

INTELIGENCIA ARTIFICIAL E ORGANIZACAO DE SERVICOS DE SAUDE :
AVALIACAO DO ESTAGIO ATUAL DE DESENVOLVIMENTOS.M. FREIRE¹, R.B. PANERAI²

RESUMO — Para um gerenciamento racional dos sistemas de saúde, é fundamental uma alocação dos recursos baseada na avaliação de tecnologias. Entretanto as informações sobre tecnologias de saúde são em grande parte inexistentes ou imprecisas. Por sua flexibilidade em lidar com este tipo de informação, a inteligência artificial (IA) pode ser de grande utilidade. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de identificar trabalhos que empregam IA com o propósito aqui descrito. Os resultados mostraram a inexistência de trabalhos direcionados para avaliação tecnológica e alocação de recursos em saúde, indicando a necessidade de uma maior colaboração entre cientistas envolvidos com IA e planejadores de saúde para uma melhoria na gerência do setor.

INTRODUCAO

Os benefícios que podem ser produzidos por um Sistema de Saúde através de ações preventivas, curativas ou de reabilitação dependem de uma combinação criteriosa de recursos humanos, instalações físicas e tecnologia (Mahler, 1975). Esta última é definida de forma ampla, correspondendo a todas as formas de conhecimento que podem ser aplicadas para minorar problemas de saúde de indivíduos ou populações.

Nos últimos 30 anos, a enorme expansão do fator tecnologia, principalmente na assistência médica, mudou radicalmente a face da Medicina, alterando a sua prática, relação médico-paciente, custos, organização e possibilidades de intervenção (Reiser, 1982). Acima de tudo, novas tecnologias permitiram benefícios reais em saúde em muitos casos, embora tenham trazido consigo riscos não-desprezíveis (Preger, 1986) e vários outros problemas éticos e sociais (Banta et alia, 1981).

Para os países em desenvolvimento, a incorporação de tecnologias de saúde tem sido um problema crítico, em função de limitações de recursos financeiros e dificuldades de harmonizar o desenvolvimento tecnológico com os recursos humanos, instalações físicas e organização dos serviços (Panerai, 1985; Panerai e Attinger, 1988). Uma vez decidida a totalidade dos recursos disponíveis para o setor saúde, o grande problema que se impõe é o de decidir a forma como os mesmos podem ser traduzidos no maior benefício possível para a sociedade (Banta, 1982). Este enfoque pode ser aplicado ao sistema de saúde como um todo ou a setores específicos, tais como a atenção perinatal, doenças cardiovasculares ou o combate à malária. No entanto, em qualquer nível de operação, existem problemas de conhecimento que têm bloqueado uma organização mais racional dos serviços de saúde e limitado os benefícios que os países em desenvolvimento poderiam obter da evolução tecnológica do setor. Basicamente os conhecimentos necessários para uma melhor organização dos serviços de

1 - Doutorando do Programa de Engenharia Biomédica - COPPE/UFRJ.

2 - Professor Adjunto do Programa de Engenharia Biomédica - COPPE/UFRJ, Caixa Postal 68510, 21945 - Rio de Janeiro - RJ.

saúde, no que diz respeito à sua efetividade e eficiência, estão nas áreas de avaliação tecnológica e alocação de recursos em saúde (Banta, 1982; Portela, 1988).

Entre as técnicas tradicionalmente empregadas para a alocação de recursos, citam-se (Panerai e Mohr, 1986): análise de decisão, processo analítico hierárquico, análise de custo-benefício, análise de custo-efetividade, análise de recursos-efetividade, pesquisa operacional, etc. Todas estas metodologias fracassam em fornecer modelos mais gerais que possam ser aplicados em uma classe ampla de problemas; além disso elas apresentam, em graus diversos, limitações no que diz respeito à capacidade de lidar com um volume grande de dados, os quais possuem graus variados de precisão. Esta imprecisão dos dados resulta dos seguintes fatores:

- a) desconhecimento sobre a efetividade de grande número de tecnologias de saúde. Este fato é agravado ainda pela difusão e incorporação de novas tecnologias, sem que as mesmas sejam avaliadas adequadamente;
- b) precariedade e, em muitos casos, inexistência de dados relativos à morbidade das populações. Esta condição é mais grave em países do terceiro mundo, justamente onde a necessidade destes dados é maior;
- c) imprecisão de dados relacionados aos custos das tecnologias e outros dados referentes à demanda de recursos, materiais ou humanos, por parte das tecnologias;
- d) má distribuição dos recursos materiais e humanos, tanto no que se refere ao aspecto geográfico quanto à concentração dos recursos em determinadas classes de problemas de saúde. Novamente, estas condições são mais agravadas em países pobres, nos quais o setor de saúde está direcionado principalmente para atender a uma elite econômica e social.

Nos últimos vinte anos, tem havido no campo da informática médica, uma ampla difusão de técnicas da área de inteligência artificial com a finalidade de lidar com questões que até então têm sido privilégio dos seres humanos: a capacidade de aprender e inferir mesmo com dados imprecisos. Inicialmente, surgiram os sistemas especialistas que visavam à automatização do diagnóstico e terapia em um dado setor da medicina, utilizando para isto o conhecimento de especialistas na área (Shortliffe, 1976). Embora este continue sendo o principal uso da IA em Medicina, tem surgido aplicações em áreas como educação, análise de sinais, reconhecimento de padrões e outras. Como as técnicas de IA se propõem a lidar com dados imprecisos, por que não empregá-las para lidar com os problemas decorrentes da carência e/ou imprecisões daquelas informações necessárias ao processo de alocação de recursos em saúde? Com esta motivação foi realizado um levantamento de trabalhos no campo da saúde que fazem uso de técnicas de IA, procurando principalmente encontrar aqueles que se preocupam com os problemas relacionados com a alocação de recursos e avaliação tecnológica em saúde.

Na seção seguinte, será apresentada a metodologia adotada neste levantamento cujos resultados indicam uma ausência total de preocupação na área de inteligência artificial com problemas de organização de serviços de saúde e vice-versa. As implicações deste resultado são discutidas no final do trabalho.

METODOLOGIA

A busca da identificação de trabalhos anteriores sobre aplicações de inteligência artificial na alocação de recursos e avaliação tecnológica em saúde baseou-se em consultas a grandes bases de dados e a fontes especializadas nas quais a probabilidade de detecção fosse mais elevada. A

consulta a cada uma destas fontes foi realizada de modo diverso, visto que cada uma apresenta particularidades próprias no que se refere à facilidade de acesso, grau de especificidade dos trabalhos que contêm, etc. Desta forma, serão descritos separadamente, a seguir, os procedimentos utilizados para a realização das consultas.

Bases de dados

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica no IBIQT (Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia) procurando-se somente trabalhos publicados em língua inglesa de acordo com as palavras-chave indicadas na Tabela 1. Várias combinações booleanas foram adotadas, porém mantendo-se sempre uma palavra de cada grupo (AREA/OBJETIVO/METODOLOGIA).

AREA	OBJETIVO	METODOLOGIA
HEALTH	RESOURCE ALLOCATION MANAGEMENT PLANNING ASSESSMENT	ARTIFICIAL INTELLIGENCE EXPERT SYSTEMS KNOWLEDGE ENGINEERING KNOWLEDGE FUZZY SETS

Tabela 1. Palavras-chave usadas na pesquisa bibliográfica.

Foi também realizada uma entrevista entre o profissional que iria conduzir a pesquisa bibliográfica e um dos autores deste trabalho, visando ao esclarecimento de dúvidas e à exposição de forma mais completa possível dos objetivos da pesquisa e do conteúdo dos trabalhos de interesse. Infelizmente, não foi permitida a participação dos autores na realização da pesquisa, a qual foi feita utilizando o sistema DIALOGUE. A base consultada foi a "COMPUTER DATABASE", uma vez que nesta base haveria maior possibilidade de se encontrarem os trabalhos de interesse. Esta base contém trabalhos publicados a partir de 1983, num total aproximado de 215.000 títulos, sendo que a atualização da mesma se realiza de 15 em 15 dias.

Duas outras pesquisas bibliográficas foram realizadas. Uma delas foi feita na CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear), a qual tem acesso à base de dados INSPEC. Esta base contém trabalhos nas áreas de Engenharia Elétrica, Engenharia Eletrônica, Informática, Telecomunicações e Física, publicados a partir de 1979, num total aproximado de 1.700.000 títulos. Esta base é atualizada mensalmente. A outra pesquisa foi realizada no Instituto Oswaldo Cruz, consultando a base de dados BIREME, a qual registra os trabalhos publicados no "Index Medicus Latino-Americano" a partir de 1981.

Estas duas pesquisas foram realizadas com a presença de um dos autores deste trabalho, sendo utilizadas um número maior de combinações de palavras-chave do que a pesquisa anterior, além de ter sido realizada uma busca mais cuidadosa na base de dados. No caso, a cada título que parecia de interesse, foi consultado o resumo do mesmo para se certificar se ele atendia aos propósitos da busca.

Index Medicus

Esta publicação mensal relaciona os trabalhos gerados pela base de dados MEDLINE. Foram consultados os volumes relativos aos anos de 1987 e 1988 (até outubro) utilizando os seguintes títulos: "Health Planning", "Health

Services", "Health Resources", "Health Policy", "Operations Research", "Information Systems", "Expert Systems", "Cost Analysis", "Artificial Intelligence", "Computer Systems", "Computer-Assisted Decision Making", "Computer-Assisted Diagnosis" e "Computer-Assisted Therapy".

Consulta a Especialistas

Foram enviadas cartas a 14 especialistas internacionais da área de informática médica, solicitando informações a respeito de trabalhos envolvendo o uso de inteligência artificial em estudos de alocação de recursos em saúde. Os seguintes especialistas responderam à consulta: K.-P. Adlassnig (Institut für Medizinische Computerwissenschaften, Viena-Austria), J.H. Van Bommel (Erasmus University Rotterdam - Holanda), E.H. Shortliffe (Stanford University Medical Center), J.M. Long e J.R. Slagle (University of Minnesota), F. Gremy (Centre Hospitalier Régional & Universitaire de Montpellier, France).

Conferências

Devido à sua importância e representatividade, foram consultados os anais de duas conferências: "Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society", realizada em novembro de 1988 em Nova Orleans e "Sixth International Conference on Medical Informatics (MEDINFO86)", realizada em 1986. Foram verificados os trabalhos destas duas publicações que fazem uso de IA e classificados, subjetivamente, em categorias de acordo com a aplicação dos mesmos, conforme será mostrado na seção de resultados.

Outras Fontes

Consultas foram também realizadas na Biblioteca da Organização Pan-Americana de Saúde, em Washington, D.C., na biblioteca do Centro Científico da IBM, Rio de Janeiro e ao periódico "Methods of Information in Medicine".

RESULTADOS

Em todas as fontes consultadas, não foi encontrada qualquer referência ao uso de técnicas de IA em alocação de recursos, avaliação tecnológica ou planejamento em saúde. No entanto, em vários casos, o relaxamento das condições impostas pelas palavras-chave da Tabela 1 forneceu várias referências em outras aplicações de IA em Medicina e Saúde. Para as fontes que forneceram maior número de referências, a Tabela 2 indica a sua distribuição de acordo com uma classificação baseada no título dos trabalhos. Esta distribuição ilustra a tendência de uma maior concentração de trabalhos na área de diagnóstico seguida de tratamento/terapia e processamento de sinais. É importante ressaltar, no entanto, que a Tabela 2 não pode ser vista como um levantamento exaustivo em relação a estas outras áreas.

DISCUSSÃO

Quando se procede a um levantamento bibliográfico, dois importantes fatores devem ser considerados: diversidade e qualidade das fontes consultadas. Neste trabalho, procurou-se atingir estes dois critérios mediante uma consulta a obras e autores de reputação internacional, bem como em três pesquisas bibliográficas realizadas em banco de dados.

As pesquisas bibliográficas foram realizadas com o objetivo de se

encontrar trabalhos que aplicassem técnicas de IA em problemas de alocação de recursos. Assim, as pesquisas realizadas na IBM, OPS e sobre as bases INSPEC e BIREME não forneceram nenhum trabalho no sentido especificado acima. Entretanto, a pesquisa realizada no IBIGT forneceu alguns trabalhos que empregavam IA em outras áreas, e não em alocação de recursos, além de uma série de outros trabalhos fora do âmbito de IA. Isto se deve ao fato de que esta pesquisa não foi conduzida juntamente com o autor, resultando que o profissional responsável pela mesma, por não estar familiarizado com a área, listou trabalhos que não eram de interesse. Contudo, isto não invalida em absoluto a pesquisa bibliográfica realizada.

Na classificação dos trabalhos, através da Tabela 2, há obviamente um certo grau de subjetividade, tanto no que se refere às categorias utilizadas na classificação dos trabalhos quanto à sua distribuição. Outros autores poderiam chegar a resultados ligeiramente diferentes, já que existem trabalhos que não pertencem exclusivamente a uma única categoria. Entretanto, duas observações podem ser extraídas da Tabela 2: a ausência de trabalhos que utilizam IA para a alocação de recursos e a concentração de trabalhos na área de diagnóstico e tratamento. Acreditamos que, apesar de resultados diferentes, outros autores chegarão às mesmas constatações. Este fato expressa uma atitude voltada principalmente para a criação e difusão de tecnologias e um certo descaso para com os problemas de planejamento em saúde.

<div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);"> FONTE CATEGORIA </div>	MEDINFO 86	IEEE	INDEX MEDICUS	IBIGT	TOTAL
DIAGNOSTICO	8	7	11	2	28
TRATAMENTO	2	2	10	2	16
ANALISE DE SINAIS	4	8	2	-	14
DIAGNOSTICO E TRATAMENTO	5	3	-	-	8
ACONSELHAMENTO	5	-	1	2	8
RECONHECIMENTO DE PADROES	-	5	1	-	6
MONITORACAO E CONTROLE	2	2	-	-	4
EDUCACAO	-	1	2	1	4
ALOCACAO DE RECURSOS	-	-	-	-	-
PLANEJAMENTO EM SAUDE	-	-	-	-	-
AVALIACAO DE TECNOLOGIA	-	-	-	-	-

Tabela 2. Distribuição dos trabalhos de acordo com a categoria e fonte consultada.

Essa atitude não decorre exclusivamente de dificuldades metodológicas. Não há razão para se acreditar que a utilização de IA no setor de planejamento enfrente maiores dificuldades do que a criação de sistemas especialistas para diagnóstico, mesmo porque alguns procedimentos de representação de

conhecimento (regras de produção, estruturas - "frames") e técnicas para lidar com imprecisões (fatores de confiança para as regras, conjuntos nebulosos, probabilidade, etc.) podem ser adaptados para expressar efetividade, custos de tecnologias ou combinações de tecnologias, ou outras informações necessárias à alocação de recursos. É de se prever que as maiores dificuldades surgirão no processo de otimização. Neste caso, o desenvolvimento de procedimentos heurísticos de busca da solução ótima pode ser uma possível solução. Um problema diretamente relacionado é o da rapidez de geração da solução. Com os computadores de 4a. geração, o tempo será relativamente elevado para a solução de problemas de médio porte como, por exemplo, alocação de recursos na área perinatal (Portela, 1988). Porém, com o desenvolvimento dos computadores de 5a. geração, dotados de processamento paralelo, este tempo pode ser grandemente reduzido; também o desenvolvimento das redes neurais pode ser de grande importância para um processo rápido de otimização. Uma outra forma de reduzir o tempo de computação é se contentar com soluções sub-ótimas. De fato, com o grande número de imprecisões que permeiam as informações em saúde, não há sentido em se falar de uma solução ótima. Mesmo soluções "sub-ótimas" podem trazer grandes contribuições para a melhoria da saúde da população.

CONCLUSAO

Em síntese, a pesquisa bibliográfica descrita neste trabalho indica que a utilização de técnicas de IA e engenharia de conhecimento na avaliação de tecnologias e alocação de recursos em saúde é uma área praticamente virgem. Pelos motivos alegados acima, no entanto, é fundamental que especialistas de ambos os campos conscientizem-se da necessidade de um desenvolvimento nesta área, sem o qual dificilmente se poderá gerenciar o problema complexo de alocação de recursos em saúde e obter um maior benefício do conhecimento já existente e incorporado na forma de tecnologias de saúde.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação KELLOGG e CNPq pelo apoio financeiro e ao IBIGT, CENEN, Instituto Oswaldo Cruz, Dr. Ricardo Machado (IBM) e Sr. Jorge Pena Mohr (OPS/Washington) pela colaboração na realização das pesquisas bibliográficas.

REFERENCIAS

- ATTINGER, E.O., PANERAI, R.B. (1988), "Transferability of Health Technology Assessment with Particular Emphasis on Developing Countries", International Journal of Technology Assessment in Health Care, Volume 4, pages 545-554.
- BANTA, H.D. (ed.) (1982), Resources for Health, Praeger Publishers.
- BANTA, H.D., BEHNEY, C.J., WILLEMS, J.S. (1981), Towards Rational Technology in Medicine, New York:Springer Publ. Co.
- IEEE/EMBS (1988), Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, New Orleans.
- MAHLER, H. (1975), "Health: a Demystification of Medical Technology", The Lancet, Number 7940, Volume 2, pages 829-833.

- PANERAI, R.B. (1986), Avaliação de Tecnologia em Saúde: Problemas de Países em Desenvolvimento, REDES (W.K. Kellogg Foundation), Julho.
- PANERAI, R.B., MOHR, J.P. (1986), Health Technology Assessment: Methodologies for Developing Countries, Pan-American Health Organization, Washington D.C..
- PORTELA, M.C. (1988), Alocação de Recursos na Área Perinatal, Tese de Mestrado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ.
- PREGER, L. (Ed.) (1986), Iatrogenic Diseases, Florida: CRC Press, Inc., Volume 1.
- REISER, S.J. (1978), Medicine and the Reign of Technology, Cambridge University Press, Cambridge.
- SALAMON, R., BLUM, B., JORGENSEN, M. (Eds.) (1983), Proceedings of the Fifth Conference on Medical Informatics, MEDINFO86, North-Holland, Washington.
- SHORTLIFFE, E.H. (1976), Computer-based Medical Consultations: MYCIN, New York: American Elsevier.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND HEALTH CARE PLANNING:
AN ASSESSMENT OF THE PRESENT STAGE OF DEVELOPMENT

ABSTRACT — The rational organization of health care involves the appropriate allocation of resources based on information derived from technology assessments. A major drawback though, is that in most instances, the necessary information is either absent or unreliable. In this context, artificial intelligence (AI) techniques could be extremely useful given their ability to deal with incomplete fuzzy information. A computerized and library search was performed with the objective of identifying the extent to which AI techniques have been applied to resource allocation and/or technology assessment in health care. The results obtained show a total absence of work in this field, indicating the need to promote closer collaboration between AI scientists and health care decision-makers in order to improve health care planning and management.