

Nádia Padua de Mattos

**Sistema de Apoio à Decisão para
Planejamento em Saúde**

Dissertação apresentada à Pontifícia
Universidade Católica do Paraná para a obtenção
do título de Mestre em Informática Aplicada.

Área de concentração:
Informática Aplicada

Orientador:
Prof. Dr. João da Silva Dias

Curitiba
2005

Nádia Padua de Mattos

**Sistema de Apoio à Decisão para
Planejamento em Saúde**

Dissertação apresentada à Pontifícia
Universidade Católica do Paraná para a obtenção
do título de Mestre em Informática Aplicada.

Curitiba
2005

Aprovação

Nome: Nádia Padua de Mattos
Titulação: Mestre em Informática Aplicada
Título da Tese: Sistema de Apoio à Decisão para Planejamento em Saúde

Banca Examinadora:

Presidente: Dr. João da Silva Dias

Dr. Edson Emílio Scalabrin
PUCPR

Dr. Mardson Freitas Amorim
PUCPR

Dr. Percy Nohama
PUCPR

Dr. Guilherme Vilar
UNICAP

Para as pessoas especiais em minha vida,
Marcelo, Adriana e Eduardo.

Agradecimentos

Ao Prof. João da Silva Dias pela orientação e atenção.

A especialista Astrid Viola pela colaboração na realização deste trabalho.

Ao Prof. Edson Emílio Scalabrin pelas palavras de incentivo e apoio.

Ao Prof. Guilherme Vilar pela disposição e apoio no momento necessário.

A banca examinadora pelas críticas construtivas para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Aos amigos e colegas que direta ou indiretamente colaboraram na realização deste trabalho.

Sumário

Agradecimentos	ii
Sumário	iii
Lista de Figuras	vi
Lista de Tabelas	vii
Lista de Símbolos	viii
Resumo	ix
Abstract	x
Capítulo 1	
Introdução	
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo Geral.....	3
1.1.2 Objetivos Específicos.....	3
1.2 Justificativa do Trabalho.....	4
1.3 Estrutura do Trabalho.....	6
1.4 Especialista no Domínio da Aplicação.....	6
Capítulo 2	
Fundamentação Teórica	8
2.1 Inteligência Artificial.....	8
2.1.1 História.....	8
2.1.2 Definição.....	9
2.1.3 Método de Abordagem.....	9
2.2 Sistema Especialista.....	10
2.2.1 Definição.....	10
2.2.2 Estrutura de um SE.....	10
2.2.3 Exemplos de SE clássicos.....	11
2.2.4 Aquisição do Conhecimento.....	12
2.2.5 Técnicas para Aquisição do Conhecimento.....	13
2.2.6 Ferramentas disponíveis para Aquisição do Conhecimento.....	13

2.2.7 Representação do Conhecimento	13
2.3 Sistema Especialista Probabilístico	15
2.3.1 Definição	15
2.3.2 Raciocínio Probabilístico	15
2.3.3 Teoria das Probabilidades	15
2.3.4 Introdução sobre Redes Bayesianas	16
2.3.5 Definição de Rede Bayesiana.....	17
2.3.6 Definição Formal de Rede Bayesiana	17
2.3.7 Significado Semântico das Redes Bayesianas.....	18
2.3.8 Rede Bayesiana e a Distribuição Conjunta das Probabilidades	19
2.3.9 Inferência em Redes Bayesianas	19
2.3.10 Padrões de Inferência em Redes Bayesiana	20
2.3.11 Inferências com Evidências Incertas	20
2.3.12 Construção incremental do Modelo usando Redes Bayesianas	20
2.3.13 Teorema de Bayes	21
2.3.14 "SHELL"Netica	22
Capítulo 3	
Domínio da Aplicação	23
3.1 Indicadores de Saúde	23
3.2 Requisitos do Sistema	24
Capítulo 4	
Proposta e Desenvolvimento do Sistema	26
4.1 Introdução	26
4.1.1 Modelagem do Sistema.....	26
4.1.2 Aquisição do Conhecimento	28
4.1.3 Modelagem dos Módulos do Sistema	29
4.1.4 Representação do Conhecimento	29
4.2 Representação Gráfica da Rede	30
4.2.1 Consulta à Base de Conhecimento.....	30
Capítulo 5	
Avaliação e Resultados	32
5.1 Metodologia de Avaliação do Protótipo	32
5.2 Taxa de Erro.....	33
5.3 Resultados	34
5.4 Discussão	35
Capítulo 6	
Conclusões	37
6.1 Trabalhos Futuros	38

Referências Bibliográficas	40
Anexo A	
Fichas de Qualificação de Indicadores e Dados Básicos - IDB 2000/MS	46

Lista de Figuras

Figura 2.1 - Estrutura detalhada de um SE	11
Figura 4.1 - Visão Geral do Sistema de Apoio à Decisão	27
Figura 4.1 - Exemplo de Hipótese Diagnóstica	28
Figura 4.3 - Exemplo de um Nó da Rede	29
Figura 4.4 - Representação Gráfica da Rede	30

Lista de Tabelas

Tabela 5.1 - Tabela de Hipóteses Diagnósticas em relação ao Especialista-padrão.....	34
Tabela 5.2 - Tabela de Hipóteses Diagnósticas do Especialista-padrão em relação aos técnicos	35

Lista de Símbolos

- IA - Inteligência Artificial
- IAC - Inteligência Artificial Conexionista
- IAE - Inteligência Artificial Evolucionária
- IAH - Inteligência Artificial Híbrida
- IAS - Inteligência Artificial Simbólica
- IDB - Indicadores e Dados Básicos de Saúde
- RB - Rede Bayesiana
- RC - Representação do Conhecimento
- RNA - Rede Neural Artificial
- SE - Sistema Especialista
- SEP - Sistema Especialista Probabilístico
- SUS - Sistema Único de Saúde
- TPC - Tabela de Probabilidade Condicional

Resumo

Na atualidade, os gestores em saúde se deparam diariamente com um grande volume de informações e indicadores, cuja interpretação oportuna necessita de conhecimento e experiência de profissionais que nem sempre estão disponíveis em suas realidades institucionais. A dificuldade de análise do conjunto de informações disponíveis e dispersas na área de saúde é grande, seja no âmbito municipal, estadual ou federal.

Para o processo decisório faz-se necessário um conjunto de elementos, entre esses se coloca o conhecimento sobre a realidade que se deseja modificar. Esse conhecimento não significa a simples disponibilidade de informação, porém, a capacidade de obter, agrupar, priorizar e sintetizar um conjunto de informações que permitam uma avaliação fidedigna da situação de saúde de uma determinada população. Dessa forma, uma decisão pressupõe a definição de alternativas para a ação em escala de prioridades.

O presente estudo pretende auxiliar os gestores na eleição de indicadores prioritários que permitam o alcance de uma análise adequada da situação de saúde de uma determinada população, através do desenvolvimento de um protótipo de Sistema de Apoio à Decisão utilizando Rede Bayesiana (RB) que tem como base o raciocínio probabilístico.

A base de conhecimento foi construída definindo-se parâmetros para os indicadores e nos valores de probabilidades fornecidos pela especialista que participou do projeto.

O sistema foi avaliado pela comparação entre as respostas fornecidas pelo próprio sistema, pela especialista que conduziu o processo de obtenção do padrão de referência e por outros dois técnicos da área de saúde escolhidos para a avaliação do conjunto de indicadores fornecido.

Os resultados experimentais indicam que o sistema foi capaz de fornecer as mesmas hipóteses diagnósticas que a especialista do sistema em 90 % dos casos, enquanto os técnicos em saúde acertaram 40% em relação ao especialista, atendendo o objetivo proposto.

Abstract

Nowadays, the managers in health daily face themselves with a great volume of information and pointers, whose opportune interpretation needs knowledge and experience of professionals that are not always available within their institutional realities. The difficulty in analyzing the set of available and dispersed information in the health area is really great, either in the municipal or state scope, as well as in the federal.

A group of elements is necessary for the decision making process, and among them we can highlight the knowledge about the reality we want to change. This very knowledge doesn't only mean availability of information, but the skill to obtain, gather, prioritize and synthesize a set of information that allows us a reliable evaluation of the health situation in a determined group of people. In this way a decision leads to the definition of alternatives for the action in a scale of priorities.

The current study intends to help the managers with the election of essential pointers that allow a wide and adjusted analysis of the health situation in a determined group of people, through the development of a prototype that consists of a Decision Support System using the Bayesian Network (RB), consisting of Probabilist Reasoning.

The knowledge base was built by having limits defined for the pointers and by the probability values provided by the specialist that was part of the project.

The system was evaluated by the comparison among the answers provided by the very system mentioned previously, by the specialist that conducts the process of obtain standard-reference and by other two technician of the health area chosen to evaluate the set of pointers provided.

The experimental results indicate that the system was able to provide the same diagnostic hypothesis as the system specialist in 90% of the cases, while the technician in health made it right in 40% comparing to the specialist, reaching the considered objective.

Capítulo 1

Introdução

A estatística vital surgiu com os trabalhos de John Graunt * (1620-1674), que no seu livro escrito em 1662 “Natural and Political Observations Mentioned in a Following Index, and made upon Bills of Mortality” demonstrou 4 fatos muito importantes que estudos posteriores confirmaram: a regularidade de certos fenômenos vitais que antes eram considerados unicamente ao acaso, o excesso de nascimentos de crianças do sexo masculino e a distribuição aproximadamente igual de ambos os sexos na população em geral, o alto coeficiente de mortalidade nos primeiros anos de vida e a maior mortalidade nas zonas urbanas em relação às rurais.

Define-se portanto, estatística vital como aquela que relativamente a um determinado grupo da população, fornece o número e as características dos fatos ou eventos vitais que nela ocorrem. São considerados fatos ou eventos vitais os nascidos vivos, os óbitos, os casamentos, divórcios, legitimações, reconhecimentos, separações. A estatística utilizada em saúde pública agrega às estatísticas demógrafo-sanitárias como a população, medidas de doenças e serviços [LAURENTY, 1979].

Em estatística vital as escalas de classificação são em geral qualitativas, isto é, ao classificar indivíduos ou fatos, eles são diferenciados por atributos das características qualitativas. Por exemplo, os nascidos vivos podem ser classificados segundo o sexo em 2 classes, masculino e feminino. Às vezes se utiliza escalas quantitativas, por exemplo, a idade. Existem variáveis que não se pode controlar, como hereditariedade, virulência dos agentes, susceptibilidade dos indivíduos, comportamento sazonal, etc [SOUNIS, 1985]

O registro desses eventos mencionados resultam nos dados que serão utilizados para se obter informações em saúde pública. “A saúde pública é a ciência e a arte de prevenir a doença, prolongar a vida e promover a eficiência física e mental, através de esforços organizados da

Comentário:

(*) John Graunt e Petty publicaram na Inglaterra a monografia intitulada Aritmética Política

comunidade para o saneamento do meio, o controle das doenças infecto-contagiosas, a educação do indivíduo em princípios de higiene pessoal, a organização dos serviços médicos e de enfermagem para o diagnóstico precoce e tratamento preventivo das doenças e o desenvolvimento da maquinaria social de modo a assegurar a cada indivíduo da comunidade” [WINSLOW, 1953]. Isto dito a aproximadamente 50 anos, explicitou a compreensão da necessidade do planejamento da ação pública de saúde abordar os problemas de forma multiprofissional.

Uma das formas de se apontar tais problemas é através do tratamento dos dados das estatísticas vitais que são traduzidas pelos indicadores de saúde. Os indicadores de saúde referem-se a um conjunto de coeficientes ou taxas com finalidade epidemiológica ou de serviços de saúde.

Expressar a qualidade de vida de uma população através dos indicadores como renda *per capita*, apoiada apenas no crescimento da produção, sem acompanhá-los de suficiente informação quanto à distribuição de renda, dos recursos tecnológicos disponíveis e das condições ambientais, não tem suficiente significado [MENEZES, 1984]. Assim como não tem significado isolado a morbidade ou mortalidade. A dificuldade de expressar a qualidade de vida por esses meios conduziu a atenção de indicadores mais abrangentes, capazes de alcançar uma gama maior de condicionamentos e, ao mesmo tempo, mais globalizantes da qualidade de vida. Dentre esses indicadores que tem possibilidade de expressar a qualidade de vida de uma população surge como o mais significativo o Coeficiente de Mortalidade Infantil e a Curva de Mortalidade Proporcional [MENEZES, 1984]. A sensibilidade da criança no primeiro ano de vida às condições ambientais, de alimentação, água, higiene, moradia, etc, é responsável pela aceitação desses indicadores. Também é clássico o reconhecimento da relação entre a mortalidade e a população servida por abastecimento de água. Simultaneamente, a destinação adequada dos dejetos influem contra as mais freqüentes endemias.

Diante disso, o planejador em saúde se depara com uma série de informações e uma grande dificuldade de analisá-las com uma visão global da situação. Nas instituições públicas de saúde é comumente observada uma falta de profissionais com conhecimento e experiência suficientes para a interpretação de indicadores, considerando-se os vários aspectos que envolvem um resultado.

Além disso, na rotina da gestão em saúde é comum se observar que a definição de prioridades se dá em função da urgência apresentada pelos problemas concretos que configuram a realidade de uma determinada população, bem como do grau de organização das instituições de saúde.

O processo decisório pode ser entendido como um conjunto de elementos, entre os quais se destaca o conhecimento sobre a realidade que se deseja modificar. E esse conhecimento não significa, obviamente, a simples disponibilidade de informação mas uma avaliação da situação em saúde. Pressupõe a definição de alternativas de ação em uma escala de prioridades, formuladas de acordo com os critérios que se estabeleçam para o cumprimento dos objetivos da gestão [BIO, 1985].

Planejar implica voltar os olhos para o futuro, ou seja, trata-se de definir hoje que resultados devem ser alcançados no futuro e de que forma. A essência deste ato é a tomada de decisão [LOBO, 1993]. Planejar é decidir o que fazer, preparar e organizar bem uma ação, acompanhar sua execução, corrigindo as decisões tomadas e avaliando os resultados.

O planejamento é um instrumento importante na gestão do Sistema Único de Saúde (SUS) porque organiza as ações a serem desenvolvidas e facilita a fiscalização e controle dos gastos com saúde.

O planejamento é constituído de 3 etapas básicas: diagnóstico, acompanhamento e avaliação. É na etapa de diagnóstico que o projeto pretende contribuir. O diagnóstico é uma etapa importante do planejamento porque é através dele que se faz o levantamento dos problemas de saúde de uma determinada população, como também se relacionam os problemas decorrentes da organização e funcionamento dos serviços de saúde. É a partir desse levantamento que é possível definir que ações serão necessárias para resolver os problemas e melhorar a saúde da população. É o diagnóstico que orienta a escolha das prioridades [IBAM, 1992].

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema de apoio à decisão para planejamento em saúde a partir dos indicadores de saúde padronizados no documento Indicadores e Dados Básicos para a Saúde – IDB 2000, padronizadas pelo Ministério da Saúde.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Definição das áreas dos indicadores;
- Definição dos indicadores específicos para diagnóstico em saúde;
- Definição dos parâmetros utilizados para cada um dos indicadores selecionados;

1.2 Justificativa do Trabalho

A motivação para desenvolvimento do tema deriva da reflexão sobre o trabalho desenvolvido junto à Secretaria de Estado da Saúde na área de informática e informações e da dificuldade de análise do grande conjunto de informações disponíveis e dispersas no âmbito da área da saúde, seja no nível municipal, estadual ou federal.

A identificação dos problemas requer a explicação da realidade, compreendendo a inter-relação dos problemas de ordem mais geral e de ordem mais específica. Significa compreender a existência de problemas de saúde relacionados ao perfil de morbi-mortalidade da população, à infra-estrutura e organização setoriais e ao desenvolvimento político-gerencial dos serviços. Alguns problemas são consequência de outros que, por sua vez, reforçam ou enfrentam os primeiros.

Nesse contexto, são vários os aspectos que denotam a complexidade e a importância da tomada de decisões mais adequadas no âmbito da gestão pública em saúde. Dentre esses, pode-se citar:

- escassez progressiva de recursos alocados nos orçamentos das secretarias municipais e estaduais de saúde;
- baixa integração entre os diferentes sistemas de informações relacionados aos diversos elementos componentes da organização do sistema de saúde (tais como a organização da rede de serviços assistenciais, a mortalidade, as morbidades, o controle de doenças específicas, dentre outros);
- escassa oferta de profissionais habilitados (principalmente nos municípios de pequeno-médio portes) para a interpretação, análise e integração das informações emergentes dos sistemas acima mencionados;
- ausência de “cultura da informação”, ou seja, baixa importância dada ao uso sistemático de informações fidedignas e atualizadas como base para o planejamento e a tomada de decisões no dia-a-dia dos gestores;
- ausência de informações acerca de características importantes do sistema de saúde, tal como o perfil de qualificação dos profissionais;
- importante defasagem tecnológica encontrada principalmente nas unidades assistenciais de maior complexidade e a necessidade contínua de investimentos tanto no âmbito ambulatorial, como no âmbito hospitalar da rede assistencial;
- falta de consenso acerca da prioridade dada aos diferentes indicadores de saúde em seu uso potencial nos processos de planejamento e tomada de decisão;

- baixa integração entre os indicadores de saúde atualmente disponíveis e os indicadores sócio-econômico-culturais indiretamente relacionados à qualidade de vida e ao perfil de saúde das populações.

Esses aspectos certamente não representam a totalidade que compõe a complexidade do contexto em que se insere a necessidade da tomada de decisão precisa e oportuna na gestão pública em saúde. No entanto, alguns problemas podem ser representados através de indicadores ou formas de descrição das condições de vida, condições de morbi-mortalidade, aspectos demográficos e características dos serviços de saúde.

Na área da saúde, tradicionalmente, o planejamento é feito com base no perfil epidemiológico da população a ser analisada, que é descrito através do conhecimento produzido pela epidemiologia.

A epidemiologia é a ciência que estuda de que, como e porque as pessoas adoecem em determinada população. Os estudos epidemiológicos buscam explicar os fatores determinantes dos quadros de saúde das populações e geram indicadores que servem para orientar o planejamento em saúde em cada localidade [IBAM,1992]

Também pode-se agregar no planejamento em saúde, outros indicadores relacionados aos serviços de saúde ofertados a uma população e os recursos públicos gastos com esta população. Pode-se dizer que um indicador é a quantificação da realidade [OMS, 1995].

Quando se fala em quantificação da realidade, mede-se somente um aspecto da realidade. A informação retirada dos números pode algumas vezes mascarar aspectos importantes. Os indicadores por sua vez, refletem valores dos profissionais que podem refletir certas hipóteses e perguntas e outras não [MORAES, 1994].

No âmbito nacional, a área de saúde está bem organizada no que se refere à padronização dos sistemas de informação. Hoje, encontram-se disponíveis para os municípios, sistemas informatizados que são consolidados no âmbito do estado e do Ministério da Saúde. Pode-se citar alguns, como o Sistema de Mortalidade (SIM), Sistema de Nascidos Vivos (SINASC), Sistema de Notificação de Agravos (SINAN), Sistema de Informações Ambulatoriais (SIA/SUS), Sistema de Informações Hospitalares (SIH/SUS) e outros. Todos estes sistemas geram informações detalhadas, porém de forma isolada. Informações detalhadas dos sistemas pode-se obter através do site <http://www.datasus.gov.br> do Ministério da Saúde.

A integração destas informações produzirá indicadores que, então, serão capazes de apontar ações a serem tomadas. Para que se possa afirmar que um indicador é bom ou ruim, é necessário um conhecimento prévio por parte de quem está analisando o indicador.

A informação em saúde deve subsidiar cada elemento do processo decisório sob o entendimento de que a realidade de saúde traduzida deve influenciar decisões e modificações de percepções. Assim, reforça-se a necessidade de ferramentas que auxiliem os gestores em sua tarefa de tomada de decisão no Sistema Único de Saúde (SUS).

1.3 Estrutura do Trabalho

No Capítulo 2, serão apresentados conceitos de Inteligência Artificial (IA), de Sistemas Especialistas (SE), exemplos de SE clássicos e da área de saúde. Serão abordadas técnicas de aquisição de conhecimento e algumas ferramentas para este uso. Serão apresentados conceitos de Redes Neurais Artificiais (RNA), Sistemas Especialistas Probabilísticos (SEP) e a abordagem sobre a Teoria das Probabilidades detalhando a utilização de Redes Bayesianas. No Capítulo 3, será apresentado o Domínio da Aplicação do objeto principal do trabalho que são os indicadores de saúde e os requisitos do sistema. No Capítulo 4, é definida a Proposta do Sistema, a metodologia adotada e o programa “*Shell*” utilizado. No Capítulo 5, será apresentado a Avaliação e os Resultados do protótipo desenvolvido. No Capítulo 6, apresentam-se as Conclusões e as sugestões de trabalhos futuros.

1.4 Especialista no Domínio da Aplicação

Para o desenvolvimento da Base de Conhecimento do projeto, contou-se com a participação de uma especialista em Epidemiologia:

Astrid Rosmandi Viola.

- Profissão: Médica

- Coordenadora do Departamento de Sistemas de Informações da Secretaria de Estado da Saúde do Paraná

- Especialista em Epidemiologia e em Saúde Pública pela Fundação Oswaldo Cruz do Rio de Janeiro

- Especialista em Medicina do Trabalho

- Coordenadora Técnica do Boletim Epidemiológico da Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (tiragem quadrimestral)

- Coordenadora do Programa Estadual de Avaliação e Vigilância do Câncer;
- Participou do Fifteen European Course in Tropical Epidemiology ministrado pela London School of Hygiene & Tropical Medicine, ano 1996.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

Neste capítulo, será apresentada a definição de inteligência artificial (IA), sua história e métodos de abordagem. Sobre sistemas especialistas (SE), será descrita sua definição, estrutura, exemplos, como é feita a aquisição de conhecimento com o especialista, suas técnicas, ferramentas disponíveis e sua representação. Será apresentado conceito de redes neurais artificiais (RNA) e sistemas especialistas probabilísticos (SEP). Para SEP, serão detalhadas a Teoria das Probabilidades e RB.

2.1 Inteligência Artificial

2.1.1 História

A idéia de construir uma “máquina pensante” ou “criatura artificial” que imitasse as habilidades humanas é antiga [BITTENCOURT, 1998].

Alguns registros mostram que nos séculos XVII e XVIII proliferaram mitos e lendas sobre criaturas artificiais. Descartes (1596-1650) filósofo racionalista do século XVII e considerado criador da filosofia moderna argumentava em suas obras que os autômatos jamais se igualariam aos seres humanos em termos de habilidades mentais, dizia ainda, mesmo que o autômato falasse através das palavras, não haveria pensamento. Já o filósofo Mettrie era contrário a opinião de Descartes dizendo que um dia construiríamos um homem mecânico capaz de desenvolver faculdades mentais, devendo-se esta falta apenas as imperfeições mecânicas, cujos mecanismos tem um grau de complexidade inferior ao nosso [BITTENCOURT, 1998].

No século XIX, o assunto foi esquecido e as preocupações voltaram-se para a questão social e o industrialismo. Foi então, na literatura do movimento romântico que as criaturas

artificiais voltaram a ser lembradas; nesta época foi publicado o romance Frankenstein [PASSOS, 1989].

A IA aparece novamente no século XX. O advento da 2ª Guerra Mundial trouxe pressões decisivas para a comunidade científica. Os bombardeios pressionavam o desenvolvimento de canhões anti-aéreos dotados de sistema de pontaria que corrigisse eventuais desvios do alvo. Paralelamente a isto, foram realizados experimentos e estudo do cérebro em seres humanos. No fim da 2ª Guerra Mundial, os cientistas já tinham registrado importantes invenções na área eletrônica e estudos sobre o cérebro humano desenvolvidos por médicos e psicólogos [PASSOS, 1989].

Nessa época, 1948, os cientistas sabiam que a construção do computador tinha se transformado numa realidade. O matemático inglês Alan Turing apresentava em revistas especializadas os princípios de funcionamento dos computadores. Passou então a estabelecer uma analogia entre o cérebro humano e os computadores. Esta analogia foi obtida por psicólogos, neurofisiólogos e engenheiros eletrônicos que perceberam que a forma como estavam dispostas as células do cérebro (neurônios), ligadas através de fios nervosos minúsculos, era semelhante ao circuito elétrico de um computador. Com isso nascia a disciplina inteligência artificial [BARRETO, 1999].

2.1.2 Definição

Conceitua-se IA como “o resultado da aplicação de técnicas e recursos, de natureza não numérica, viabilizando a solução de problemas que exigiriam, do humano, certo grau de raciocínio e de perícia. A solução destes problemas com recursos tipicamente numéricos é muito difícil” [RABUSKE, 1995].

2.1.3 Métodos de Abordagem

Pode-se dizer que a grande atividade de IA é a solução de problemas, usando conhecimento e manipulando-o.

Para resolver um problema, é necessário ter algum conhecimento do domínio do problema e utilizar alguma técnica de busca da solução [BARRETO, 1999].

Como métodos de abordagem para a solução de problemas pode-se citar:

- IAS: a inteligência artificial simbólica está baseada no princípio do sistema simbólico que busca a simulação do comportamento inteligente. Pode-se considerar ainda a linha probabilística, com base no cálculo da probabilidade, utilizando o teorema de Bayes para realizar a sua inferência [DÍEZ, 1994];

- IAC: a inteligência artificial conexionista é a corrente do pensamento apoiado no uso das redes neurais;
- IAE: a inteligência artificial evolucionária atribui inteligência ao comportamento de populações que mudam suas características para melhor se adaptar ao meio;
- IAH: a inteligência artificial híbrida utiliza-se quando se deseja atingir vantagens de mais de um tipo de método para a resolução de problemas.

2.2 Sistema Especialista

2.2.1 Definição

Um Sistema Especialista (SE) é uma aplicação da área da Inteligência Artificial que toma as decisões ou soluciona problemas em um domínio de aplicação, pelo uso de conhecimento e regras heurísticas, definidas por especialistas em um domínio específico [PASSOS, 1989].

Os SE trabalham com problemas que normalmente são solucionados por especialistas humanos. Para solucionar esses problemas, os SE precisam de uma base de conhecimentos do domínio da aplicação. Estes sistemas exploram um ou mais mecanismos de raciocínio para aplicar seu conhecimento aos problemas que têm diante de si.

A diferença entre um sistema especialista e uma representação algorítmica é que o SE utiliza:

- heurísticas (experiências anteriores nas soluções de problemas análogos);
- não aplicam só regras, eles agregam intuição e criação;
- separa a base de conhecimento dos outros módulos do sistema.

Na representação algorítmica, o algoritmo é programado para resolver um determinado programa, pois a solução está explicitada no algoritmo e não há espaço para soluções possíveis.

2.2.2 Estrutura de um SE

Para construir um SE são necessários quatro componentes:

- **Base de Conhecimento:** contém o conhecimento fornecido pelo especialista que será utilizado nas decisões referente ao domínio da aplicação. Este é o primeiro passo do SE.
- **Interface com o usuário:** é o componente responsável pela comunicação do sistema com o usuário. Pode ser na forma de textos, janelas ou interface gráfica.

- **Mecanismo de Inferência:** é o algoritmo utilizado para efetuar buscas na base de conhecimento. Os 2 algoritmos comumente utilizados são o encadeamento para frente (*forward*) e o encadeamento reverso (*backward*). No presente trabalho é utilizado o encadeamento para frente, onde o usuário insere informações dos indicadores de saúde e o sistema avalia uma série de regras utilizando tais indicadores.

- **Explicação do raciocínio:** é através desse componente que o usuário recebe informações sobre uma decisão que o sistema tomou ou sobre o conhecimento armazenado na base de conhecimento.

Na figura 2.1 está representado graficamente um sistema especialista.

Também fazem parte do desenvolvimento de um SE a aquisição e representação do conhecimento.

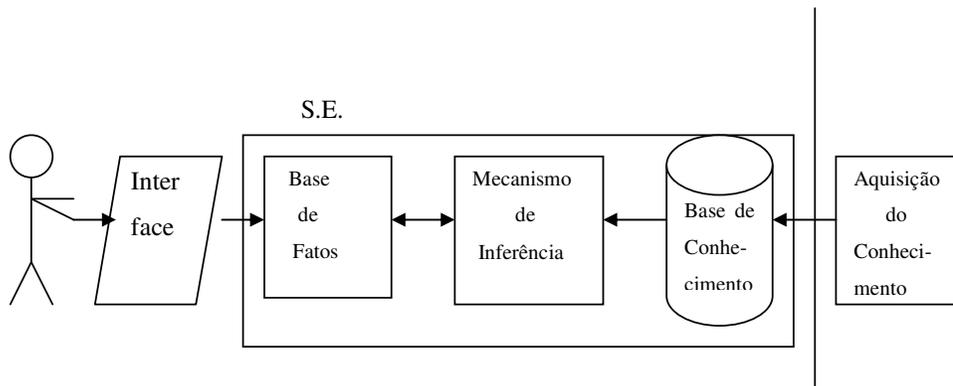


Figura 2.1 Estrutura detalhada de um SE simbólico

2.2.3 Exemplos de SE Clássicos

O uso de SE são aplicados em várias áreas da ciência. Menciona-se aqui alguns sistemas na área de saúde:

MYCIN: sistema desenvolvido na Universidade de Stanford/EUA, que tem como objetivo diagnosticar doenças infecciosas e propor uma terapia adequada. Utiliza base de regras [SHOTLIFFE, 1976]. O MYCIN foi projetado para dar aos médicos parecer comparável ao que obteriam consultando um médico especializado em infecções de bacteriemia e meningite. O sistema foi avaliado de muitas maneiras diferentes. O êxito em centenas de casos confirmou sua competência em identificar os agentes infecciosos, escolher doses convenientes de medicamentos eficazes e recomendar exames de diagnóstico adicionais [HARMON, 1988].

QMR: o sistema denominado *Quick Medical Reference* desenvolvido na Universidade de Pittsburgh tem como objetivo diagnosticar doenças a partir de um conjunto de sinais e sintomas. O sistema é baseado na utilização de redes bayesianas [ELSON et al., 1995].

HELP: sistema do LSD Hospital, situado na cidade de Salt Lake City, que tem como finalidade monitorar as doenças infecciosas utilizando dados laboratoriais de pacientes. O sistema funciona integrado ao sistema hospitalar [EVANS et al., 1986].

ILLIAD: o sistema denominado Applied Medical Informatics foi desenvolvido na Universidade de Utah, situada em Salt Lake City, e foi desenvolvido como uma ferramenta para estudantes de medicina e residentes com o objetivo de fornecer diagnósticos diferenciais [WARNER et al., 1997].

2.2.4 Aquisição do Conhecimento

O conhecimento é um dos pontos básicos de que se deve dispor para resolver um problema, seja IAS, IAC ou IAE [BARRETO, 1999].

Em IAS o conhecimento é armazenado na memória do computador e é usada quando o problema é bem definido. Raciocínio impreciso, generalizações, raciocínio por default, aprendizado, podem ser convenientemente previstos.

Em IAC, o conhecimento é armazenado como valores das conexões entre neurônios e é usada quando o problema é mal definido, onde falta o conhecimento explícito de como realizar uma tarefa.

No caso de IAE, esta é utilizada para o problema bem definido de uma espécie em ambiente variável. É um método de otimização com restrições variáveis e muitas vezes desconhecido.

O ramo da filosofia que trata do conhecimento é a epistemologia. Esta palavra vem do grego e foi usada pela 1ª vez no século 19. Entretanto, o assunto interessou a Platão e a Aristóteles. O estudo da epistemologia inclui a aquisição, representação, exposição e aplicação do conhecimento. É a parte mais difícil de um SE [BARRETO, 1999].

A aquisição do conhecimento consiste na extração do conhecimento específico de um ou mais especialistas num domínio e na transferência deste conhecimento obtido para a máquina, utilizando alguma linguagem específica de aplicação [GOUDARD et al., 1992].

2.2.5 Técnicas para Aquisição do Conhecimento

Como principais técnicas de aquisição de conhecimento pode-se citar [BRASIL, 1994]:

- Observação;
- Entrevista com especialista;
- Análise do discurso;
- Discussão focalizada;
- Análise de protocolo;
- Ordenamento de cartões;
- Geração de matriz;
- *Teachback*.

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizadas as seguintes técnicas:

- **Entrevista com a especialista:** deve ser planejada e inclui perguntas diretas e indiretas, estas últimas devem deixar o especialista livre para sugerir novos tipos de conhecimento.
- **Discussão focalizada:** é semelhante a entrevista porém existe um foco em torno do qual são feitas as perguntas e serve para esclarecer um ponto preciso de dúvida.

2.2.6 Ferramentas disponíveis para Aquisição do Conhecimento

A aquisição do conhecimento do especialista é a parte mais trabalhosa no desenvolvimento de um SE. Em algumas situações é necessário o uso de ferramentas para auxiliar o processo, das quais pode-se citar:

MOLE: foi desenvolvida por Larry Elshelman, e utiliza técnicas de classificação heurística para auxílio ao diagnóstico, ou seja, interpreta o conhecimento obtido do especialista buscando a melhor explicação [ESHELMAN, 1988].

SALT: o sistema gera, testa, modifica e refaz a base de conhecimento do especialista, repetindo o problema até identificar a melhor solução [MARCUS&MCDERMOTT,1989].

2.2.7 Representação do Conhecimento

Há duas linhas principais de pesquisa em representação do conhecimento. Uma representada por McCarthy procura desenvolver a lógica para que esta se aproxime tanto quanto possível da capacidade humana de raciocinar e representar o conhecimento. A outra linha, cujo

principal defensor é Minsky, rejeita a lógica como processo de representação de conhecimento e procura imitar as estruturas da mente humana [BARRETO, 1999] .

A representação do conhecimento pode ser definida como “uma combinação de estrutura de dados e de procedimentos de interpretação, que usados de maneira correta em um programa, levarão a um comportamento que simule o conhecimento dos seres humanos” [BARR, 1981].

Sua finalidade é organizar a informação necessária ao sistema de maneira que o mecanismo de inferência possa acessá-la para a tomada de decisão.

Dentre os principais formalismos utilizados para a representação do conhecimento pode-se citar:

Regras: é a forma mais comum de representação de conhecimento. As regras são utilizadas em domínios onde o conhecimento é categórico, onde valores como verdadeiro ou falso se enquadram adequadamente [TOLEDO, 2000].

SE -> condição

ENTÃO -> ação

Pode-se aplicar 2 tipos de raciocínio aplicando regras [FIESCHI, 1987]

Forward Chaining: também chamado encadeamento para frente, trabalha em seqüência, analisando fatos e aplicando as regras até encontrar a conclusão. Neste trabalho, analisa os Indicadores de Saúde e aponta as Hipóteses Diagnósticas.

Backward Chaining: também chamado encadeamento para trás, formula uma hipótese e procura confirmá-la através das causas ou fatos. No presente trabalho, seria partir das Hipóteses Diagnósticas apontando quais os indicadores geram estas Hipóteses.

Redes Semânticas: as informações são representadas como um conjunto de nós conectados entre si através de um conjunto de arcos marcados que representam a relação entre os nós. Um dos principais usos é para encontrar relação entre objetos [ÁVILA, 1991].

Frames: é uma coleção de atributos denominado de *slots* e valores a eles associados. Os sistemas de *frames* servem para codificar conhecimentos e dar suporte a raciocínios. Cada *frame* representa uma classe (um conjunto) ou uma instância (um elemento de uma classe).

Uma característica dos *frames* é que cada *slot* pode ter qualquer número de procedimentos associados a ele e facilitam a inferência de fatos, ainda não observados a respeito de situações novas [BITTENCOURT, 1998].

Redes Neurais Artificiais: a construção de Redes Neurais Artificiais (RNA) tem inspiração nos neurônios biológicos e nos sistemas nervosos.

Uma RNA é um sistema composto por vários neurônios de modo que as propriedades de um sistema complexo sejam usadas. Estes neurônios estão ligados por conexões, chamadas conexões sinápticas [BARRETO, 1999].

A rede adquire conhecimento de uma base de exemplos do especialista.

Na RNA, a representação do conhecimento é feita, automaticamente, durante o seu processo de aprendizado pelas conexões sinápticas que representam matematicamente o conhecimento abstraído pelas redes para o problema [CAUDILL, 1991].

2.3 Sistema Especialista Probabilístico

2.3.1 Definição

Sistemas Especialistas Probabilísticos (SEP) são programas de inferência sobre uma base de conhecimentos específicos, coletados de um especialista na área de aplicação [TESSARI, 1998].

Esta base de conhecimento é formada a partir das informações de acordo com o raciocínio do especialista. Existem vários mecanismos de raciocínio e o que se abordará a seguir trata-se do raciocínio probabilístico.

2.3.2 Raciocínio Probabilístico

O raciocínio probabilístico é talvez o mais antigo e trata com mecanismos de imprecisão e incerteza. É apoiado em informações probabilísticas sobre fatos de um domínio. A conclusão está associada a uma probabilidade. As suas origens confundem-se com as da própria Teoria das Probabilidades da época de Pierre Fermat (1601-1665) passando por Pierre Simon Marquês de Laplace (1749-1827).

Neste contexto, quando se fala de probabilidade, não se faz referência a números, e sim, a um tipo de raciocínio.

2.3.3 Teoria das Probabilidades

Trata-se de uma estrutura rigorosa de representação de eventos aleatórios. A probabilidade de um evento assume valor entre 0 e 1.

O SEP tem em sua base de conhecimento fatos e regras que representam o conhecimento do especialista num domínio de aplicação. Aos fatos e regras é associada a incerteza presente no domínio e são explicitadas as crenças através de valores de probabilidade [TESSARI,1998].

Os valores de probabilidade refletem a crença do especialista sobre o qual ele espera que ocorra em situações similares às aquelas que tem vivenciado e aprendido.

A probabilidade é baseada em informação. Toda vez que se entra com uma nova informação, a base se altera em função daquela nova informação.

A construção de um novo espaço de probabilidade, onde o anterior é alterado devido a uma nova informação é o problema central no desenvolvimento de SEP.

O conceito de *Probabilidade Condicional* permite considerar as novas informações de forma a obter as novas probabilidades [NASSAR,1998].

2.3.4 Introdução às Redes Bayesianas

Em IA, linguagens para representação do conhecimento (RC), também chamadas de esquemas de RC, são usadas para construir modelos onde o conhecimento do domínio da aplicação é representado explicitamente.

O esquema de RC tem despertado o interesse de pesquisadores e desenvolvedores de sistemas baseados em conhecimento pelas seguintes razões:

- possibilita a construção de modelos compactos;
- permite a expressão do conhecimento qualitativo que especialistas têm a respeito de seu domínio;

A abordagem usada para tratar a incerteza é firmemente apoiada na Teoria da Probabilidade, a qual, utilizada em conjunto com a Teoria de Utilidades, tem sido aceita como uma forma normativa para a tomada de decisão.

A decisão racional é um conceito técnico dentro da disciplina de Análise de Decisões (isto é, seleção de resultados, diagnósticos, interpretações, seleção de uma ação). A Análise de Decisões provê um esquema para se fazer escolhas numa situação onde há incerteza no domínio da aplicação. Para tanto ela usa simultaneamente resultados da Teoria de Utilidades e da Teoria da Probabilidade. A Teoria de Utilidades define através de critérios arbitrários valores numéricos chamados funções de utilidade U , que medem a preferência que um agente tem a respeito de cada uma das opções disponíveis. A utilidade pode ser a probabilidade de sobrevivência, um risco financeiro ou qualquer outra função que envolve critérios objetivos e subjetivos. Deve-se suprir as probabilidades (a probabilidade das conseqüências potenciais das ações) e as utilidades (a maneira pela qual cada conseqüência potencial provê uma solução satisfatória para o problema). É escolhida a estratégia que contribui com a mais alta utilidade.

A Teoria da Probabilidade é usada para quantificar a crença existente no conhecimento do domínio e nos resultados [NASSAR, 1998].

2.3.5 Definição de Rede Bayesiana

Rede Bayesiana é uma técnica para representação de conhecimento probabilístico em um domínio temporal. A técnica, Redes Temporais Bayesianas, está firmemente baseada na teoria da probabilidade de Redes Bayesianas [KAHN et al., 1997].

Pode-se dizer ainda, que é um grafo acíclico e direcionado utilizado para representar dependências probabilísticas entre variáveis aleatórias discretas ou contínuas e para prover uma especificação concisa da função de distribuição de probabilidades conjunta destas variáveis. Os nós simbolizam os objetos de um domínio, e os arcos as dependências entre os objetos. Cada nó representa uma variável aleatória associada a um objeto. Assim, um objeto X , com estados x_1, x_2, \dots, x_n é simbolizado por um nó x^1 o qual representa uma variável aleatória discreta que pode assumir qualquer um dos estados x_i , com probabilidade $P(x_i)$. Desta forma, um objeto é representado através da enumeração exaustiva e mutuamente exclusiva dos estados (realizações, hipóteses, valores) que ele pode assumir. Sendo que, para cada estado, é definida uma probabilidade que quantifica a crença que se tem no fato do objeto estar naquele estado [RUSSELL & NORVIG, 1995].

2.3.6 Definição formal de Redes Bayesianas

Seja V um conjunto finito de variáveis aleatórias definidas sobre um mesmo espaço amostral, P uma distribuição conjunta de probabilidades sobre V , E um conjunto de relações binárias não reflexivas em V , e $G = (V, E)$ um grafo acíclico e direcionado. Para cada vértice $v \in V$, seja $c(v) \subseteq V$, o conjunto dos pais de v , e $d(v) \subseteq V$, o conjunto formado pelos nós descendentes de v . Adicionalmente, para $v \in V$, seja $a(v) \subseteq V$ o conjunto $V - (d(v) \cup \{v\})$, ou seja, o conjunto das variáveis aleatórias de V excluindo v e seus descendentes. Supondo que para cada subconjunto $W \subseteq a(v)$, W e v são condicionalmente independentes dado $c(v)$, ou seja, se $P(c(v)) > 0$, isto é [RUSSELL & NORVIG, 1995]:

$$P(v | W, C(v)) = P(v | c(v)).$$

Então, $C = (V, E, P)$ é denominada uma rede Bayesiana, também chamada de rede causal.

Como pode ser visto, nesta definição, uma rede Bayesiana explora a independência condicional entre as variáveis do domínio que ela representa. Desta forma, um nó v só é adjacente a nós cujas variáveis associadas condicionam diretamente a variável simbolizada por v ; sendo que a determinação dos arcos de uma rede Bayesiana não precisa ser necessariamente feita na direção da casualidade, mas podem ser determinados de acordo com as independências condicionais que são mais fáceis de se identificar. A principal motivação para a utilização da rede causal na determinação dos arcos da rede, é que a observação das dependências causais facilita a identificação das independências condicionais.

Como redes bayesianas quantificam a incerteza nas relações do modelo? Em uma rede Bayesiana, a incerteza nas relações entre as variáveis é representada através de Tabelas de Probabilidades Condicionais (TPC) ou em inglês (CPT) *Conditional Probability Table* armazenadas em cada nó. Nas raízes da rede, TPC é um vetor com tantos elementos quanto forem os estados da raiz. Dessa forma, em um nó raiz (isto é, uma variável aleatória que no modelo não recebe influência causal de nenhuma outra variável), r , com estados r_1, r_2, \dots, r_k , a TPC é um vetor com k elementos ($k \in \mathbb{N}$), onde cada elemento $P(r_i)$ é a probabilidade *a priori* de r_i , ou seja, a expectativa da ocorrência de r_i , a despeito de qualquer evidência pró ou contra. Nos demais nós, a TPC é uma matriz que quantifica a distribuição condicional de um nó dados seus pais. Assim, em um nó v , que não seja uma raiz, com estados (v_1, v_2, \dots, v_n) , e p nós pais ($p \in \mathbb{N}$) notados por $c(v)$, que em conjunto podem assumir m estados ($m \in \mathbb{N}$), a TPC é uma matriz M de dimensão $m \times n$. Nessa matriz, o elemento m_{ij} contém a probabilidade condicional do j -ésimo estado de v dada a i -ésima realização em $c(v)$. Denotando a i -ésima realização $c(v)$ por $c(v^i)$, então $m_{ij} = P(v_j | c(v^i))$. Com isso, a particularização da TPC para v determina a influência que cada estado v_i recebe de cada uma das possíveis realizações em $c(v)$ [RUSSELL & NORVIG, 1995]

As condições para especificar a Incerteza relacionada a um Modelo representado por uma Rede Bayesiana são as seguintes :

- especificar as probabilidades *a priori* das hipóteses para as raízes da rede, cuja soma deve ser 1 para cada nó da raiz;
- especificar as TPC's para os demais nós; cada linha da matriz é a distribuição condicional das hipóteses de um vértice dada uma realização conjunta dos nós pais; com isso, a somatória dos elementos de cada linha deve ser igual a 1.

2.3.7 Significado Semântico das Redes Bayesianas

Existem duas maneiras de interpretar o significado semântico de uma rede Bayesiana. Na primeira, ela pode ser vista como uma representação alternativa para um modelo probabilístico

chamado de distribuição conjunta de probabilidades, ou apenas distribuição conjunta. Esta se relaciona com a representação de conhecimento incerto.

Na segunda interpretação, uma rede Bayesiana é vista como uma linguagem para explicitar as independências entre as variáveis e tem maior relevância no processo de inferência em redes bayesianas.

2.3.8 Rede Bayesiana e a Distribuição Conjunta de Probabilidades

Uma distribuição conjunta de probabilidades é um modelo probabilístico onde a descrição do domínio é feita pela atribuição de probabilidades a todos os eventos atômicos possíveis, de tal maneira que a soma desses valores seja igual a 1.

A principal motivação para o uso desse modelo em raciocínio sob incerteza é que ele permite o cálculo da probabilidade de qualquer questão envolvendo as variáveis do domínio. Em problemas reais, com muitas variáveis, a especificação de uma distribuição conjunta é uma tarefa contra produtiva. Isto porque nem sempre existem dados estatísticos suficientes.

Mesmo quando a atribuição das probabilidades é feita por pessoas pode haver dificuldade para quantificar algumas conjunções.

A distribuição conjunta também não é adequada porque a complexidade de tempo para execução de inferências, cálculo das probabilidades marginais, é exponencial [RUSSELL & NORVIG, 1995].

Neste sentido, uma das grandes vantagens das redes bayesianas é que elas fornecem uma forma prática, simples e natural de representar uma distribuição conjunta.

2.3.9 Inferência em Redes Bayesianas

Existem 2 tipos de computação executadas por redes bayesianas, **atualização de crença e revisão de crença** (*belief updating e belief revision*).

O objetivo do processo de atualização de crença é obter a nova distribuição marginal de probabilidades, distribuição *a posteriori*, de cada nó da rede dado um conjunto de evidências. Com esta informação, é possível determinar o estado mais provável de cada variável aleatória, isoladamente, após a entrada de evidências. Em revisão de crença, dadas evidências sobre algumas variáveis, a meta é determinar a distribuição de crença sobre a configuração das demais variáveis da rede. Este tipo de resultado é útil, por exemplo, para se determinar quais os eventos conjuntos entre as variáveis restantes é a explicação mais provável das observações [KOEHLER, 1998].

2.3.10 Padrões de Inferência em Redes Bayesianas

Pode-se citar 4 padrões de inferência em redes bayesianas, são eles:

- diagnóstico: dada às informações sobre uma variável dependente é possível decidir a interpretação das causas;
- causal: a partir de dados sobre as variáveis condicionantes, as interpretações das dependentes são determinadas;
- intercausal: quando a meta é distinguir entre as possíveis causas de um efeito comum;
- mista: qualquer associação das anteriores.

2.3.11 Inferência com Evidências Incertas

Uma questão importante em raciocínio sob incerteza é a execução de inferências com informações incertas, visto que nem sempre os dados obtidos permitem determinar categoricamente o estado das variáveis.

Em redes bayesianas, este tipo de evidência, fornecida por uma fonte externa cujo julgamento está fora do modelo, é chamada virtual. A abordagem usada para quantificar a incerteza associada a este tipo de informação é a utilização de medidas de verosimilhança, que informem a crença que se tem na informação obtida. Para tanto, a incerteza ligada a uma evidência e , referente a variável x é expressa por $P(e | x_1)$, $P(e | x_2)$, ..., $P(e | x_n)$.

Como essas probabilidades não são condicionadas pelo mesmo evento, elas não necessariamente deverão somar 1. Com isso, uma evidência virtual pode ser vista como a atribuição de um número real do intervalo $[0,1]$ para cada hipótese da variável a que ela se refere. Este peso quantifica a crença que se tem na observação feita dado cada um dos estados da variável. Esses valores, então, são inseridos no nó associado, e a crença em cada uma das hipóteses da variável é recalculada [BITTENCOURT, 1998].

2.3.12 Construção incremental de Modelos usando Redes Bayesianas

A construção de modelos com redes bayesianas pode ser dividida em 2 etapas. A determinação da topologia da rede e a inicialização dos parâmetros. A estratégia clássica para execução dessa tarefa é a construção incremental, a qual pode ser descrita da seguinte maneira:

- selecionar o conjunto das variáveis que descrevem o domínio, e os estados associados à cada variável;
- construir o grafo acíclico e direcionado;

- escolher todas as variáveis que não sofrem influência causal de nenhuma outra (ou seja, as causas principais); essas variáveis são as raízes da rede;
- inserir na rede as variáveis que dependem diretamente das causas principais, e fazê-las adjacentes a seus pais de maneira adequada;
- seguindo o mesmo processo inserir as demais variáveis;
- especificar as TPC's dos nós raízes;
- especificar as TPC's dos demais nós.

Uma vez construído o modelo, sua estrutura representa o conhecimento que o construtor tem das relações causais e de independência condicional do domínio, ao passo que as TPC's exprimem a força que este atribui às relações. Em muitos domínios, as redes bayesianas confeccionadas dessa maneira apresentam um desempenho inadequado, devido a dificuldade de se determinar corretamente as independências condicionais, ou, devido a não disponibilidade de dados suficientes à parametrização. Mesmo modelos, construídos com o auxílio de especialistas estão sujeitos a este risco, além do que, em certos domínios esta tarefa é cara e pouco produtiva.

Estes problemas têm motivado o desenvolvimento de técnicas para construção automática de redes bayesianas a partir de dados experimentais. Estas técnicas têm como base o Teorema de Bayes, que se demonstra a seguir.

2.3.13 Teorema de Bayes

Thomas Bayes foi um sacerdote inglês que morreu em 1761, dois anos antes de ser publicada sua obra contendo a famosa fórmula, que é a base da teoria Bayesiana da decisão. A teoria da probabilidade adota a frase epistêmica “..... posto que C é conhecido” como uma primitiva da linguagem. Sintaticamente, isto é denotado como [BARRETO, 1999]:

$$P(A | C) = p$$

Onde: A é uma dada proposição.

a qual combina as noções de conhecimento e crença pela atribuição a A, e a notação $P(A|C)$ é chamada probabilidade condicional de Bayes, representada pela fórmula:

$$P(A | C) = \frac{P(A, C)}{P(C)}$$

É pela probabilidade condicional de Bayes que a teoria da probabilidade facilita o raciocínio probabilístico que envolve reavaliação de conclusões prévias.

2.3.14 “SHELL” NETICA

É uma ferramenta criada para desenvolvimento de SE.

Utiliza-se de redes bayesianas, onde são definidos as variáveis e seus atributos (parte qualitativa) e tabelas (parte quantitativa), caracterizadas por valores de probabilidade associados às variáveis. Foi desenvolvido pela Norsys Software Corporation, em Vancouver, no Canadá em 1990.

O programa Netica é composto do Netica Application e Netica API. O Netica Application é a interface gráfica que permite visualizar a base de conhecimento em forma de rede. O Netica API é a biblioteca do programa com funções escritas em C. Pode-se ter acesso ao documento com detalhes da ferramenta no endereço Internet <http://www.norsys.com>.

Capítulo 3

Domínio da Aplicação

Neste capítulo, é apresentado o Domínio da Aplicação. Apresentam-se os Indicadores de Saúde definidos para o trabalho, os critérios de seleção e agrupamentos dos mesmos, e os requisitos do sistema.

3.1 Indicadores de Saúde

Os valores numéricos referentes à contagem de qualquer evento de interesse em saúde e obtidos pelos diferentes tipos de levantamentos (contínuo, periódico ou ocasional) são necessários para o conhecimento de determinada situação que se deseja avaliar.

Um gestor em saúde ou um epidemiologista poderá estar interessado nos casos de determinada doença em um município. O tipo ou o modo de apresentar estes casos, isto é, a tradução numérica será diferente segundo a interpretação que cada um desses profissionais fará do mesmo.

Os números absolutos representam o que se obtém ao contar diretamente uma série de eventos de mesma natureza. Ainda que esses números absolutos sirvam para algum tipo de avaliação, não medem a força ou o risco de ocorrência de determinado evento.

Para medir os riscos utilizam-se os indicadores, que na área da saúde são chamados de indicadores de saúde, também conhecidos como coeficientes ou taxas.

Anualmente, são produzidos pelas instâncias municipal, estadual e federal de saúde uma série de indicadores que se pode classificar em categorias:

- demográficos;
- socioeconômicos;
- mortalidade;
- morbidade;

- recursos;
- cobertura.

Estes indicadores são produzidos utilizando as bases de sistemas de padronização nacional do Ministério da Saúde (Sistema de Mortalidade, Sistemas de Nascidos Vivos, Sistema de Notificação de Agravos, Programa de Imunização, Sistema de Controle Ambulatorial, Sistema de Controle Hospitalar), a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (Dados de população), o Instituto de Pesquisa aplicada – IPEA, entre outras.

Estas instituições atuam de forma articulada no âmbito da Rede Interagencial de Informações para a Saúde – RIPSa, uma iniciativa do Ministério da Saúde apoiada pela Organização Pan-Americana da Saúde – OPAS. A partir de uma iniciativa da RIPSa, há 3 anos consecutivos são apresentados os Indicadores e Dados Básicos para a Saúde - IDB, desagregados por grandes regiões, estados e regiões metropolitanas do Brasil.

O IDB procura atualizar conceitos e métodos de cálculo dos indicadores.

Ainda assim, para grande parte dos gestores de saúde estes números permitem comparabilidade, porém é necessário interpretar o significado de cada um dos indicadores apresentados e que variáveis estão relacionadas a ele.

3.2 Requisitos do Sistema

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um Sistema de Apoio à Decisão para o Planejamento em Saúde, apontando para o gestor de saúde quais as prioridades em determinada comunidade para atuar em busca de melhoria das condições de saúde daquela população, que área da saúde e que fatores podem contribuir para a melhoria das condições de saúde desta população.

Desta forma, o sistema deve atender os seguintes requisitos:

- Apresentar o conhecimento sobre o assunto específico;
- Conter informações relevantes para a tomada de decisão do gestor de saúde;
- Classificar em prioridades de atuação;
- Oferecer respostas compatíveis com o processo de raciocínio de um especialista em análise de indicadores de saúde.

O sistema foi definido utilizando não a totalidade dos indicadores disponíveis no IDB, mas um conjunto de indicadores que possa representar adequadamente aqueles que não fazem parte do sistema.

Para a definição dos indicadores que irão fazer parte do conjunto consideraram-se os seguintes critérios:

- risco, indicadores que possam demonstrar um fator de risco;
- utilidade, o indicador útil para diagnóstico de saúde;
- flexibilidade, ser sensível a mudanças;
- acessibilidade, de fácil obtenção na rotina de trabalho;
- comparabilidade.

A estrutura geral do sistema é composta pelo seguinte conjunto de indicadores:

Demográficos: Taxa de Crescimento Populacional, Grau de Urbanização, Esperança de Vida ao Nascer;

Socioeconômicos: Taxa de Alfabetização;

Mortalidade: Coeficiente de Mortalidade Infantil, Coeficiente de Mortalidade Neonatal Precoce, Coeficiente de Mortalidade Neonatal Tardia, Coeficiente de Mortalidade Pós-Neonatal, Coeficiente de Mortalidade Perinatal, Coeficiente de Mortalidade Materna, Coeficiente de Mortalidade por Causas Mal Definidas;

Morbidade: Percentual de nascidos Vivos com baixo peso;

Recursos: Leitos hospitalares SUS, Gasto Médio SUS por Atendimento ambulatorial, Gasto Médio SUS por Atendimento Hospitalar;

Cobertura: Consultas Médicas SUS por habitante, Internações Hospitalares SUS, Percentual de Partos Cesários SUS, Percentual da população urbana com Abastecimento de Água por rede geral.

Capítulo 4

Proposta e Desenvolvimento do Sistema

Neste capítulo será apresentada a Proposta do Sistema. Para o desenvolvimento do Sistema foram realizadas as etapas de modelagem do Sistema, criação da base de conhecimentos com o especialista do domínio e a representação do conhecimento através do uso de redes bayesianas.

4.1 Introdução

Com base nos requisitos do sistema, foi proposto um modelo de um sistema de Apoio à Decisão para Diagnóstico da Situação de Saúde para utilização por gestores de saúde.

A proposta do sistema foi dividida nas seguintes etapas:

- Modelagem do sistema;
- Representação do Conhecimento;
- Base de conhecimento do sistema.

4.1.1 Modelagem do Sistema

Na Figura 4.1, pode-se ter a visão geral do Sistema de Apoio à Decisão. A base de conhecimento é formada pelas probabilidades obtidas para cada indicador de saúde, segundo os parâmetros pré-estabelecidos. Esses parâmetros foram estabelecidos com base na distribuição por quartil do conjunto dos indicadores dos estados da federação obtidos nos documentos Indicadores e Dados Básicos de Saúde – IDB 2000 e na Programação Pactuada Integrada do Ministério da Saúde que compõem as ações de epidemiologia e controle de doenças.

O parâmetro definido para cada indicador também representa uma contribuição ao gestor de saúde, que não dispõe dessa informação.

Em seguida foi construída a Base de Conhecimento com o especialista, através de entrevista e reuniões.

Para o desenvolvimento do protótipo cumpriu-se às seguintes etapas:

- definiu-se o método mais adequado para a aplicação;
- especificou-se os parâmetros que seriam utilizados para cada indicador de saúde;
- inseriu-se os indicadores e parâmetros no banco de dados;
- construiu-se um protótipo do sistema de apoio à decisão.

Como forma de representação do conhecimento do sistema foi utilizada a rede Bayesiana, que tem como base a teoria da probabilidade e o teorema de Bayes [BRUCE, 1990].

As redes bayesianas têm como características tratar informações incertas.

Foi possível demonstrar como chegar a uma Hipótese Diagnóstica em saúde através do conhecimento dos indicadores selecionados (raciocínio dedutivo) e com a hipótese diagnóstica mostrar as variáveis (indicadores) que influenciaram (raciocínio abdutivo).

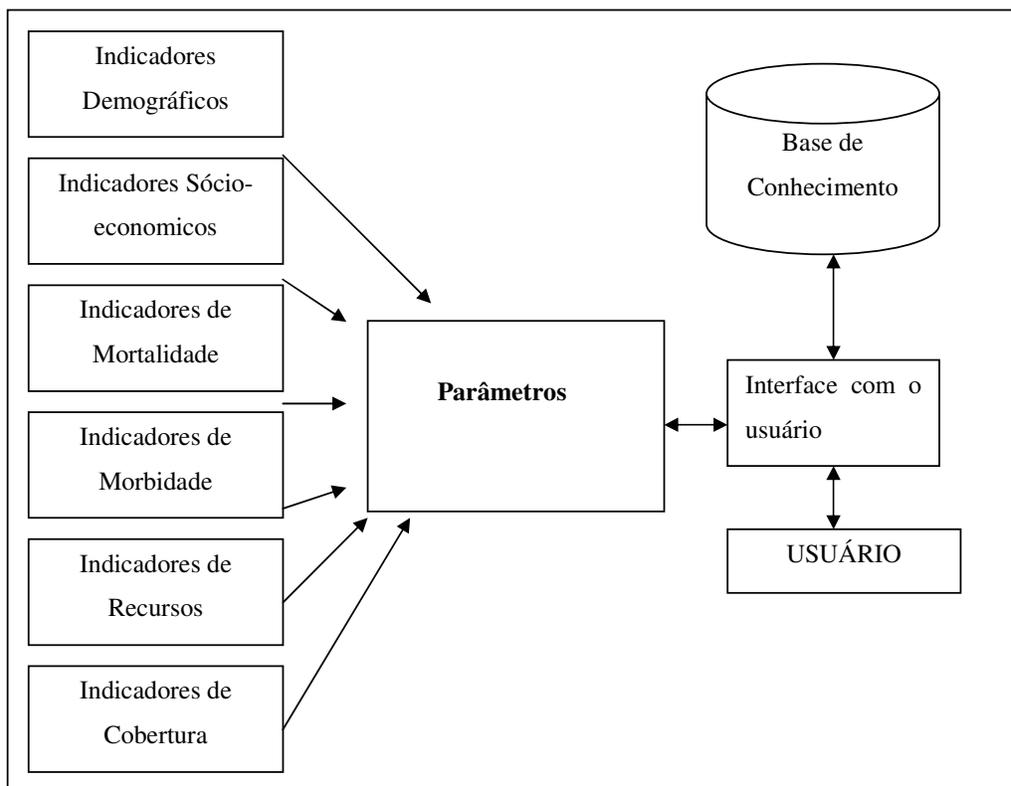


Figura 4.1 Visão Geral do Sistema do Sistema de Apoio à Decisão para Diagnóstico em Saúde

4.1.2 Aquisição do Conhecimento

A aquisição do conhecimento foi obtida diretamente com o especialista que participou do projeto, através de entrevistas, reuniões e dados de literatura.

A composição da base de conhecimento foi definida a partir do conjunto de indicadores necessários para gerar um diagnóstico da situação de saúde de determinada população, segundo os critérios estabelecidos.

Devido à complexidade de utilizar e dispor de um grande número de indicadores, conforme mencionado no capítulo de introdução, foram selecionados para o projeto um conjunto deles que são mais abrangentes e de fácil obtenção pelos gestores.

Foram então definidas as hipóteses diagnósticas relevantes ao processo de diagnóstico da situação da saúde. Às hipóteses diagnósticas utilizadas considera aquelas em que os gestores de saúde têm possibilidade de atuar, por esta razão essas são focadas na atenção da mulher e da criança. Associada à cada hipótese foram selecionados o conjunto de indicadores que contribuiriam para a validação das hipóteses.

O maior tempo gasto no projeto refere-se a definição das probabilidades por parte do especialista. Para cada indicador foram atribuídos valores probabilísticos de acordo com o indicador analisado.

No exemplo ilustrado na figura 4.2, observa-se que quando se submete os indicadores de saúde de determinado município na rede, resulta como hipótese diagnóstica da situação de saúde uma assistência hospitalar deficiente, seguida pela necessidade de infra-estrutura urbana. Esta hipótese irá subsidiar o gestor apontando que o mesmo deve dar prioridade à questão hospitalar.

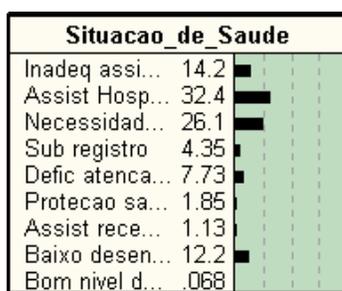


Figura 4.2 – Exemplo de Hipótese Diagnóstica com base nas probabilidades

A descrição completa das hipóteses diagnósticas são as seguintes:

- inadequada assistência à saúde da mulher,
- assistência hospitalar deficiente,

- necessidade de infra-estrutura urbana,
- sub-registro de informações,
- deficiência de atenção ao pré-natal e ao parto,
- inadequada proteção a saúde infantil,
- inadequada assistência ao recém nato,
- baixo desenvolvimento sócio-econômico,
- boa situação de saúde.

4.1.3 Modelagem dos Módulos do Sistema

A Base de Conhecimento é formada pela parte quantitativa (valores de probabilidades, associados aos atributos, obtidos pelo especialista e calculados pelo sistema) e qualitativa (indicadores de saúde) → variáveis e critérios → atributos.

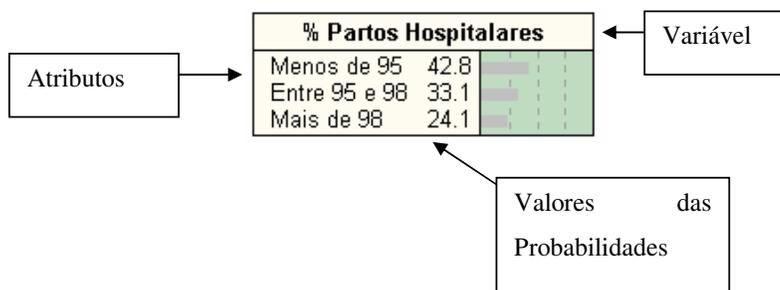


Figura 4.3 Exemplo de um nó que compõe a Base de Conhecimento

As Hipóteses Diagnósticas apresentadas levam em consideração prioridades para a atuação por parte dos gestores de saúde. Prioridades essas que podem ser implementadas com estratégias aplicadas ao setor saúde.

4.1.4 Representação do Conhecimento

A representação do conhecimento do especialista foi implementada através da utilização da rede Bayesiana, usando a ferramenta *Shell Netica*, definida para esta aplicação.

A *Shell Netica* foi utilizada porque o trabalho desenvolvido com os indicadores de saúde contém informações incertas. Conforme mencionado no item 2.6, a *Netica* é uma ferramenta recomendada para modelos probabilísticos. Como a ferramenta possui uma interface gráfica,

facilita a visualização da base de Conhecimento e do relacionamento entre as variáveis (indicadores de saúde) e os atributos (parâmetros).

4.2 Representação Gráfica da Rede

A rede é formada por 23 nós, representando no centro as Hipóteses Diagnósticas e os demais nós os indicadores de saúde.

A representação gráfica da rede está apresentada na Figura 4.4

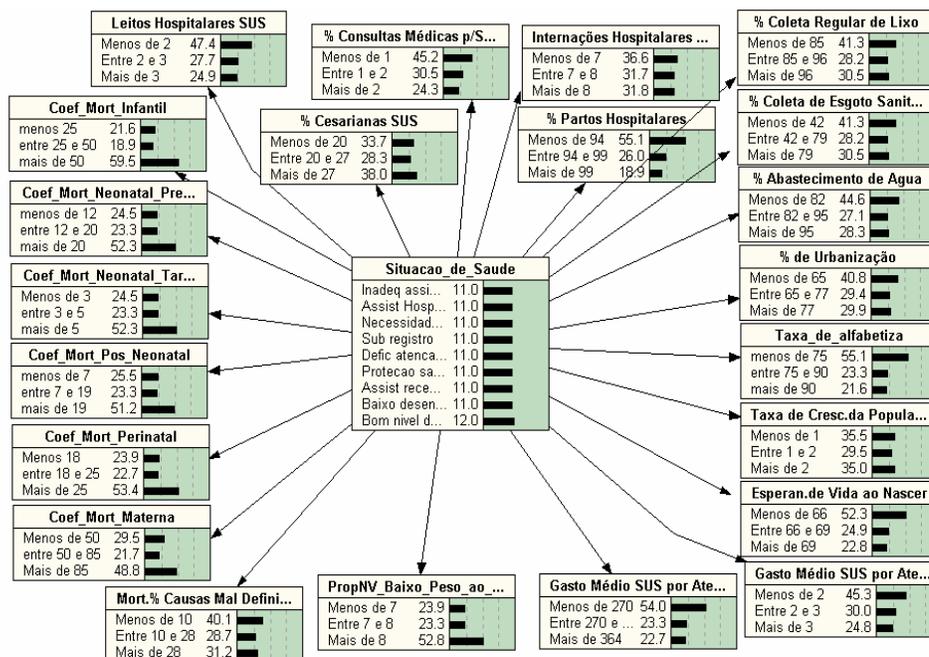


Figura 4.4 Representação Gráfica da Base de Conhecimento do Sistema de Apoio à Decisão

4.2.1 Consulta à Base de Conhecimento

O sistema utiliza a ferramenta Netica comentada anteriormente e é através dela que se faz as consultas ao sistema.

Informa-se ao sistema os indicadores de saúde definidos para determinada população, ou seja, seleciona-se para cada variável o respectivo atributo correspondente. Para cada inserção de uma variável, observa-se a rede classificando as Hipóteses Diagnósticas. Pode-se inserir as variáveis independente da seqüência ou da ordem das mesmas.

O SE indica o diagnóstico da situação de saúde de determinada população apontando isto através das Hipóteses Diagnósticas com maior probabilidade de ocorrência, considerando as variáveis informadas.

Futuramente, a consulta ao sistema poderá estar disponível através de um browser, onde o gestor de saúde interessado informa os indicadores necessários e obtém um retorno das prováveis hipóteses diagnósticas, estando por trás o sistema especialista.

Capítulo 5

Avaliação e Resultados

Neste capítulo, apresenta-se a metodologia de avaliação do sistema bem como os resultados obtidos. Para tanto, fez-se a análise de desempenho do mesmo, calculando a taxa de erros.

5.1 Metodologia de Avaliação do Protótipo

A análise do Protótipo segue as seguintes etapas [GASCHNIG et al., 1983]:

- definição dos objetivos do sistema,
- implementação de um protótipo para demonstrar sua utilidade,
- refinamento do sistema,
- avaliação de desempenho,
- avaliação da aceitação pelos usuários,
- funcionamento do protótipo na rotina,
- demonstração da utilidade do sistema em larga escala,
- alterações necessárias,
- liberação definitiva do sistema.

Neste trabalho chegamos até a etapa de avaliação de desempenho. Para a realização da análise de desempenho do sistema, selecionou-se um conjunto de casos do domínio da aplicação, também denominada amostra. O problema na definição do tamanho da amostra é encontrar um equilíbrio aceitável entre facilidade de cálculo e exatidão no resultado que se reflita em um tamanho adequado do grupo de observações a ser utilizado.

Para que a amostra fosse representativa do conjunto a ser estudado, utilizou-se a amostragem estratificada aleatória que foi definida a partir do conjunto de indicadores dos

estados da federação e do conjunto de indicadores de municípios do estado do Paraná. Para os municípios, a estratificação levou em consideração o tamanho da população e sua distribuição em área urbana e rural.

Desta forma a amostra ficou assim composta:

10 estados da federação;

5 municípios de pequeno porte com população predominantemente rural;

5 municípios de pequeno porte com população predominantemente urbana;

5 municípios de médio porte com população predominantemente rural;

5 municípios de médio porte com população predominantemente urbana;

5 municípios de grande porte com população predominantemente rural;

5 municípios de grande porte com população predominantemente urbana.

Estes dados de entrada foram submetidos ao SE.

O sistema foi avaliado da seguinte forma:

- Selecionaram-se os indicadores de estados e municípios,
- Foi entregue o conjunto dos indicadores ao especialista-padrão. O especialista-padrão foi formado por 2 especialistas (epidemiologistas) que analisaram o conjunto dos indicadores;
- Foram entregues o conjunto de indicadores para 2 técnicos de saúde;
- Submeteram-se os indicadores ao sistema.

O resultado da avaliação do SE é apresentado nas Tabelas 5.1 e 5.2 da seguinte forma:

- comparação do SE com as respostas do especialista-padrão;
- comparação do especialista-padrão com a análise dos técnicos de saúde.

As Hipóteses Diagnósticas fornecidas pelo especialista-padrão é o “padrão-ouro” para a avaliação do sistema.

A comparação entre o especialista-padrão e o resultado do sistema fornece a taxa de erro do sistema, que se apresenta a seguir.

5.2 Taxa de Erro

A taxa de erro (proporção) p , na amostra é obtida da forma:

$$p = (n_o, n)$$

Onde:

n_e é o número de municípios classificados erroneamente pelo sistema;

n é o tamanho (número de municípios) da base de teste.

5.3 Resultados

Para exposição dos resultados, não foram mencionados os nomes dos estados ou municípios testados visando evitar exposição para o gestor em saúde do referido estado ou município. Dos 40 casos testados na rede, os resultados foram os seguintes:

Tabela 5.1 Tabela de Hipóteses Diagnósticas do SE e do Especialista-padrão

HipótesesDiagnósticas	Resultado do SE	Resultado do Especialista-padrão
Inadequada assistência à saúde da mulher	11	10
Assistência hospitalar deficiente	9	11
Deficiência de atenção ao pré-natal e ao parto	6	6
Inadequada proteção a saúde infantil	8	8
Sub-registro de informações	4	3
Boa situação de saúde	2	2

A taxa de erro é a seguinte:

$$p = \frac{\text{NúmeroCasosClassificadosErroneamentepeloSistema}}{\text{Número de Casos do Sistema}} = \frac{4}{40} = 0,10 = 10\%$$

Tabela 5.2 Tabela das Hipóteses Diagnósticas do Especialista-padrão e dos técnicos de saúde

Hipóteses Diagnósticas	Resultado do Especialista-padrão	Resultado dos técnicos de saúde
Inadequada assistência à saúde da mulher	10	8
Assistência hosp.deficiente	11	14
Deficiência de atenção ao pré-natal e ao parto	6	4
Inadequada proteção à saúde infantil	8	2
Sub-registro de informações	3	7
Boa situação de saúde	2	1
Inadequada assistência ao recém nato	-	4

$$p = \frac{\text{Número Casos Classificados Erroneamente pelos Técnicos}}{\text{Número Casos Classificados do Sistema}} = \frac{22}{40} = 0,55 = 55\%$$

5.4 Discussão

Observou-se na avaliação dos resultados a dificuldade dos técnicos de saúde em analisar conjuntamente os indicadores apresentados. As maiores diferenças na opinião dos técnicos e do SE aparecem nas Hipóteses Diagnósticas referente à inadequada proteção à saúde infantil e à assistência ao recém-nato e o subregistro das informações. Os técnicos de saúde em relação ao SE acertaram 45% das respostas. Com relação a opinião do especialista, observou-se divergência em 4 Hipóteses Diagnósticas, resultando em 90% de acerto.

Considerou-se para a avaliação do sistema a Hipótese Diagnóstica apontada como a primeira. Porém, para o planejamento das ações de saúde de determinado município o gestor pode considerar também as hipóteses subsequentes, levando em conta a prioridade de atuação.

O objetivo do sistema é justamente contribuir para o planejamento das ações de saúde naqueles municípios onde não há o especialista e nem sempre o gestor municipal ou os técnicos tem conhecimento suficiente para proceder a análise dos indicadores.

Observou-se ainda, que as maiores diferenças nas respostas acontecem em municípios com menor população, onde um caso de qualquer evento muitas vezes representa uma mudança significativa do indicador. Também constatou-se que para os casos onde a situação de saúde foi diagnosticada como boa, o sub-registro apareceu em 2º. lugar, porém com número bastante pequeno, correspondendo ao que se esperava. Sub-registro significa a deficiência no processo de registro do dado que é base para a geração de um indicador.

No caso dos municípios de grande porte, se considerou 10 municípios da área urbana, pois não foi encontrado município deste porte com área rural.

Desta forma, o trabalho cumpriu seus objetivos:

- definição dos objetivos;
- implementação do protótipo;
- refinamento do sistema;
- avaliação de desempenho.

As próximas etapas para avaliação do sistema serão sugeridas para trabalhos futuros.

Capítulo 6

Conclusões

O modelo utilizado no desenvolvimento do sistema foi o do raciocínio probabilístico, fornecendo aos indicadores selecionados os parâmetros para sua análise probabilística com base nos documentos Indicadores e Dados Básicos de Saúde – IDB 2000 e na Programação Pactuada Integrada do Ministério da Saúde.

A Base de Conhecimento foi implementada a partir da definição dos indicadores de saúde, seus parâmetros e o conhecimento do especialista usando as probabilidades de ocorrência dos eventos.

O protótipo teve como principal objetivo a modelagem da base de conhecimento para análise de indicadores de saúde, afim de subsidiar os gestores municipais ou estaduais de saúde com um diagnóstico. Para seu desenvolvimento, se utilizou técnicas de aquisição do conhecimento junto ao especialista realizando reuniões e discussões sobre o processo de definição de probabilidades.

A utilização de redes bayesianas apresentou-se adequada no tratamento de informações incertas. Desta forma, obteve-se às hipóteses diagnósticas ou diagnósticos probabilísticos da situação de saúde dos casos testados.

Uma das principais vantagens da utilização das RB foi a forma com que ela apresenta graficamente o conhecimento do especialista. A representação probabilística é bem definida, trazendo segurança para utilizá-la para o tratamento da incerteza em sistemas de apoio à decisão.

A aplicação do modelo probabilístico mostrou-se adequada ao domínio da aplicação.

A ferramenta também trouxe vantagens ao processo, à medida que foi possível testar a base de conhecimento visualizando rapidamente as alterações de diagnóstico em função das variáveis inseridas.

Com a avaliação da Taxa de Erro para cada uma das comparações realizadas, ou seja, entre SE e Especialista-padrão, e entre Especialista-padrão e técnicos de saúde, o sistema apresentou melhor desempenho na análise junto ao Especialista-padrão que aos técnicos de saúde. Deve-se considerar em ambos os casos a subjetividade de todo o processo que envolve o diagnóstico a partir de indicadores.

Cabe ressaltar a importância que tem em um SE a contínua manutenção e validação em função de mudanças e fatores que venham ocorrer na evolução de cada situação.

Não se pode desconsiderar tanto o valor teórico quanto o poder do conhecimento probabilístico em orientar decisões.

Observou-se que os sistemas especialistas desenvolvidos para a área de saúde estão voltados em sua maioria para a área clínica e não para a área de planejamento em saúde que é fortemente baseado em imprecisão e incerteza.

A busca de evidências em várias áreas, dentre elas a da saúde, são importantes para informar ao profissional que está utilizando acerca da eficácia de determinado resultado, permitindo decisões sobre uma menor base de incertezas. Porém, isso não quer dizer que a decisão mais fundamentada em evidência seja a melhor em determinada situação particular.

6.1 Trabalhos futuros

O modelo probabilístico apresentado poderá ser utilizado em outras aplicações ampliando e propondo novas discussões, agregando parâmetros e indicadores específicos.

Algumas iniciativas do Ministério da Saúde visam instrumentalizar os gestores para o planejamento em saúde e sugere-se a implementação com um sistema como este apresentado, conforme se descreve a seguir:

- Projeto Sala de Situação: a Sala de situação é uma publicação do Ministério da Saúde que contribui para a melhoria da qualidade e da oferta de serviços do SUS. Este projeto traduz-se em um conjunto de tabelas e gráficos, contendo dados demográficos, recursos financeiros, atividades e atendimentos realizados junto à criança e à mulher, situação epidemiológica, etc. É sugerido para que as Secretarias Municipais de Saúde mantenham estes dados atualizados e disponíveis para a população e Conselhos Municipais de Saúde. O instrumento agrega ainda a possibilidade do gestor indicar através de cores, a situação de saúde, apenas considerando isoladamente cada indicador. Isso necessita, no mínimo, do conhecimento do gestor dos

parâmetros de cada indicador para que se tenha condição de afirmar se o indicador em questão reflete uma situação de saúde boa, regular, ou ruim.

Pode-se desenvolver uma interface do sistema de apoio à decisão com este projeto, possibilitando que o módulo de inserção dos indicadores de saúde seja suprimido e o sistema lendo os indicadores a partir deste instrumento. Com isso, o gestor poderá obter um diagnóstico de saúde de sua população de forma padronizada e permitindo comparabilidade.

- Caderno de Saúde: outra iniciativa, também com o objetivo de subsidiar o gestor com um conjunto de informações e indicadores a fim de permitir análise da situação de saúde. Estas informações e indicadores estão em planilha Excel. A implementação do sistema de apoio à decisão a este projeto resultará numa contribuição significativa no sentido de apontar prioridades em cada grupo populacional.

Todos estes projetos se completam à medida que se torna possível proceder a análise dessas informações, que é viabilizada a partir de poucas iniciativas onde existe o especialista para proceder essa análise.

Outros projetos também poderão ser implementados:

- Acesso via browser: sugere-se o desenvolvimento de uma página WEB para acesso pelo usuário ao sistema, contendo campos para que o gestor informe os indicadores de determinada população e através do browser o sistema de apoio que está implementado na solução fornece o diagnóstico da situação de saúde. Isso poderá estar disponível a partir do site das Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde.

- O sistema poderá ainda ser implementado com definições mais específicas para cada Hipótese Diagnóstica apresentada, ou seja, apontando ao gestor maiores detalhes do que significa inadequada atenção a saúde da mulher.

- As outras etapas citadas para avaliação como a aceitação dos usuários, a demonstração da utilidade do sistema em larga escala, as alterações e liberação do sistema para uso na rotina dos gestores de saúde, também podem ser implementadas em trabalhos futuros.

Todas essas iniciativas citadas seguramente contribuirão na melhoria da gestão dos serviços públicos de saúde.

Referências Bibliográficas

- [ÁVILA, 1991] ÁVILA, BRÁULIO C.; Representação do Conhecimento Utilizando Frames. Dissertação de Mestrado; Ciência da Computação e Matemática Computacional; USP, São Carlos, março de 1991.
- [BARR, 1981] BARR, E.*F.; The Handbook of Artificial Intelligence. Los Altos, Califórnia, vol.I II, 1981.
- [BARRETO, 1999] BARRETO, Jorge Muniz. Inteligência Artificial no Limiar do Século XXI. Florianópolis, 2ª. Edição, 1999.
- [BERTRAN, 1973] BERTRAN, M.G. As Empresas e sua Administração. Um enfoque Sistêmico. Petrópolis, Ed. VOZES, 1973.
- [BIO, 1985] BIO, S. RODRIGUES – Sistema de Informação , Um Enfoque Gerencial. São Paulo, Editora Atlas, 1985.
- [BITTENCOURT, 1998] BITTENCOURT, Guilherme; Inteligência Artificial, Ferramentas e Teorias, Editora da UFSC Florianópolis, SC, 1998.
- [BRASIL, 1994] BRASIL, L.M. Aquisição de Conhecimento Aplicado ao Diagnóstico de Epilepsia. Dissertação de Mestrado, Universidade de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Elétrica, 1994.
- [BREITMAN, 1993] BREITMAN, K.K.; Hiper Autor: Um Método para a Especificação de Aplicações em Hipermídia. Tese de mestrado, Programa de Engenharia e Computação, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1993.
- [BRUCE, 1990] BRUCE, D AMBROSIO; Inference in Bayesian Networks. AI magazine, pags.21-35, 1990.

- [CÂMARA, 1996] CÂMARA, G.; CASANOVA, M.A; HEMERLY, A.S.; MAGALHÃES, G.C.; MEDEIROS, C.M.B.; Anatomia de Sistemas de Informações Geográficas, 10^o Escola de Computação, Campinas, de 8 a 13 de julho de 1996.
- [CARVALHO, 1995] CARVALHO, Lucimar F.; Análise dos Métodos de Aquisição do Conhecimento e Desenvolvimento de um Sistema Baseado na metodologia KADS. Dissertação apresentada o programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Industrial do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET), Curitiba-PR,1995.
- [CAUDILL, 1991] CAUDILL, Maureen; Expert Networks and emerge tecnology, marries expert system and neural network to provide the best of worlds. Byte, vol.17,outubro,1991.
- [CHIAVENATO, 1979] CHIAVENATO, I.; Teoria Geral da Administração. São Paulo, McGraw-Hill, 1979.
- [DÍEZ, 1994] DÍEZ, F.J.; Sistema Experto Bayseano para ecocardiografia. Tese de Doutorado em Ciências Físicas. Universidade Autônoma de Madrid, Espanha,1994.
- [DRUCKER, 1970] DRUCKER, P.F. Uma Era de Descontinuidade: Orientação para uma Sociedade em Mudança. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1970.
- [ELSON et al., 1995] ELSON,R.B.; DONALD,P; CONNELLY D.P.; Computerized Decision. Support System in Prymary Care. Medical Decision Making, vol 22, pags. 365-383, juno de 1995.
- [ESHELMAN, 1988] ESHELMAN, L; “Mole: A Knowledge-acquisition tool for cover-and-differentiate systems”. In Automating Knowledge Acquisition for Expert Systems, ed.S.Marcus. Boston, Kluwer, 1988.
- [EVANS et al., 1986] EVANS, R.S. et al.; Computer Surveillance of Hospital-Acquired Infections and Antibiotic USE.JAMA, vol.256,pags.1007-1011,agosto, 1986.
- [FELDENS, 1998] FELDENS, M. A. et al. Sistemas de apoio à decisão baseados em componentes. Em: II Oficina de Inteligência Artificial. Pelotas: UCPel., 1998.

- [FIESCHI, 1987] FIESCHI, M.; Inteligência Artificial em Medicina – Sistemas Expertos. Masson, S.A., págs.19-30,1987.
- [GASCHNIG et al., 1983] GASCHNIG, J.; KLAHR P.; SHORTLIFFE E.H.; TERRY A.; Evaluation of expert systems: issues and cases studies. Addison-Wesley,1983.
- [GERARD, 1993] GERARD, K. Setting priorities in the New NHS: Can Purchasers Use Cost-Utility Information?, Health Policy, 25, pp. 109-125, 1993.
- [GOMES, 1997] GOMES, A. C. Emprego de tecnologias Socialmente Apropriadas para a Saúde. III Congresso Nacional Rede UNIDA. Salvador, 1997.
- [GOMES, 1992] GOMES, L.F.A M. and LIMA, M.P.P. From Modelling Individual Preferences to Multicriteria Ranking of Discrete Alternatives: A Look to prospect Theory and Additive Difference Model. Foundations of Computing and Decision Sciences 7(3): p 171-184, 1992.
- [GOUDARD et al., 1992] GOUDARD, C.M.P.; ARAGON, D.F.; ASSIS, M.D.P.; O Processo de Aquisição de Conhecimento: Abordagem Clássica. ILTC, RJ, 1992.
- [HARMAN, 1988] HARMON, P.; KING, D.; Sistemas Especialistas, Rio de Janeiro, Editora Campus, 1988.
- [IBAM, 1992] A Saúde no Município: Organização e Gestão - IBAM/UNICEF, Rio de Janeiro, 1992.
- [KAHN et al., 1997] KAHN, C.E.Jr.; ROBERTS, L.M., SHAFFER, K.A.; HADDAWY,P.; Construction of a Baysean Network for mammographic diagnosis os breast cancer. Comput Biol Med, vol.1,pags.19-29,1997.
- [KENNETH, 1999] KENNETH,C.L.;LAUDON,J.P. Sistemas de Informação.Rio de Janeiro, Editora Livros Técnicos e Científicos, 1999.
- [KOEHLER, 1998] KOEHLER, Cristiane; Uma abordagem Probabilística para Sistemas Especialistas. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da

- Computação, Centro Tecnológico Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, dezembro, 1998.
- [LAURENTY, 1979] LAURENTY, RUY et al.; Estatísticas de Saúde, Faculdade de Saúde Pública – USP, 1979.
- [LEÃO, 1997] LEÃO, B. F. et al; Federal University of São Paulo. Response to CORBAMED RF13 Clinical Decision Support RFI., 1997.
- [LEÃO, 1997] LEÃO, B.F. et al.; Decision support systems for healthcare: a methodology review. In: Towards Electronic Patient Records (TEPR '98) Texas, (1998).
- [LOBO, 1993] LOBO, L.C. G.; Sistemas de Informação e Planejamento em Saúde. Brasília, Editora Universidade de Brasília, 1993.
- [LOVE, 1995] LOVE, D.; LINDQUIST, P. The geographical Accessibility of Hospitals to the Age: A geographic Information Systems Analysis within Illinois. *Health Services Research*, Feb, 29:6, 629-651. 1995;
- [MARCUS & MCDERMOTT, 1989] MARCUS, S.; MCDERMOTT, J.; “SALT: A Knowledge acquisition language for propose-and-revise systems”. *Artificial Intelligence* vol.39,n.1,pags.1-37,1989.
- [MARQUES, 1991] MARQUES, M.B. Ciência, Tecnologia, Saúde e Desenvolvimento Sustentado. Rio de Janeiro , Ed. Fiocruz, 1991.
- [McCLEALAND, 1975] McCLEALAND, D.I.; KING, W.R. System Analysis and Project Management. New York, McGraw-Hill Book Co, 1975.
- [MENEZES, 1984] MENEZES, L.C.C.; Indicadores Indiretos de Saúde, Recife, Revista DAE, Vol.44, No.136, 1984.
- [MINASI, 1994] MINASI, M. – Segredos de Projeto de Interface Gráfica com o Usuário, Rio de Janeiro, Infobook, 1994.

- [MINSKY, 1975] MINSKY, M.A .; Framework to represent knowledge. In the Psychology of Computre vision, McGrawHill,pags.211-277,1975.
- [MORAES, 1994] MORAES, I.H.S. – Informação em Saúde – da Prática Fragmentada ao Exercício da Cidadania, Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva/ABRASCO, São Paulo, Editora HUCITEC, 1994
- [NASSAR, 1998] NASSAR, Silvia M.; Informática e Estatística: Uma Interação entre duas Ciências. Trabalho submetido ao concurso de Professor Titular. Departamento de Informática e Estatística, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- [NOVAES, 1995] NOVAES, H.M.D. Desenvolvimento Científico e tecnológico em saúde: ciência, tecnologia, política, economia e saúde. Uma perspectiva internacional. Revista Saúde em debate, Paraná, no.46:p.34-43, 1995
- [OMS, 1993] Gerência da Informação para a Melhoria da Relevância e Eficiência no Setor Saúde - Uma Estrutura para o Desenvolvimento de Sistemas de Informação - Informe da organização Mundial de Saúde/OMS em Sorrento, Itália, 21-25 de março de 1993.
- [OMS, 1995] Informação e Comunicação Social em Saúde – Série Desenvolvimento em Serviços de Saúde/n.15/NESCO – OMS/OPS, Brasília, 1995.
- [PASSOS, 1989] PASSOS,E.L.Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas ao alcance de todos. Rio de Janeiro, Ed.Sociedade Beneficiente Guilherme Guinle,1989.
- [PEREL, 1988] PEREL, J. Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inferences, California, Morgan Kaufmann, 1988.
- [RABUSKE, 1995] RABUSKE, Renato A.;Inteligência Artificial. Editora da UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, cap.1, pag.21, 1995.
- [RICH & KNIGHT, 1993] RICH,E; KNIGHT,K; Inteligência Artificial. Editora Makron Books do Brasil Ltda, SP, 1993.
- [ROY, 1993] ROY, B.; BOUYSSOU, D. Aide Multicritère á la Decision: Méthodes et Cas, Paris, Ed.Econômica, 1993.

- [RUIZ, 1983] RUIZ, FELIPE. Estatística Básica Aplicada à Saúde, Brasília, Centro de Documentação do Ministério da Saúde, 1983.
- [RUSSEL & NORWIG, 1995] RUSSELL,S. & NORWIG,P.; Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, New Jersey, 1995.
- [RUSH, 1994] RUSH. W.R.L. et al. Diagnostic testing during pregnancy: a descriptive analysis of utilisation data, *Aust J Public Health* 18:4, págs.401-406, Dec. 1994.
- [SHORTLIFFE, 1976] SHORTLIFFE, E.H.; Mycin: computer-based medical consultations. Elsevier Scientific, New York, 1976.
- [SOUNIS, 1985] SOUNIS, EMÍLIO. Boiestatística. Livraria Atheneu, SP, 1985.
- [TESSARI, 1998] TESSARI, GILVAN; Raciocínio probabilístico em sistemas Especialistas. Departamento de Informática e Estatística, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.
- [TOLEDO, 2000] TOLEDO, R.V.A .; Sistema de Auxílio ao Diagnóstico Diferencial de Cefaléia. Dissertação apresentada co Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR, 2000.
- [TROTТА, 1996] TROTТА, L.F.T., GOMES, L.A.M.; NOBRE, F.F. Abordagem Multicritério na Priorização de Alternativas em saúde. Anais do VIII CLAIO (Latin-Iberian_American Congress on Operations Research and System Engineering), Rio de janeiro, 26-28 agosto de 1996.
- [TWIGG, 1990] TWIGG, L. Health based geographical information systems: their potential examined in the light of existing data sources. *Soc. Science Med*, Vol 20(10), 143-155. 1990.
- [WARNER et al., 1997] WARNER, H.R.; SORENSON, D.K; BOUHSDDOU O.; Knowledge Engineering in Health Inormatics. Springer – Verlag: New York, 1997.

[WINSLOW, 1953] WINSLOW,C.E.A., Saneamento Básico, Saúde Pública e Qualidade de Vida, Universidade de Yale, FHSP, USP,1953.

Anexo A

Fichas de Qualificação de Indicadores e Dados

Básicos – IDB 2000/MS

Taxa de Crescimento da População

1. Conceituação

Percentual de incremento médio anual da população residente, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

O valor da taxa refere-se a média anual obtida para um período de anos entre dois censos demográficos, ou entre o censo demográfico mais recente e a projeção populacional para um determinado ano calendário.

2. Interpretação

Indica a intensidade de crescimento anual da população residente.

A taxa é influenciada pela dinâmica da natalidade, da mortalidade e das migrações.

3. Usos

Quantificar as variações anuais do contingente populacional.

Realizar estimativas e projeções populacionais.

Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas públicas específicas (dimensionamento da rede física, previsão de recursos, atualização de metas).

4. Limitações

Imprecisões da base de dados utilizada para o cálculo do indicador, relacionadas a coleta de dados demográficos ou a metodologia empregada para elaborar estimativas e projeções populacionais.

As variações temporais e espaciais na recente dinâmica populacional brasileira recomendam cautela na utilização desse indicador, principalmente quando aplicado a pequenas populações.

Projeções da taxa para anos distantes do último censo demográfico realizado podem não refletir as transformações da dinâmica populacional.

5. Fonte

IBGE: Censo Demográfico, Contagem Intercensitária, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), estimativas e projeções demográficas.

6. Método de Cálculo

Utiliza-se o método geométrico, cuja aplicação requer conhecimentos especializados de demografia. Em termos técnicos, subtrai-se 1 da raiz enésima da população final, dividida pela população no começo do período considerado, multiplicando-se o resultado por 100.

Grau de Urbanização

1. Conceituação

Percentual da população residente em áreas urbanas, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

2. Interpretação

Indica a proporção da população total que reside em áreas urbanas, segundo a divisão político-administrativa estabelecida no nível municipal.

3. Usos

Acompanhar a evolução do processo de urbanização da população brasileira, em diferentes espaços geográficos.

Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas públicas, para adequação e funcionamento da rede de serviços sociais e da infra-estrutura urbana.

4. Limitações

Imprecisões da base de dados utilizada para o cálculo do indicador, relacionadas à coleta de dados demográficos ou a metodologia empregada para elaborar estimativas e projeções populacionais.

Variações na aplicação dos critérios de classificação da situação do domicílio.

5. Fonte

IBGE: Censo Demográfico, Contagem Intercensitária, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), estimativas e projeções demográficas.

6. Método de Cálculo

$$\frac{\textit{populaçãourbanaresidente}}{\textit{populaçãototalresidente}} \times 100$$

Esperança de Vida ao Nascer

(Expectativa de Vida ao Nascer, Vida Média ao Nascer)

1. Conceituação

Número médio de anos de vida esperados para um recém-nascido, mantido o padrão de mortalidade existente, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

2. Interpretação

Expressa a longevidade da população.

Representa uma medida sintética da mortalidade, não estando afetada pelos efeitos da estrutura etária da população, como acontece com a taxa bruta de mortalidade.

O aumento da esperança de vida ao nascer indica melhoria das condições de vida e saúde da população.

3. Usos:

Analisar variações geográficas e temporais na expectativa de vida da população, com desagregação por sexos.

Contribuir para a avaliação dos níveis de vida e de saúde da população.

Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas de saúde relacionadas com o ritmo de envelhecimento da população (redimensionamento da oferta de serviços, atualização de metas).

4. Limitações

Imprecisões da base de dados utilizada para o cálculo do indicador, relacionadas à coleta de dados demográficos ou a metodologia empregada para elaborar estimativas e projeções populacionais.

Para o cálculo da esperança de vida, são exigidas informações confiáveis de óbitos classificados por idade. Quando a precisão dos dados de sistemas de registro contínuo não é satisfatória, o cálculo deve basear-se em procedimentos demográficos indiretos, aplicáveis a áreas geográficas abrangentes (Brasil, grandes regiões, estados e Distrito Federal).

5. Fonte

IBGE: Censo Demográfico, Contagem Intercensitária, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), estimativas e projeções demográficas.

Ministério da Saúde/ CENEPI: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM).

6. Método de Cálculo

A partir de tábuas de vida elaboradas para cada área geográfica, com base no método atuarial, toma-se o número correspondente a uma geração inicial de nascimentos (l_0) e determina-se o tempo cumulativo vivido por essa mesma geração até a idade limite (T_0). A esperança de vida ao nascer é o quociente da divisão de T_0 por l_0 .

Taxa de Alfabetização

1. Conceituação

Percentual de pessoas de 15 anos ou mais de idade que sabem ler e escrever pelo menos um bilhete simples no idioma que conhecem, na população total da mesma faixa etária, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

2. Interpretação

Expressa a situação educacional mínima da população.

3. Usos

- Analisar variações geográficas e temporais na distribuição da taxa de alfabetização, identificando situações de desequilíbrio que podem demandar a realização de estudos especiais.
- Contribuir para a análise das condições de vida e saúde da população, utilizando esse indicador como proxy da condição social. As condições de atenção à saúde das crianças são influenciadas positivamente pela alfabetização da população adulta, sobretudo as mães.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas públicas de saúde e de educação. Pessoas não alfabetizadas requerem formas especiais de abordagem nas práticas de promoção, proteção e recuperação da saúde.

4. Limitações

- O indicador não expressa mudanças recentes de tendências, por estar influenciado pelo estoque de analfabetos adultos.
- Imprecisões e restrições inerentes às formas de obtenção dos dados básicos. A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, fonte usualmente utilizada para construir esse indicador, não cobre a zona rural da Região Norte e não permite desagregações dos dados por município.

5. Fonte

IBGE: Censo Demográfico e Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD).

6. Método de Cálculo

$$\frac{\text{número de pessoas residentes de 15 e mais anos de idade, que sabem ler e escrever um bilhete simples no idioma que conhecem}}{\text{população total residente dessa faixa etária}} \times 100$$

Taxa de Mortalidade Infantil

1. Conceituação

- Número de óbitos de menores de um ano de idade, por mil nascidos vivos, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.
- A mortalidade infantil compreende a soma dos óbitos ocorridos nos períodos neonatal precoce (0-6 dias de vida), neonatal tardio (7-27 dias) e pós-neonatal (28 dias e mais).

2. Interpretação

- Estima o risco de um nascido vivo morrer durante o seu primeiro ano de vida.
- As taxas de mortalidade infantil são geralmente classificadas em altas (50 ou mais), médias (20-49) e baixas (menos de 20), em função da proximidade ou distância de valores já alcançados em sociedades mais desenvolvidas. Esses parâmetros devem ser periodicamente ajustados às mudanças verificadas no perfil epidemiológico.
- Altas taxas de mortalidade infantil refletem, de maneira geral, baixos níveis de saúde, de desenvolvimento socioeconômico e de condições de vida. Taxas reduzidas também podem encobrir más condições de vida em segmentos sociais específicos.
- O cumprimento das metas acordadas na Cúpula Mundial da Criança para o ano 2000 requeria, no Brasil, a redução da taxa para 30 óbitos por mil nascidos vivos.

3. Usos

- Analisar variações geográficas e temporais da mortalidade infantil.
- Contribuir na avaliação dos níveis de saúde e de desenvolvimento socioeconômico da população.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas e ações de saúde voltadas para a atenção pré-natal, o parto e a proteção da saúde infantil.

4. Limitações

- O indicador não expressa tendências de mudança nos componentes da mortalidade infantil, caracterizadas por rápido declínio das causas pós-neonatais, com conseqüente concentração de óbitos nas primeiras semanas de vida. Essas mudanças implicam a valorização dos indicadores de mortalidade neonatal e perinatal, que refletem melhor a atenção pré-natal, ao parto e ao recém-nato.
- O cálculo direto da taxa, a partir de dados derivados de sistemas de registro contínuo, pode exigir correções da subnumeração de óbitos infantis e de nascidos vivos, especialmente nas regiões Norte e Nordeste.
- O uso alternativo de estimativas demográficas da mortalidade infantil está sujeito a imprecisões inerentes às técnicas utilizadas, que se fundamentam em pressupostos de difícil verificação em condições reais, e tem maior restrição de uso aplicado a pequenas populações. As estimativas podem não refletir, ainda, o padrão demográfico atual, por estarem calcadas em tendências passadas.

5. Fontes

- Ministério da Saúde/ CENEPI: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) e Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC).
- IBGE (alternativamente): Estimativas baseadas no Censo Demográfico, na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) e em estudos especiais .

6. Método de Cálculo (direto)

$$\frac{\text{número de óbitos de residentes com menos de um ano de idade}}{\text{número total de nascidos vivos de mães residentes}} \times 100$$

Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce

1. Conceituação

Número de óbitos de 0 a 6 dias de vida completos, por mil nascidos vivos, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

2. Interpretação

- Estima o risco de um nascido vivo morrer durante a primeira semana de vida.
- Taxas elevadas estão geralmente associadas a condições insatisfatórias de assistência pré-natal, ao parto e ao recém-nascido.

3. Usos

- Analisar variações geográficas e temporais na distribuição da mortalidade neonatal precoce.
- Contribuir para a análise comparada das condições de saúde e socioeconômicas.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas e ações de saúde, direcionadas para a atenção pré-natal, ao parto e ao recém-nascido.

4. Limitações

- O cálculo direto da taxa, a partir de dados derivados de sistemas de registro contínuo, pode exigir correções da subnumeração de óbitos neonatais precoces e de nascidos vivos, especialmente nas regiões Norte e Nordeste.
- A mortalidade neonatal precoce ainda pode estar subestimada pela exclusão de óbitos declarados como natimortos, mas na verdade ocorridos pouco após o parto. Esse viés é também uma das causas de subnumeração de nascidos vivos.

- O uso alternativo de estimativas baseadas em taxas de mortalidade infantil estimadas por métodos demográficos, está sujeito a imprecisões inerentes aos pressupostos e às técnicas utilizadas, sobretudo em populações com reduzido número de eventos.

5. Fontes

- Ministério da Saúde/ CENEPI: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) e Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC).
- IBGE (alternativamente): Estimativas das taxas de mortalidade infantil baseadas no Censo Demográfico, na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) e em estudos especiais
-

6. Método de Cálculo

Direto:

$$\frac{\text{número de óbitos de residentes de 0 a 6 dias de vida completos (SIM)} \times 1.000}{\text{número total de nascidos vivos de residentes (SINASC)}}$$

Alternativo:

Aplica-se, sobre a taxa de mortalidade infantil estimada pelo IBGE, a proporção de óbitos de 0 a 6 dias de vida completos informados no SIM (percentual em relação ao total de óbitos de menores de um ano, excluídos os de idade ignorada).

Taxa de Mortalidade Neonatal Tardia

1. Conceituação

Número de óbitos de 7 a 27 dias de vida completos, por mil nascidos vivos, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

2. Interpretação

- Estima o risco de um nascido vivo morrer durante o período neonatal tardio.
- Taxas elevadas estão geralmente associadas a condições insatisfatórias de assistência pré-natal, ao parto e ao recém-nascido.

3. Usos

- Analisar variações geográficas e temporais da mortalidade neonatal tardia.

- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas e ações de saúde direcionadas para a atenção pré-natal, ao parto e ao recém-nascido.
- Contribuir para a análise comparada das condições de saúde e socioeconômicas.

4. Limitações

- O cálculo direto da taxa, a partir de dados derivados de sistemas de registro contínuo, pode exigir correções da subenumeração de óbitos neonatais tardios e de nascidos vivos, especialmente nas regiões Norte e Nordeste.
- O uso alternativo de valores baseados em taxas de mortalidade infantil estimadas, por métodos demográficos, está sujeito a imprecisões inerentes aos pressupostos e às técnicas utilizadas, sobretudo em populações com reduzido número de eventos.

5. Fontes

- Ministério da Saúde/ CENEPI: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) e Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC).
- IBGE (alternativamente): Estimativas da mortalidade infantil baseadas no Censo Demográfico, na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) e em estudos especiais.

6. Método de Cálculo

Direto:

$$\frac{\text{número de óbitos de residentes de 7 a 27 dias completos de vida} \times 1.000}{\text{número total de nascidos vivos de mães residentes}}$$

Alternativo:

Aplica-se, à taxa de mortalidade infantil estimada pelo IBGE, a proporção de óbitos de 7 a 27 dias de vida completos informados no SIM (percentual em relação ao total de óbitos de menores de um ano, excluídos os de idade ignorada).

Taxa de Mortalidade Pós-Neonatal

(taxa de mortalidade infantil tardia)

1. Conceituação

Número de óbitos entre 28 a 364 dias de vida completos, por mil nascidos vivos, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

2. Interpretação

- Estima o risco de um nascido vivo morrer no período pós-neonatal.
- Taxas elevadas de mortalidade pós-neonatal refletem, de maneira geral baixos níveis de saúde, de desenvolvimento socioeconômico e de condições de vida.
- Quando a taxa de mortalidade infantil é alta, a mortalidade pós-neonatal é usualmente o componente mais elevado.

3. Usos

- Analisar variações geográficas e temporais da mortalidade pós-neonatal.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas e ações de atenção integral à saúde infantil.
- Contribuir para a análise comparada das condições de saúde e socioeconômicas.

4. Limitações

- O cálculo direto da taxa, a partir de dados derivados de sistemas de registro contínuo, pode exigir correções da subnumeração de óbitos pós-neonatais e de nascidos vivos, especialmente nas regiões Norte e Nordeste.
- O uso alternativo de valores baseados em taxas de mortalidade infantil estimadas, por métodos demográficos, está sujeito a imprecisões inerentes aos pressupostos e às técnicas utilizadas, sobretudo em populações com reduzido número de eventos.

5. Fontes

- Ministério da Saúde/ CENEPI: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) e Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC).
- IBGE (alternativamente): Estimativas da mortalidade infantil baseadas no Censo Demográfico, na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) e em estudos especiais .

6. Método de Cálculo

Direto:

$$\frac{\text{número de óbitos de residentes de 28 a 364 dias completos de vida}}{\text{número total de nascidos vivos de mães residentes}} \times 1.000$$

Alternativa:

Aplica-se, à taxa de mortalidade infantil estimada pelo IBGE, a proporção de óbitos de 28 a 364 dias de vida completos, informados no SIM (percentual em relação ao total de óbitos de menores de um ano, excluídos os de idade ignorada).

Taxa de Mortalidade Perinatal

(coeficiente de mortalidade perinatal)

1. Conceituação

- Número de óbitos fetais a partir de 22 semanas completas de gestação (154 dias) acrescidos dos óbitos ocorridos até o 7º dia completo de vida, por mil nascimentos totais (óbitos fetais mais nascidos vivos), em determinado período, no espaço geográfico considerado.
- A 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10) antecipou o início do período perinatal para a 22 semanas de gestação, época em que o peso de nascimento é de aproximadamente 500g.

2. Interpretação

- Indica a probabilidade de um feto nascer sem qualquer sinal de vida ou, nascendo vivo, morrer na primeira semana.
- A taxa é influenciada por numerosos fatores, sendo de especial interesse os vinculados a gestação e ao parto, entre eles o peso ao nascer e a qualidade da assistência prestada à gestante, à parturiente e ao recém-nascido.
- Taxas elevadas estão geralmente associadas a condições insatisfatórias de assistência pré-natal, ao parto e ao recém-nascido.

3. Usos

- Analisar variações geográficas e temporais da mortalidade perinatal.

- Subsidiar a avaliação da qualidade da assistência prestada à gestação, ao parto e ao recém-nascido. Trata-se de coeficiente muito utilizado por obstetras e neonatologistas, pois se refere a óbitos ocorridos antes, durante e logo depois do parto.
- Contribuir para a análise comparada das condições de saúde e socioeconômicas.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas e ações de saúde direcionadas para a atenção materno-infantil.

4. Limitações

- O cálculo direto da taxa, a partir de dados derivados de sistemas de registro contínuo, pode exigir correções da subnumeração de óbitos perinatais e de nascidos vivos, especialmente nas regiões Norte e Nordeste.
- A subnumeração de óbitos fetais tende a ser maior que a de óbitos de menores de um ano e é mais difícil de ser estimada.
- A informação sobre a duração da gestação é frequentemente omitida na Declaração de Óbito, comprometendo a aplicação precisa da definição de período perinatal.
- Comparações temporais e espaciais podem ser invalidadas por utilizarem diferentes definições de período perinatal, considerando que as revisões anteriores à CID-10 adotavam o critério de 28 semanas de gestação.

5. Fontes

Ministério da Saúde/ CENEPI: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) e Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC).

6. Método de Cálculo

soma do número de óbitos fetais a partir de 22 semanas de gestação e de óbitos de crianças de 0-6 dias completos de vida, ambos de residentes _____ x 1.000
número de nascimentos totais de mães residentes (nascidos vivos mais óbitos fetais a partir de 22 semanas de gestação)

Observação: Considerando a sub-notificação de óbitos fetais e a precariedade da informação disponível sobre o tempo de gestação, recomenda-se que, no cálculo do indicador, seja utilizado o número total de óbitos fetais informados, independentemente da duração da gestação.

Taxa de Mortalidade Materna

(coeficiente de mortalidade materna)

1. Conceituação:

- Número de óbitos femininos por causas maternas, por 100 mil nascidos vivos, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.
- Morte materna, segundo a 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10), é a "morte de uma mulher durante a gestação ou até 42 dias após o término da gestação, independente da duração ou da localização da gravidez, devida a qualquer causa relacionada com ou agravada pela gravidez ou por medidas em relação a ela, porém não devida a causas acidentais ou incidentais".
- As mortes maternas correspondem ao Capítulo XV da CID-10 "Gravidez, Parto e Puerpério" (excluídos os códigos O96 e O97), acrescentando-se as mortes consideradas maternas mas que se classificam em outros capítulos da CID, especificamente:
 - (i) doença causada pelo HIV (B20-B24), desde que a mulher esteja grávida no momento da morte ou tenha estado grávida até 42 dias antes da morte; (ii) necrose pós-parto da hipófise (E23.0); (iii) osteomalácia puerperal (M83.0); (iv) tétano obstétrico (A34); e (v) transtornos mentais e comportamentais associados ao puerpério (F53).
- A CID-10 estabelece ainda o conceito de morte materna tardia, decorrente de causa obstétrica mas ocorrida após os 42 dias e menos de um ano depois do parto (código O96). Inclui também o conceito de morte materna por seqüela de causa obstétrica direta, quando ocorrida um ano ou mais após o parto (código O97).

2. Interpretação:

- Estima a frequência de óbitos femininos em idade fértil atribuídos a causas ligadas a gravidez, parto e puerpério, em relação ao total de gestações (representado pelo total de nascidos vivos).
- Reflete a qualidade da assistência à saúde da mulher. Taxas elevadas de mortalidade materna estão associadas à insatisfatória prestação de serviços de saúde a esse grupo.

3. Usos:

- Analisar variações geográficas e temporais da mortalidade materna.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas e ações de saúde direcionadas à atenção pré-natal, ao parto e ao puerpério.
- Contribuir na avaliação dos níveis de saúde e de desenvolvimento socioeconômico.

· Para comparações internacionais adota-se a definição tradicional de morte materna (ocorridas até 42 dias após o parto). O conceito de mortalidade materna tardia é útil para propósitos analíticos nacionais.

4. Limitações:

- O cálculo direto da taxa, a partir de dados derivados de sistemas de registro contínuo, está sujeito a pode exigir correções da subenumeração de mortes maternas e de nascidos vivos, especialmente nas regiões Norte e Nordeste.
- A precisão da anotação de causas maternas na Declaração de Óbito ainda deixa a desejar. Alguns estudos realizados no Brasil mostram que cerca da metade dos óbitos maternos não são declarados como tal.
- Comparações espaciais e temporais podem ser prejudicadas pelo emprego de diferentes abrangências da definição de morte materna.
- A faixa etária utilizada para delimitar os óbitos maternos é outra causa de viés nessas comparações. Geralmente é fixada em 15 a 49 anos, mas eventualmente se utiliza a de 15 a 44 anos. Por vezes, para contemplar a gravidez na adolescência, amplia-se a faixa etária para 10 a 49 anos, ou até mesmo para 10 a 54 anos.
- A alternativa de utilizar estimativas do número de nascidos vivos, elaboradas com base em métodos demográficos, está sujeita a imprecisões inerentes às técnicas empregadas.

5. Fontes:

Ministério da Saúde/ CENEPI: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) e Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC).

6. Método de Cálculo

número de óbitos de mulheres residentes, por causas ligadas a gravidez,
parto e puerpério (*) x 100.000
número de nascidos vivos de mães residentes

(*) consideradas as especificidades assinaladas no Item 1 desta Ficha

Proporção de Nascidos Vivos de Baixo Peso ao Nascer

1. Conceituação

· Percentual de nascidos vivos com peso ao nascer inferior a 2.500 gramas, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

- É a primeira medida de peso do recém-nascido, devendo ser feita, preferencialmente, durante a primeira hora de vida

2. Interpretação

- Mede a frequência (porcentagem) de nascidos vivos de baixo peso, em relação ao total de nascidos vivos. O baixo peso ao nascer expressa retardo do crescimento intra-uterino ou prematuridade e representa importante fator de risco para a morbi-mortalidade neonatal e infantil.
- É um preditor da sobrevivência infantil. Quanto menor o peso ao nascer, maior a possibilidade de morte precoce.
- Valores abaixo de 10% são aceitáveis internacionalmente, embora a proporção encontrada nos países desenvolvidos varie em torno de 6%.
- Proporções elevadas de nascidos vivos de baixo peso estão associadas, em geral, a baixos níveis de desenvolvimento socioeconômico e de assistência materno-infantil.

3. Usos

- Analisar variações geográficas e temporais da proporção de nascidos vivos de baixo peso.
- Apoiar iniciativas orientadas para as intervenções nutricionais e avaliação das condições orgânicas e condutas de risco (tabagismo, alcoolismo e outras) da gestante.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas e ações de saúde voltadas para a atenção pré-natal, o parto e a proteção da saúde infantil.

4. Limitações

- A qualidade dos dados obtidos está sujeita à padronização de procedimentos (tempo para aferição do peso ao nascer, natureza e condições do equipamento utilizado) e à capacitação de recursos humanos. A mensuração está particularmente prejudicada no caso de partos não-hospitalares.
- A base de dados de nascidos vivos utilizada para a produção deste indicador apresenta problemas de cobertura populacional, especialmente em áreas menos desenvolvidas.
- Possibilidade de nascidos vivos que morrem logo após o nascimento não serem pesados ou serem declarados como natimortos.

5. Fontes

Ministério da Saúde/ CENEPI: Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC).

6. Método de Cálculo

$$\frac{\text{número de nascidos vivos de mães residentes, com peso ao nascer inferior a 2.500 g}}{\text{número total de nascidos vivos de mães residentes}} \times 100$$

Número de Leitos Hospitalares por Habitante

1. Conceituação

Número de leitos hospitalares por mil habitantes, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

2. Interpretação

Mede a disponibilidade de leitos hospitalares públicos e privados, segundo localização geográfica.

3. Usos

- Analisar variações geográficas e temporais na distribuição de leitos hospitalares, identificando situações de desequilíbrio.
- Comparar distribuição de leitos hospitalares públicos e privados.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas voltadas para a assistência médico-hospitalar.

4. Limitações

- Os leitos podem ser usados por pessoas não residentes, distorcendo a disponibilidade dos serviços para a população residente.
- Esse indicador deve ser usado em associação com informações adicionais sobre perfil epidemiológico da população, a organização dos serviços de saúde, os recursos tecnológicos disponíveis e a existência de serviços especializados (doenças crônico-degenerativas, agravos à saúde mental).

5. Fonte

IBGE: Pesquisa de Assistência Médico-Sanitária, 1992 e 1999 e estimativas populacionais

6. Método de Cálculo

$$\frac{\text{número de leitos hospitalares existentes (públicos ou privados)}}{\text{população total residente}}$$

Número de Leitos Hospitalares (SUS) por Habitante

1. Conceituação

Número de leitos hospitalares conveniados ou contratados pelo Sistema Único de Saúde (SUS), por mil habitantes, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

2. Interpretação

Mede a disponibilidade de leitos hospitalares conveniados ou contratados pelo SUS, segundo localização geográfica, e sua distribuição por vínculo público, privado e universitário.

3. Usos

- Analisar variações geográficas e temporais na distribuição de leitos hospitalares SUS (públicos, privados e universitários), identificando situações de desequilíbrio que podem demandar a realização de estudos especiais.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas voltadas para a assistência médico-hospitalar de responsabilidade do SUS.

4. Limitações

- Não são considerados os leitos existentes em unidades hospitalares sem vínculo com o SUS, embora o denominador seja a população total.
- A interpretação do indicador requer informações adicionais sobre o perfil da demanda hospitalar ao SUS, que está associado a condições socioeconômicas e epidemiológicas da população alvo, ao modelo assistencial praticado na região e à disponibilidade de recursos especializados (tecnologias e serviços).

5. Fonte

Ministério da Saúde/ SAS: Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH-SUS) e base demográfica do IBGE.

6. Método de Cálculo

número de leitos hospitalares conveniados ou contratados pelo SUS, segundo vínculo
(público, privado ou universitário)

população total residente

Gasto Médio (SUS) por Atendimento Ambulatorial

1. Conceituação

Gasto médio com atendimento ambulatorial no Sistema Único de Saúde (SUS), por categorias de atendimento, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

2. Interpretação

- Expressa o valor médio de recursos despendidos pelo SUS na prestação de atendimento ambulatorial básico e não básico.
- Variações dos valores médios são devidas à frequência relativa dos tipos de atendimento prestado, que possuem remuneração diferenciada.
- A classificação dos atendimentos ambulatoriais prestados no SUS, juntamente com os respectivos valores de remuneração, consta de tabelas adotadas pela Secretaria de Assistência à Saúde, do Ministério da Saúde.

3. Usos

- Analisar variações geográficas, temporais e por unidades prestadoras de serviços, relativas ao gasto médio realizado com atendimento ambulatorial no SUS, para identificar situações de desequilíbrio que podem demandar a realização de estudos especiais.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas de assistência ambulatorial no âmbito do SUS.

4. Limitações

- A interpretação do indicador requer informações sobre a distribuição dos atendimentos realizados, segundo a classificação adotada para fins de pagamento no SUS.
- A análise dos serviços ambulatoriais prestados, por sua vez, requer indicações sobre os fatores determinantes da demanda atendida, tais como as condições socioeconômicas e epidemiológicas da população alvo, ao modelo assistencial praticado na região e à disponibilidade de recursos especializados (tecnologias e serviços).

- Os custos são apresentados em reais correntes do ano, sendo necessários ajustes para comparação da série histórica.

5. Fonte

Ministério da Saúde/ SAS: Sistema de Informações Ambulatoriais no SUS (SIA-SUS).

6. Método de Cálculo

valor da despesa * com categoria específica de atendimento ambulatorial no SUS
número total de atendimentos realizados na categoria

* em reais correntes do ano

Gasto Médio (SUS) por Internação Hospitalar

1. Conceituação

Gasto médio com internação hospitalar no Sistema Único de Saúde (SUS), por especialidades, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

2. Interpretação

- Expressa o valor médio de recursos despendidos pelo SUS na prestação de atendimento hospitalar, nas especialidades previstas.
- Variações dos valores médios são devidas à frequência relativa dos tipos de atendimento prestado, que possuem remuneração diferenciada.
- A classificação dos serviços hospitalares prestados no SUS, juntamente com os respectivos valores de remuneração, consta de tabelas adotadas pela Secretaria de Assistência à Saúde, do Ministério da Saúde .

3. Usos

- Analisar variações geográficas, temporais e por unidades prestadoras de serviços, relativas ao gasto médio realizado com internações hospitalares no SUS segundo especialidades, para identificar situações de desequilíbrio que podem demandar a realização de estudos especiais.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas de assistência médico-hospitalar no âmbito do SUS.

4. Limitações

- A interpretação do indicador requer informações sobre a distribuição das internações hospitalares realizadas, segundo a classificação adotada para fins de pagamento no SUS.
- A análise dos serviços hospitalares prestados, por sua vez, requer indicações sobre os fatores determinantes da demanda atendida, tais como as condições socioeconômicas e epidemiológicas da população alvo, ao modelo assistencial praticado na região e à disponibilidade de recursos especializados (tecnologias e serviços).
- Os custos são apresentados em reais correntes do ano, sendo necessários ajustes para comparação da série histórica.

5. Fonte

Ministério da Saúde/ SAS: Sistema de Informações Hospitalares no SUS (SIH-SUS).

6. Método de Cálculo

valor da despesa * com internações hospitalares no SUS, na especialidade
número total de internações na especialidade

* em reais correntes do ano

Número de Consultas Médicas (SUS) por Habitante

1. Conceituação

Número médio de consultas médicas realizadas no Sistema Único de Saúde (SUS) por habitante, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

2. Interpretação

Mede a demanda atendida de consultas médicas no SUS.

3. Usos

- Analisar variações geográficas e temporais na distribuição das consultas médicas realizadas no SUS, identificando situações de desequilíbrio que podem demandar a realização de estudos especiais.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas voltadas para a assistência médica de responsabilidade do SUS.

4. Limitações

- Não são consideradas as consultas médicas realizadas em unidades sem vínculo com o SUS, embora o denominador seja a população total.
- O atendimento no SUS obedece a critérios técnico-administrativos próprios e reflete a disponibilidade de recursos humanos, materiais, tecnológicos e financeiros nas especialidades básicas, pressupondo-se variações na satisfação da demanda.
- A concentração de consultas médicas pode refletir o atendimento a população não residente, induzido pelas condições de oferta de serviços.
- O indicador é influenciado pela contagem cumulativa de consultas médicas a um mesmo habitante, no período considerado.
- O perfil da demanda hospitalar ao SUS está associado a condições socioeconômicas e epidemiológicas da população alvo, ao modelo assistencial praticado na região e à disponibilidade de recursos especializados (tecnologias e serviços).

5. Fonte

Ministério da Saúde/ SAS: Sistema de Informações Ambulatoriais do SUS (SIA-SUS) e base demográfica do IBGE.

6. Método de Cálculo

$$\frac{\text{número total de consultas médicas apresentadas * ao SUS}}{\text{população total residente}}$$

(*) previamente à auditoria técnico-administrativa

Número de Internações Hospitalares (SUS) por Habitante

1. Conceituação

Número médio de internações hospitalares no Sistema Único de Saúde (SUS), por 100 habitantes, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

2. Interpretação

Mede a demanda atendida de internações hospitalares no SUS.

3. Usos

- Analisar variações geográficas e temporais na distribuição das internações hospitalares realizadas no SUS, identificando situações de desequilíbrio que podem demandar a realização de estudos especiais.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas voltadas para a assistência médico-hospitalar de responsabilidade do SUS.

4. Limitações

- Não são consideradas as internações realizadas em unidades hospitalares sem vínculo com o SUS, embora o denominador seja a população total.
- O atendimento hospitalar no SUS obedece a critérios técnico-administrativos próprios e reflete a disponibilidade de recursos humanos, materiais, tecnológicos e financeiros nas especialidades básicas, pressupondo-se variações na satisfação da demanda.
- A concentração de internações hospitalares pode refletir o atendimento a população não residente, induzido pelas condições de oferta de serviços.
- O indicador é influenciado pela contagem cumulativa de internações de um mesmo habitante, no período considerado.
- A interpretação do indicador requer informações adicionais sobre o perfil da demanda hospitalar ao SUS, que se relaciona às condições socioeconômicas e epidemiológicas da população alvo, ao modelo assistencial praticado na região e à disponibilidade de recursos especializados (tecnologias e serviços).

5. Fonte

Ministério da Saúde/ SAS: Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH-SUS) e base demográfica do IBGE.

6. Método de Cálculo

$$\frac{\text{número total de internações hospitalares pagas no SUS}}{\text{população total residente}}$$

Proporção de Partos Hospitalares

1. Conceituação

Percentual de partos hospitalares em relação ao total de partos informados, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

2. Interpretação

Mede a ocorrência de partos hospitalares no total de partos informados, a partir da base de dados de nascidos vivos.

3. Usos

- Analisar variações geográficas e temporais da proporção de partos hospitalares, identificando situações de desequilíbrio que possam demandar estudos especiais.
- Contribuir na análise das condições de acesso e qualidade da assistência ao parto, no contexto do modelo assistencial adotado.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas e ações de saúde voltadas para a atenção materno-infantil.

4. Limitações

- A base de dados sobre nascidos vivos apresenta problemas de cobertura populacional, especialmente em áreas menos desenvolvidas.
- Os nascidos vivos em ambiente hospitalar têm maior possibilidade de serem incluídos na base de dados do sistema, o que pode resultar na superestimação do indicador.
- Possibilidade de nascidos vivos que morrem logo após o nascimento serem declarados como natimortos, subenumerando o total de nascidos vivos.

5. Fontes

Ministério da Saúde/ CENEPI: Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC).

6. Método de Cálculo

$$\frac{\text{número de partos hospitalares de residentes}}{\text{número total de partos informados de residentes}} \times 100$$

Proporção de Partos Cesáreos

1. Conceituação

Percentual de partos cesáreos em relação ao total de partos hospitalares, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

2. Interpretação

Mede a ocorrência de partos cesáreos no total de partos hospitalares, a partir de informações disponíveis na base de dados sobre nascidos vivos.

3. Usos

- Analisar variações geográficas e temporais da proporção de partos cesáreos, identificando situações de desequilíbrio que possam demandar estudos especiais.
- Contribuir na análise da qualidade da assistência ao parto., no contexto do modelo de atenção à saúde.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas e ações de saúde voltadas para a atenção materno-infantil.

4. Limitações

- A base de dados sobre nascidos vivos apresenta problemas de cobertura populacional, especialmente em áreas menos desenvolvidas.
- Possibilidade de nascidos vivos que morrem logo após o nascimento serem declarados como natimortos, deixando de ser incorporados à base SINASC.

5. Fontes

Ministério da Saúde/ CENEPI: Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC).

6. Método de Cálculo

$$\frac{\text{número de partos cesários de residentes}}{\text{número total de partos hospitalares de residentes}} \times 100$$

Cobertura de Redes de Abastecimento de Água

1. Conceituação

Percentual da população servida por rede geral de abastecimento, com ou sem canalização domiciliar, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

2. Interpretação

- Mede a cobertura de serviços de abastecimento adequado de água à população, através de rede geral de distribuição.

- Baixas coberturas estão associadas a condições favoráveis à proliferação de doenças transmissíveis decorrentes de contaminação ambiental.

3. Usos

- Analisar variações geográficas e temporais na cobertura de abastecimento de água à população, identificando situações de insuficiência que possam indicar medidas de intervenção.
- Fornecer elementos para a análise de riscos à saúde associados a fatores ambientais.
- Contribuir na análise da situação socioeconômica da população.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas públicas voltadas para o saneamento básico, especialmente as relacionadas ao abastecimento de água.

4. Limitações

- O indicador refere-se somente à disponibilidade de rede geral de abastecimento, não considerando condições o acesso efetivo e uso pela população (ligação domiciliar, armazenamento de água).
- Não permite avaliar a quantidade per capita, a qualidade da água de abastecimento e a intermitência de fluxo.
- A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, fonte usualmente utilizada para construir esse indicador, não cobre a zona rural da Região Norte (exceto Tocantins) e não permite desagregações dos dados por município.

5. Fonte

IBGE: Censo Demográfico e Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD).

6. Método de Cálculo

$$\frac{\text{população residente servida por rede geral, com ou sem canalização interna}}{\text{população total residente em domicílios particulares permanente}} \times 100$$

Cobertura de Esgotamento Sanitário

1. Conceituação

Percentual da população que dispõe de escoadouro de dejetos através de ligação do domicílio à rede coletora ou fossa séptica, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

2. Interpretação

- Mede a cobertura populacional da disposição do esgoto sanitário, através de rede coletora ou fossa séptica.
- Baixas coberturas estão associadas a condições favoráveis à proliferação de doenças transmissíveis decorrentes de contaminação ambiental.

3. Usos

- Analisar variações geográficas e temporais na cobertura de esgotamento sanitário, identificando situações de insuficiência que possam indicar medidas de intervenção.
- Fornecer elementos para a análise de riscos à saúde associados a fatores ambientais.
- Contribuir na análise da situação socioeconômica da população.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas públicas voltadas para o saneamento básico, especialmente as relacionadas ao esgotamento sanitário.

4. Limitações

- O indicador refere-se somente à disponibilidade de rede coletora ou de fossa séptica, não incluindo as condições de funcionamento e conservação dos serviços e instalações, nem o destino final dos dejetos.
- A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, fonte usualmente utilizada para construir esse indicador, não cobre a zona rural da Região Norte (exceto Tocantins) e não permite desagregações dos dados por município.

5. Fonte

IBGE: Censo Demográfico e Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD).

6. Método de Cálculo

$$\frac{\text{população residente servida por rede coletora ou fossa séptica no domicílio}}{\text{população total residente em domicílios particulares permanentes}} \times 100$$

Cobertura de Coleta de Lixo

1. Conceituação

- Percentual da população atendida domiciliarmente, direta ou indiretamente, por serviço regular de coleta de lixo, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

· Considera-se o atendimento: (i) direto, quando a coleta do lixo é realizada no domicílio, por empresa de limpeza urbana (pública ou particular); e (ii) indireta, quando o lixo é depositado em caçamba, tanque ou outro depósito, sendo posteriormente coletado por serviço ou empresa de limpeza urbana (pública ou privada).

2. Interpretação

· Mede a cobertura populacional de serviços regulares de coleta domiciliar de lixo.

· Baixas coberturas estão associadas a condições favoráveis à proliferação de doenças transmissíveis decorrentes de contaminação ambiental.

3. Usos

· Analisar variações geográficas e temporais na cobertura de serviços de coleta de lixo, identificando situações de insuficiência que possam indicar medidas de intervenção.

· Fornecer elementos para a análise de riscos para a saúde associados a fatores ambientais.

· Contribuir na análise da situação socioeconômica da população.

· Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas públicas voltadas para o saneamento básico, especialmente as relacionadas à coleta de lixo.

4. Limitações

· O indicador refere-se somente à disponibilidade de serviços regulares de coleta de lixo domiciliar, não incluindo as condições de funcionamento (frequência, assiduidade e volume transportado).

· A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, fonte usualmente utilizada para construir esse indicador, não cobre a zona rural da Região Norte (exceto Tocantins) e não permite desagregações dos dados por município.

5. Fonte

IBGE: Censo Demográfico e Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD).

6. Método de Cálculo

população residente atendida, direta ou indiretamente, por serviço regular de
coleta de lixo no domicílio _____ x 100
população total residente em domicílios particulares permanentes