Journal of Psychiatric Research*, v. 17, n. 1, p. 37–49, 1983.

YUN, R. J.; LACHMAN, M. E. Perceptions of aging in two cultures: Korean and American views on old age. *Journal of Cross-Cultural Gerontology*, v. 21, n. 1-2, p. 55–70, Novembro de 2006.