

**MODELO DE CUSTOS DE TECNOLOGIAS EM SAÚDE**

por

S.M. FREIRE<sup>1</sup> e R.B. PANERAI<sup>2</sup>

**RESUMO** – O conhecimento dos custos decorrentes do uso de tecnologias é fundamental para um planejamento racional da atenção à saúde. Entretanto não existe ainda uma estrutura teórica para a determinação destes custos, devido à natureza complexa dos fatores envolvidos no estabelecimento do custo de uma tecnologia. Este trabalho tem como objetivo o de propor um modelo para o cálculo de custos de tecnologias de saúde, utilizando como exemplo as múltiplas tecnologias que contribuem para o controle da hipertensão na gravidez. O modelo permite o cálculo dos custos diretos decorrentes do uso de uma tecnologia e ainda oferece uma análise de sensibilidade em relação aos parâmetros mais imprecisos.

**INTRODUÇÃO**

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). Por tecnologia em saúde, entende-se todas as formas de conhecimento que podem ser aplicadas para minorar problemas de saúde de indivíduos ou populações.

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

---

<sup>1</sup>-Professor Assistente do Departamento de Matemática da Fundação de Ensino Superior de São João del Rei - FUNREI -, Doutorando do Programa de Engenharia Biomédica - COPPE/UFRJ.

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

sociedade (Banta, 1982).

Na maioria dos países desenvolvidos, os gastos com a saúde têm crescido a uma taxa maior que a inflação ou o PNB. Este aumento nos gastos resulta de muitos fatores (Warner e Luce, 1982), mas a tecnologia desempenha um papel fundamental, seja através da introdução de novas tecnologias que, em geral são mais caras e complexas, seja pela mudança do modo de utilização de tecnologias padrões (Showstack et alia, 1982). Analistas geralmente consideram que a contribuição de tecnologias médicas para o aumento dos custos em saúde se situa em torno de 50% (Fineberg e Hiatt, 1979).

Não há indicação em países em desenvolvimento de que os gastos totais em saúde, como percentagem do PNB, estão crescendo tão rápido quanto nos países desenvolvidos. De fato, no Brasil os recursos financeiros para o setor de saúde têm decrescido desde 1979 (Viacava et alii, 1984; Horn, 1985). Por outro lado, tecnologias modernas continuam a serem importadas e difundidas (Rodriguez et alii, 1985), implicando que os recursos para a atenção primária e tecnologias clássicas estão encolhendo na mesma taxa ou mesmo a uma taxa maior que o crescimento apresentado pelo setor terciário. Esta observação indica que decisões referentes a tecnologias individuais têm implicações múltiplas dentro de um sistema de saúde onde não é possível aumentar os recursos financeiros. Por esta razão, o estabelecimento de custos é uma questão fundamental para avaliação de tecnologias, tanto nos países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento. Particularmente, no cenário brasileiro, é importante uma conscientização maior em relação aos custos associados com a utilização de tecnologia em saúde, principalmente por parte de engenheiros clínicos que cada vez mais serão os profissionais técnicos que deverão assessorar o processo de compra e incorporação de tecnologias em saúde.

Nas seções seguintes, será apresentado um modelo que pode servir de ponto de partida para a determinação de custos para tecnologias em saúde.

## MÉTODOS DE ESTIMAÇÃO DE CUSTOS

A estimação dos custos reais de uma tecnologia pode ser bastante difícil. Não existe ainda uma estrutura teórica para avaliar custos. Assim, cada estudo estima os custos de forma empírica, forma esta que está ligada aos objetivos do profissional (autoridade pública, administradores de hospitais ou outros) que realiza o estudo. Deste modo, avaliações realizadas pela administração de hospitais envolveriam diferentes custos que uma avaliação realizada por autoridade de saúde pública. Em ambos os casos, é importante salientar que, em termos econômicos, o verdadeiro custo de uma tecnologia é o seu **custo de oportunidade**. Entretanto, devido às imperfeições do mercado de saúde, entre outras causas, custos de oportunidade não são facilmente medidos (Warner e Luce, 1982).

Entre os procedimentos utilizados para a estimação de custos, citam-se: preços cobrados por agentes prestadores de serviços (médicos, hospitais, etc.); custos agregados e contabilização de custos (Panerai e Mohr, 1986).

Os custos de recursos para um serviço de saúde possuem dois principais componentes: (1) custos de produção e (2) custos induzidos ( ou poupados ). Os custos de produção incluem custos diretos e custos indiretos. Custos diretos são aqueles totalmente atribuídos ao serviço em questão, como por exemplo, equipamentos, materiais, serviço de profissionais, etc. Custos indiretos são custos que são compartilhados por diversos serviços concorrentemente.

Custos induzidos ou poupados são recursos que são adicionados ou evitados devido ao procedimento utilizado. Estes efeitos induzidos se manifestam através de alterações no tratamento de um paciente após o procedimento. Por exemplo, há recursos poupados devido à prevenção de uma morbidade subsequente, a qual requereria avaliação e tratamento; por outro lado, pode haver custos gerados por efeitos iatrogênicos, etc.

Os componentes dos custos de recursos são resumidos abaixo (Weinstein et alii, 1980):

- Custos Diretos: aquisição de equipamentos, formação profissional, materiais e suprimentos;
- Custos Indiretos: aluguel, depreciação do prédio, preparação do espaço e manutenção, instalações, serviços de suporte;
- Custos Induzidos (poupados): testes adicionais (evitados), tratamentos adicionais (evitados).

## METODOLOGIA

O modelo estabelecido neste trabalho aproxima-se do enfoque "contábil" apresentado acima, considerando como amostra as tecnologias utilizadas no controle da hipertensão na gravidez. Espera-se, com este conjunto, estabelecer uma metodologia de cálculo de custos que possa ser aplicada para a maioria das tecnologias em saúde. As tecnologias que serviram de modelo são: anamnese e exame físico (médico), anamnese e exame físico (enfermeira), controle ponderal da gestante com curva padronizada, registro de fundo uterino, fundoscopia, pressão arterial, amniocentese, coleta de sangue para exame, coleta de urina para exame, volume urinário, proteína plasmática (total e frações), uréia e creatinina séricas, depuração da creatinina, ácido úrico plasmático, teste rápido do surfactante, depuração renal, determinação do estriol, transaminases, avaliação do ambiente familiar e social, informação sobre a prevalência e epidemiologia do risco materno, padronização do sistema de registro na gravidez, número e programa de consultas pré-natais e anti- hipertensivos.

De forma resumida, as principais equações incluídas no modelo para o cálculo do custo anual de uma tecnologia são:

1- custo de pessoal necessário à realização da tecnologia:

$$C = p \times s \quad (1)$$

$$p = (t \times n) / h \quad (2)$$

onde: p = número de profissionais necessários para a aplicação da tecnologia; s = salário do profissional, t = tempo de aplicação da tecnologia; n = número de vezes em que a tecnologia é utilizada anualmente; h = carga horária de trabalho; C = gasto anual com pessoal.

2- materiais consumidos na realização da tecnologia (ex: seringa descartável). Para estes materiais, o custo é dado pela fórmula (3) abaixo, com exceção de kits de laboratório, os quais obedecem as fórmulas (4), (5) e (6):

$$C1 = q \times c \times n \quad (3)$$

$$k = D / (A + B \times m) \quad (4)$$

$$Q = n / (k \times m) \quad (5)$$

$$C2 = Q \times c \quad (6)$$

onde: q = quantidade de material utilizada por aplicação da tecnologia; c = custo por unidade de material; D = quantidade de reagente presente em um kit de laboratório; A = quantidade de reagente utilizada no padrão; B = quantidade de reagente utilizada para cada dosagem; m = número médio de dosagens realizadas com um único padrão; k = número de vezes em que o kit é utilizado; Q = número de kits necessários; C1 e C2 = custo dos materiais do tipo 1 e tipo 2, respectivamente.

3- materiais que podem ser reutilizados (ex: tubo de ensaio), cujos custos são dados pelas fórmulas:

$$Q = (p / t) \times q \quad (7)$$

$$C = Q \times c / V \quad (8)$$

onde: q = quantidade necessária para a aplicação da tecnologia; V = vida média do material; Q = quantidade que é necessário estar disponível

4- equipamentos, cujos custos são dados por:

$$Q = (T / t) \times p \quad (9)$$

$$C = (Q \times Cc / V) + Cm - Dp \quad (10)$$

onde: T = tempo alocado do equipamento em cada emprego da tecnologia; Q = número de equipamentos necessários; Cc = custo de capital; Cm = custo de manutenção; Dp = depreciação.

Este modelo estabelece o custo direto de uma tecnologia, que corresponde ao

somatório dos itens presentes em cada um dos quatro grupos citados acima. Os custos indiretos e induzidos deverão ser incluídos numa próxima versão do sistema.

Os dados referentes à composição das tecnologias e ao custo dos diversos componentes das mesmas foram obtidos através da coleta de dados em dois institutos do Rio de Janeiro (Fernandes Figueira/FIOCRUZ e IPPMG/UFRJ) bem como em consultas a manuais de laboratórios e especialistas. Para cada tecnologia, estes dados são colocados em um arquivo segundo um formato previamente estabelecido. Os dados deste arquivo são acessados pelo programa para o cálculo dos custos e qualquer alteração relativa a estes dados, como acréscimo ou exclusão de materiais, podem ser realizadas neste arquivo

Dados referentes a parâmetros de difícil obtenção como, por exemplo, vida útil de equipamentos, número médio de exames realizados simultaneamente, foram estimados pelos autores. Uma análise de sensibilidade pode ser feita ao final da estimativa do custo, variando um daqueles parâmetros que, acredita-se, tenham influência significativa sobre o custo e não são conhecidos com precisão. Como exemplo de parâmetros cuja imprecisão é grande e que podem ter influência sobre o resultado final, citam-se: número de pacientes, número de exames simultâneos, custo de capital, custo de manutenção, depreciação e vida média de equipamentos.

Foi desenvolvido um programa em linguagem TURBO PASCAL, que tem como entrada o código da tecnologia, número de pacientes e periodicidade de uso da tecnologia e como saída a discriminação dos itens com os respectivos custos e, finalmente, o custo total por exame da tecnologia para o cenário descrito. A seguir é oferecida uma análise de sensibilidade sobre os itens mais relevantes, devendo o usuário escolher o parâmetro sobre o qual deseja a análise e os limites de variação do parâmetro escolhido. O resultado é apresentado, ou sob forma gráfica, ou sob a forma de uma tabela onde cada linha apresenta o valor do parâmetro e o respectivo custo associado.

## RESULTADOS

Conforme estabelecido na seção anterior, o programa desenvolvido fornece, para cada tecnologia, a discriminação dos itens componentes com os respectivos custos, além de permitir que uma análise de sensibilidade seja realizada sobre os parâmetros mais imprecisos e significativos para o custo. Como exemplo do uso deste programa, consideremos a tecnologia TRANSAMINASES (exame de laboratório), e suponhamos que se deseje saber os gastos anuais com este exame e o custo por exame realizado, levando em conta que pacientes com pré-eclâmpsia leve devam ter a dosagem de transaminases avaliada semanalmente. Para uma primeira simulação, os seguintes valores de entrada foram estabelecidos: número de exames = 1092; número médio de exames realizados simultaneamente = 3. O programa forneceu os seguintes resultados:

NOME DO MATERIAL	QUANTIDADE	CUSTO TOTAL ANUAL (US\$)
KIT TRANSAMINASES	12	53.39
FRASCO PLASTICO	1	0.25
BALAO VOLUMETRICO	1	5.24
MICROPIPETA	12	73.68
PONTEIRA DE MICROPIPETA	12	5.52
TUBO DE ENSAIO	6	0.09
ESPECTROFOTOMETRO	1	240.00
CALCULADORA	1	14.29
BANHO-MARIA	1	863.34
REFRIGERADOR	1	91.16

PROFISSIONAL : BIOQUIMICO (1), SALARIO ANUAL (US\$) : 4800

CUSTO POR EXAME (US\$) : 5.34

Supondo em seguida, que não se conheça o número de pacientes com precisão e deseja-se saber como o custo desta tecnologia se comportaria em relação a este parâmetro. Assim foi efetuada uma análise de sensibilidade considerando como variável o número de exames realizados, com os limites de variação : valor mínimo = 52, variação = 52, valor máximo = 1560 e o resultado gráfico é apresentado na figura 1.

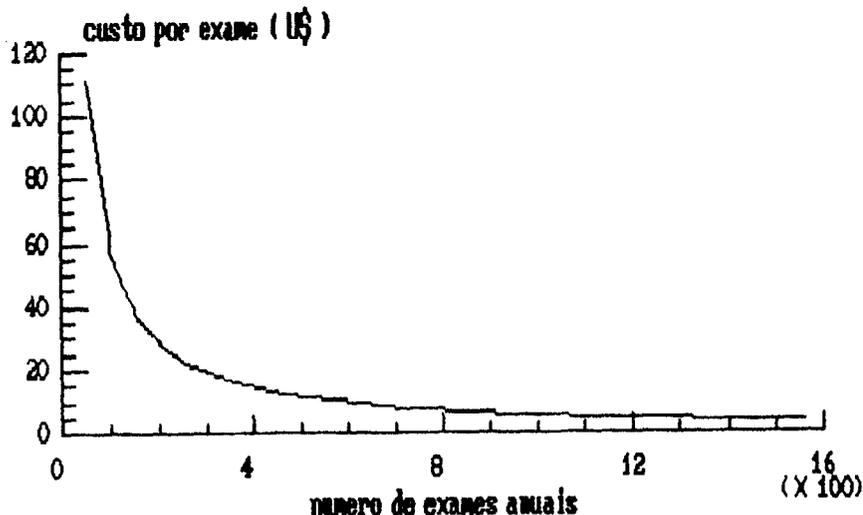


Figura 1. Análise de sensibilidade para a tecnologia TRANSAMINASES relacionando o custo da tecnologia com o parâmetro número de exames.

realizados implicar num aumento de gastos, o custo por exame decresce à medida que o número de exames aumenta, significando um aproveitamento mais intenso dos recursos materiais e humanos necessários à dosagem de transaminases.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O sistema de custos desenvolvido neste trabalho permite a determinação dos custos diretos de uma dada tecnologia, fornecendo uma listagem dos recursos, humanos e materiais, necessários ao emprego da tecnologia considerada. Além disso o sistema é flexível, uma vez que mudanças que podem ocorrer na forma como uma tecnologia é empregada, não implica na alteração do programa, mas sim numa alteração no arquivo da tecnologia, o que é uma tarefa muito mais fácil. Finalmente, o usuário pode realizar uma análise de sensibilidade com os parâmetros mais imprecisos e que podem ter uma influência sobre os custos das tecnologias.

O modelo de custo aqui proposto não engloba todos os aspectos relacionados com os custos das tecnologias. Entre as diversas limitações do modelo citam-se as interações entre as tecnologias, a não inclusão dos custos indiretos e induzidos e a determinação do custo de uma tecnologia baseado em apenas uma das formas em que ela pode ser realizada. A seguir será discutido com mais detalhes estas limitações.

Para um planejamento global ou setorial da atenção à saúde, além dos custos de cada tecnologia, seria importante também conhecer os mecanismos de interação que tem implicações na demanda global de recursos. Alguns exemplos seriam:

- a) os recursos, ou parte deles, utilizados por uma tecnologia podem também ser utilizados em outras tecnologias. Como exemplo cita-se o uso de uma centrífuga que pode ser empregada em diversos exames de laboratório;
- b) o uso de uma tecnologia pode implicar no uso de outras. Considere, por exemplo, a dosagem das transaminases que implica a necessidade de uma coleta de sangue;
- c) e os efeitos decorrentes do emprego de tecnologias em conjunto podem ser diferentes do emprego destas tecnologias individualmente. Por exemplo, a realização de uma amniocentese torna-se mais segura quando se utiliza o ultra- som para se determinar a melhor posição para a punção.

Todos estes fatores resultam numa estrutura de custos que não corresponde ao somatório dos custos das tecnologias, quando consideradas individualmente.

Os custos induzidos estão ligados à interação entre as tecnologias e são um dos componentes mais difíceis de serem determinados. Isto porque os efeitos decorrentes do uso das tecnologias são, em muitos casos, intangíveis, dependendo não somente da tecnologia individual, mas também da sua interação com outras e das características da população onde ela está sendo empregada.

O sistema proposto considera para cada tecnologia uma única forma em que ela é realizada, não considerando outras formas alternativas. Como exemplo, existem diversas

técnicas para a dosagem de proteínas, mas apenas uma delas é considerada para efeito do cálculo de custos. Todavia não cremos que isto é uma limitação grave na maior parte dos casos, haja vista que a alteração de custos não deve ser muito grande de uma técnica para outra. A imprecisão gerada pela consideração de uma única técnica provavelmente será mascarada por aquela decorrente da consideração dos custos indiretos e induzidos, que deve ser de ordem mais alta.

Finalmente muitos dos valores utilizados para custos de materiais são provisórios. Faz-se necessária uma coleta de dados mais completa, bem como uma consulta a especialistas para tornar mais precisos os valores até então estimados.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro e às médicas Deise M.R.V. Chaim e Maria Irene Cunha pela coleta de dados.

### REFERÊNCIAS

- 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..
- FINEBERG, H.V., HIATT, H.H. (1979), "Evaluation of Medical Practices. The case for Technology Assessment", *New Engl. J. Med.*, Number 301, pages 1086- 1091.
- HORN, J.J. (1985), "Brazil: The Health Care Model of the Military Modernizers and Technocrats", *Int. J. Health Serv.*, Number 15, pages 47-68.
- PANERAI, R.B., MOHR, J.P. (1986), *Health Technology Assessment: Methodologies for Developing Countries*, Pan-American Health Organization, Washington D.C..
- 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.
- RODRIGUEZ, D.J., VANDALE, T.S., DURAN, A.J.L.G., LOPEZ, S.M., LOPEZ, C.M. (1985), "Availability and Utilization of new Medical Technology in Mexico: Results of a National Study", *Bull. Pan. Am. Health Organization*, Número 19, páginas 1-15.
- SHOWSTACK, J.A., SCHROEDER, S.A., MATSUMOTO, M.F. (1982), "Changes in the use of Medical Technologies, 1972-1977. A Study of 10 Inpatient Diagnoses", *New Eng. J. Med.*, Number 305, pages 706-712.
- VIACAVA, F., GADELHA, M.F., PEIXOTO, M.C.L., MORICONI, P., ADDOR, A., BRAGA, J.D. (1984), "Política em Materia de Salud, Producción y Mercado de Equipo

Médico", Seminario Internacional sobre Desarrollo Tecnológico em Salud, Brasília.

WARNER, K.E., LUCE, B.R. (1982), Cost-Benefit and Cost-Effectiveness Analysis in Health Care, Ann Arbor, Michigan: Health Administration Press.

WEINSTEIN, M.C., FINEBERG, H.V., ELSTEIN, A.S., FRAZIER, H.S., NEUHAUSER, D., NEUTRA, R.R., McNEIL, B.J. (1980), Clinical Decision Analysis, Philadelphia: W.B. Saunders.

### **COST MODEL OF HEALTH TECHNOLOGIES**

**ABSTRACT** – Rational planning in health care requires information about the costs of health technologies. A theoretical framework for the determination of these costs does not exist, partly because of their complex nature. A proposal is presented for the implementation of a cost assessment model in a microcomputer, using as an example the multiple technologies involved in the management of hypertension in pregnancy. The model allows the estimation of the direct costs resulting from the delivery of a given technology, broken down by its constituent parts. Sensibility analysis can also be easily performed to study the influence of parameters with uncertain values.