

## MODELO MATEMATICO DE ALOCAÇÃO DE RECURSOS EM SAUDE PERINATAL

Margareth C.Portela<sup>1</sup> e Ronney B.Panerai<sup>2</sup>

RESUMO -- O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um modelo de apoio à tomada de decisões na alocação de recursos humanos e tecnológicos em saúde perinatal, tendo em vista a redução da morbi- mortalidade nesse período de vida. O modelo reúne princípios de Avaliação de Tecnologia em Saúde e Pesquisa Operacional/Programação Linear para a proposição de alternativas otimizadas de alocação, que podem ser obtidas, a partir de simulações de condições diversas impostas pelo planejador de saúde, em microcomputador pessoal. São considerados 45 agrupamentos de tecnologias utilizados na assistência perinatal (Funções Tecnológicas) e estimativas de impacto desses agrupamentos sobre as causas de mortes perinatais mais importantes no Brasil, obtidas através da opinião de especialistas. A função objetivo relaciona tais estimativas, refletindo o impacto da distribuição de recursos para a saúde perinatal, sujeito a 137 restrições que expressam a limitação de recursos, padrão epidemiológico da região, características sócio- econômico-culturais da população e outras imposições políticas. Simulações realizadas apontam para a importância das relações "demanda de recursos/efetividade" das funções tecnológicas na definição de resultados e permitem prever os riscos da implantação de programas ambiciosos em saúde sem uma análise prévia de custos, benefícios e conseqüências, em detrimento de estratégias mais efetivas sobre a saúde da população.

PALAVRAS-CHAVES : Alocação de recursos, saúde perinatal, avaliação tecnológica

INTRODUÇÃO

A morbi-mortalidade perinatal destaca-se entre os principais problemas de saúde do Brasil, estando associada a mais de 20% do total de anos potenciais de vida perdidos no país, considerando a expectativa média de 65 anos (Panerai, 1984). Tendo em vista a elevada subestimação da natimortalidade no registro civil, cita-se, como exemplo ilustrativo, a mortalidade neonatal, que atinge a taxa de 35 mortes em 1000 nascidos vivos (n.v.), em contraste com a de outros países latino-americanos com taxas entre 13 e 20/1000 n.v., como Cuba, Costa Rica, Porto Rico, Chile, Uruguai e Argentina (Schwarcz et alli, 1984). Tal exemplo sugere a existência de soluções para o problema compatíveis com o nível de desenvolvimento vigente.

As principais causas de morbi-mortalidade perinatal - síndrome de angústia respiratória, prematuridade, baixo peso, hipoxia intra-uterina e infecções perinatais (Estatísticas de Mortalidade, 1987) - são fortemente influenciadas por aspectos biológicos relativos à reprodução humana e outros relacionados à deficiência na oferta de serviços de saúde, diferenciando-se das principais causas de morbi-mortalidade infantil tardia (1-12 meses) - diarreias, doenças imunopreveníveis, infecções respiratórias agudas, desnutrição - determinadas,

---

\* O período perinatal, ainda que por definição corresponda aquele que vai da idade gestacional que o feto atinge 1000 g (equivalente a 28 semanas de gestação) até o final do sétimo dia (168 horas) de vida, é visto neste trabalho de forma expandida, incorporando não somente o período neonatal precoce, mas também, o neonatal tardio (8-28 dias). Esta medida é justificável pelo elevado significado que as afecções perinatais e anomalias congênicas ainda assumem nesse último (CLAP, 1984).

---

1. M.Sc., Pesquisador Assistente, Projeto PARES, Escola Nacional de Saúde Pública  
Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro/RJ Brasil  
Telex 2130575 UFCO BR Telefone (021) 260-6161, Fax (021) 590-3545, Caixa Postal 926, CEP 20010
2. Ph.D., Professor Titular, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ.  
Rio de Janeiro/RJ Brasil / Caixa Postal 68510  
CEP 21945 Telefone (021) 230-5108

//Trabalho recebido em 14/06/89 e aceito em 23/04/91//

principalmente, por condições sócio-econômicas desfavoráveis (Becker e Lechtig, 1986). A deficiência na oferta de serviços, em nível quantitativo e qualitativo é, substancialmente, decorrente de uma demanda de recursos humanos e tecnológicos apropriados não respondida, de modo que se faz fundamental que a alocação de recursos escassos dê ênfase às necessidades básicas de saúde da maior parte da população, urbana e rural.

Espera-se, portanto, que dadas as condições regionais vigentes, a incorporação de tecnologias, apropriadas pela viabilidade técnica, impacto social e aceitabilidade cultural, e alocadas adequadamente, leve a uma diminuição na taxa de mortalidade, bem como, à redução da morbidade e melhoria a qualidade de vida da população (Vianna et alli, 1985; Parker et alli, 1977; Berman, 1985). Paralelamente, espera-se um impacto sobre a mortalidade materna que, estando em torno de 15 óbitos por 10.000 n.v., assume importância se comparada a de países como a Austrália, Escócia e Suécia, vinte vezes menor, ou a dos Estados Unidos, dez vezes menor (Siquiera et alli, 1984). Tecnologia é vista aqui como qualquer forma de conhecimento que pode ser aplicada à solução ou redução de problemas de saúde, implicando, assim, em um largo espectro de alternativas que inclui campanhas educacionais, nutrição, drogas, testes diagnósticos, procedimentos médicos, serviços de coordenação e suporte, cirurgias, equipamentos e aparelhos médicos (Panerai, 1984; Panerai e Attinger, 1984).

A FIGURA 1 esquematiza a estratégia proposta para solução do problema, tomando como referência, para a alocação apropriada de recursos, os níveis vigentes de oferta de serviços. Fica também enfatizado que a melhoria da qualidade de assistência à saúde e sua efetividade não depende somente dos recursos disponíveis e da estrutura dos serviços, sendo essencial que junto a esses aspectos sejam considerados outros como a motivação do pessoal, a humanização da atenção e a qualidade do processo de prestação de serviços dentro dos padrões aceitáveis.

### OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um modelo de apoio à tomada de decisões na alocação de recursos humanos e tecnológicos em saúde perinatal, tendo em vista a redução da morbimortalidade nesse período de vida.

### METODOLOGIA

A utilização de tecnologia é focalizada em termos de pacotes tecnológicos de objetivos bem definidos no que se refere à solução ou minimização dos principais problemas da área, e o sistema, implementado em computador pessoal, permite a determinação de variações sobre as populações-alvo dessas funções tecnológicas - APENDICE A (Capurro, 1984; OPS/AMRO, 1984; OPS/AMRO, 1985) - atualmente atendidas pelos recursos disponíveis. Cada função tecnológica corresponde a um conjunto de tecnologias individuais de diagnóstico, terapia, coordenação e suporte.

A metodologia baseia-se em Programação Linear (Phillips et alli, 1976; Bregalda et alli, 1988). A função objetivo reflete o impacto da distribuição de recursos em saúde, estando sujeita a inequações que expressam a limitação de recursos, padrão epidemiológico da região em estudo, características sócio-econômico-culturais da população e outras imposições políticas.

#### Estrutura do Problema

Idealmente a função objetivo deveria considerar as populações-alvo totais a serem cobertas pelas diferentes funções tecnológicas. No entanto, dado o desconhecimento sobre o nível atual de cobertura existente, formulou-se o problema em função das variações nas populações-alvo que levam à maximização da mortalidade evitável. A função objetivo proposta é do tipo:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^T C_i P_i \quad i=1, \dots, T \quad (1)$$

onde :

$i$  refere-se a cada função tecnológica,  $i=1,\dots,T$ ;

$T$  é o número de funções tecnológicas consideradas ;

$Z$  é o número de mortes evitáveis ;

$P_i$  é a variação da população-alvo vigente resultante para cada função  $i$  ; pode assumir valor positivo ou negativo;  $c$

$C_i$  é um coeficiente que indica o número de mortes evitáveis pela função  $i$ , dado o perfil de mortalidade, e considerando que toda a população de risco a ela relacionada recebe a assistência adequada, em condições médias de uso (Banta, 1982).  $C_i$  é dimensionado em termos de número de mortes evitáveis por unidade de população, sendo dado por :

$$C_i = \sum_{j=1}^M a_{ij} \cdot \mu_{ij} / \pi_i \quad \begin{array}{l} i=1, \dots, T \\ j=1, \dots, M \end{array} \quad (2)$$

$$i_{ij} = \frac{r_{ij} \cdot m_{ij} \cdot \pi_i}{PG} \quad (3)$$

Logo :

$$C_i = \frac{1}{PG} \sum_{j=1}^M a_{ij} \cdot r_{ij} \cdot m_j \quad \begin{array}{l} i=1, \dots, T \\ j=1, \dots, M \end{array} \quad (4)$$

onde :

$j$  refere-se a cada uma das principais causas-morte destacadas do perfil de mortalidade ;  $j=1,\dots,M$  ;

$M$  é o número de causas-morte destacadas do perfil de mortalidade ;

$a_{ij}$  é o coeficiente de impacto que relaciona a função tecnológica  $i$  com a causa-morte  $j$  ;

$\mu_{ij}$  é o número de mortes pela causa  $j$  na população de risco da função tecnológica  $i$  ;

$r_{ij}$  é um fator que indica o risco relativo (Committee to Study the Prevention of Low Birthweight, 1985) da população que necessita de cuidados da função tecnológica  $i$  morrer da causa  $j$  ;

$m_j$  é o número de mortes pela causa  $j$  ;

$\pi_i$  é a população-alvo ideal da função  $i$  (população de risco) ;  $e$

$PG$  é a população global de referência do problema em foco - no caso da área perinatal, a população de gestantes.

As restrições que limitam o aumento indiscriminado de  $P_i$  para todas às funções tecnológicas são distribuídas em três grandes grupos :

Variações Máximas das Populações-Alvo Atuais -- As restrições desse tipo são estruturadas com base na preocupação de garantir a assistência em termos das funções tecnológicas em níveis mínimos desejáveis, bem como, não alocar recursos em saúde para grupos da população que não os demandam. Desse modo, são desmembradas em inequações de dois tipos, onde são estipulados limites inferiores e superiores para tais variações.

A determinação de tais limites obedece critérios calcados no padrão epidemiológico da região e julgamento político. Os limites superiores, especialmente, podem ser estimados pela diferença entre populações de risco (incidência) das funções e respectivas populações-alvo atuais.

Salienta-se que a não disponibilidade de dados relativos às populações-alvo vigentes das funções imprime ao problema um caráter de arbitrariedade, que deve ser minimizado pela observação e bom-senso do analista.

A estrutura das restrições de variações-máximas é a seguinte :

$$P_i \geq W_i \quad (5)$$

$$P_i \leq V_i \quad (6)$$

$$i = 1, \dots, T$$

onde :

$W_i$  é o limite inferior da variação máxima da população-alvo atual para a função tecnológica  $i$  ; e

$V_i$  é o limite superior da variação máxima da população-alvo atual para a função tecnológica  $i$ .

$W_i$  e  $V_i$  podem assumir valores positivos ou negativos, desde que  $V_i \geq W_i$ .

**Restrições de Recursos** -- Os recursos (pessoal, instalações físicas, recursos financeiros) necessários para a implementação de uma tecnologia constituem-se em atributos que a caracterizam. Raciocinando-se em termos de funções tecnológicas, o problema torna-se mais complexo, visto que pode envolver diferentes níveis de atenção.

As restrições de recursos baseiam-se na idéia de que uma função tecnológica, em condições médias, requer unidades de recursos (pessoal-horas de dedicação ; instalações físicas-unidades ; recursos financeiros-unidades monetárias) médios que, por sua vez, são limitados.

As restrições de recursos são assim representadas :

$$\sum_{i=1}^T x_{gi} \cdot P_i \leq X_g \quad (7)$$

$$i=1, \dots, T ; g=1, \dots, G$$

onde :

$g$  é um índice relacionado a cada uma das categorias de recursos consideradas, sejam elas de pessoal, instalações físicas ou de recursos financeiros ;

$G$  é o número de restrições de recursos consideradas ;

$x_{gi}$  é a demanda média do recurso  $g$  requerida por uma pessoa sob cuidados da função tecnológica  $i$  ;

$X_g^{ei}$  é a diferença em recursos  $g$  disponíveis para a assistência perinatal, relativa à oferta vigente/atual ;

$X_g = 0$ , quando se considerar apenas a disponibilidade de recursos  $g$  já existentes ;

$X_g > 0$ , quando houver recursos adicionais da categoria  $g$  ;

$X_g < 0$ , quando se reduzir a disponibilidade de recursos do tipo  $g$ .

Para as restrições de pessoal e de instalações físicas, sugere-se :

$$x_{gi} = x_{gi}' \cdot x_{gi}'' \quad i=1, \dots, T ; g=1, \dots, G \quad (8)$$

onde :

$x_{gi}$  indica o número médio de unidades de recursos do tipo g demandada por uma pessoa assistida pela função tecnológica i, quando os utiliza. Nas restrições de pessoal é dimensionado em "número de horas/pessoa" e, nas de instalações físicas, em "número de instalações físicas por pessoa"; e

$x_{gi}$  é a fração da população-alvo da função tecnológica i que utiliza o recurso do tipo g.

O artifício proposto visa evitar limitações maiores do que as reais ao se considerar recursos análogos, ou seja, que se prestam a papéis semelhantes dentro de níveis de atenção diferentes e que, portanto, atendem segmentos diferentes de uma mesma população-alvo.

Restrições Referentes a Interrelações de Funções Tecnológicas -- Estas restrições caracterizam-se por estabelecer relações entre funções tecnológicas que se complementam, ou seja, a utilização de uma pode implicar na redução da necessidade da outra, ou interrelações entre funções que quando utilizadas supõem o uso de outras, pelo menos parcialmente.

Também encerram critérios de julgamento subjetivos estabelecidos pelo usuário do sistema de acordo com o seu sentimento em relação aos problemas da região considerada.

As restrições relacionadas a interrelações de funções tecnológicas, aqui apresentadas, são do tipo :

$$A \cdot P_a + B \cdot P_b + \dots + D \cdot P_d \begin{matrix} \leq \\ \geq \end{matrix} B_l \quad (9)$$

$$l=1, \dots, L$$

onde :

a,b,...,d são índices que indicam funções tecnológicas que se interrelacionam;

A,B,...,D são coeficientes que indicam frações das variações das populações-alvo vigentes das funções a,b,...,d; podem assumir valores positivos ou negativos ;

$P_a, P_b, \dots, P_d$  são as variações das populações-alvo das funções tecnológicas a,b,...,d a serem determinadas;

$B_l$  é o limite superior ou inferior do somatório das frações das variações das populações-alvo vigentes das funções a,b,...,d ; e

L é o número de condições de interdependência de funções.

Apresentada a estrutura do modelo de alocação de recursos em saúde proposto, serão abordados aspectos concernentes à sua implementação na área perinatal.

### Implementações do Modelo na Área Perinatal

O modelo de alocação de recursos em saúde proposto foi implementado com dados da área perinatal relativos ao Brasil e à Área de Planejamento AP3.1 do Município do Rio de Janeiro, que engloba Ramos, Penha e Ilha do Governador.

Para atender a estrutura da função objetiva apresentada, foi definido um perfil de mortalidade perinatal que inclui doze principais grupos de causas (Manual de Classificação de Doenças, Lesões e Causas de Óbito, 1980), conforme dados fornecidos pelo Ministério da Saúde (Estatística de Mortalidade, 1987). Tais grupos correspondem a 94,2% do número de mortes perinatais definidas e 79% do total de mortes perinatais, seja por anomalias congênitas, seja por afecções originadas no período perinatal, no Brasil e 92% do total de mortes perinatais na AP3.1 - TABELA 1.

Os fatores de risco relativo  $r_{ij}$  (Committee to Study the Prevention of Low Birthweight, 1985) foram estimados como a relação entre mortes perinatais pelas causas estabelecidas  $j$  em populações de risco das funções tecnológicas  $i$  e mortes pelas mesmas causas  $j$  fora dessas populações de risco, a partir de uma escala de quatro valores (1-2-5-10) (Portela, 1988).

Os coeficientes de impacto de funções tecnológicas (APENDICE A) sobre os dez grupos de causas de morte perinatal selecionados foram obtidos em uma aplicação anterior do Método Delphi que envolveu 46 especialistas de diferentes regiões do Brasil e da América Latina (Panerai et alii, 1989).

Para definição da população de gestantes, no caso do Brasil, considerou-se uma população de 130 milhões de habitantes e uma taxa de natalidade de 3,0% (Anuário Estatístico-1986, 1987), enquanto que para a AP3.1 trabalhou-se com uma população total de 816 mil habitantes e uma taxa de natalidade de 2,0% (Comissão Perinatal, 1987).

Também foram estabelecidas as populações-alvo ideais (populações de risco) correspondentes às funções tecnológicas, no sentido de se ter resultados indicadores da cobertura das mesmas sugerida pelo sistema de alocação de recursos (Rezende, 1982).

Partindo para a definição das restrições, obteve-se 90 inequações estabelecendo as variações máximas das populações-alvo atuais das funções tecnológicas (45 - limites inferiores; 45 - limites superiores), 36 restrições de recursos (15 - pessoal; 16 - instalações físicas; 5 - recursos financeiros) e 11 restrições referentes a interrelações de funções.

Os limites das restrições do primeiro tipo (5,6) foram estimados dentro de uma perspectiva conservadora, no sentido de evitar condições absurdas, tanto no que tange ao desconhecimento da cobertura vigente das populações de risco das funções tecnológicas, quanto à própria conduta política, que normalmente assim se processa. Basearam-se em grupos de risco relacionados às funções tecnológicas que constam da literatura (Rezende, 1982) e considerações acerca de aspectos tais como o elevado índice de cesarianas hoje realizadas no país sem um fundamento terapêutico, ou a inexistência de um sistema de transferência para parturiente, entre outros.

Os coeficientes das restrições de recursos (7,8) foram arbitrados, dentro da filosofia que os norteiam, a partir de dados da literatura (Rezende, 1982) que estipulam, por exemplo, o número médio de consultas médicas recomendáveis a gestantes submetidas aos cuidados das diversas funções tecnológicas, ou a partir de escalas (Portela, 1988), cujos valores discretos foram selecionados de acordo com um critério de aproximação com o que se julgou razoável. A condição base de implementação do modelo com dados do Brasil e da AP3.1 supõe a realocação de recursos, desse modo, os limites das restrições em foco são todos iguais a zero. Ainda assim foram levantados dados relativos à disponibilidade de recursos destinados à área perinatal a partir de estimativas sedimentadas em informações da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Anuário Estatístico-1986, 1987) e Instituto de Planejamento Econômico e Social (Vianna et alii, 1987), no caso do Brasil, e em relatórios do Programa Docente Assistencial de Ações Integradas de Saúde desenvolvido no Hospital Universitário/UFRJ no caso da AP3.1. Tais dados são interessantes como base do estabelecimento de sobras de recursos que podem ser reorientadas para outros setores de saúde e que são determinadas na solução apresentada pelo modelo.

Quanto às restrições referentes a interrelações de funções (equação 9) limitam, por exemplo, a faixa de variação da população assistida no parto seja em domicílio ou em instituições, ou ainda o percentual de variação da população-alvo de "Analgésia e Anestesia Obstétrica" em função da variação de partos assistidos em instituições (Portela, 1988).

Vale salientar, enfim, que as estimativas realizadas foram avaliadas com base em uma escala de cinco conceitos que classificam-nas de desde altamente confiáveis até completamente arbitrárias. Tais avaliações são importantes na medida em que indicam os dados mais críticos do sistema, conforme implementado, e sugerem a necessidade de aperfeiçoá-los.

Um algoritmo Simplex comum foi implementado em Fortran em um microcomputador PC/XT, consumindo cerca de 68K de memória para uma capacidade de 45 funções tecnológicas e 150 equações de restrições. O tempo de execução do programa é de 10 a 20 minutos para cada simulação.

## RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados resultados obtidos nas implementações-base (realocação de recursos existentes) relativas ao Brasil e Área de Planejamento 3.1 (AP3.1) do Município do Rio de Janeiro. Também serão mostrados estudos de sensibilidade e simulações de diferentes condições de disponibilidade de recursos e critérios de decisão sobre as implementações-base.

### Implementações-Base

O sistema de alocação de recursos determina as variações das populações-alvo atuais - que maximizam o número de mortes perinatais evitáveis - em números absolutos, relativos às populações de referência (população total, de gestantes e neonatos) das funções e às populações-alvo ideais (populações de risco). Também permite a definição da variação na utilização dos recursos e a solução do dual (Portela, 1988), entretanto aqui serão abordadas basicamente as variações sobre as populações-alvo.

Na realocação de recursos, as variações da população-alvo das funções somente são factíveis dentro de mecanismos de compensação onde funções de relações "demanda de recursos/efetividade" mais favoráveis tiram recursos de outras de relações menos favoráveis. Dessa maneira, às variações positivas de algumas funções correspondem variações negativas nas populações-alvo de outras que requerem os mesmos recursos, e funções relacionadas a recursos só demandados por elas ficam impedidas de terem suas populações-alvo aumentadas.

As duas implementações-base diferenciam-se basicamente pelos perfis de mortalidade, taxas de natalidade e limites inferiores e superiores das variações máximas das populações-alvo (equações 5 e 6) que consideram intervalos de variação menores no caso da AP3.1. Dessa forma, os resultados das implementações, que já se mostram fortemente influenciados por tais restrições no Brasil, na AP3.1 ainda são mais condicionados.

Algumas funções pré-natais são incrementadas de acordo com a variação máxima permitida, o que corresponde aos números de gestantes apresentados na TABELA 2.

Também sofrem variações positivas as populações-alvo de "Assistência ao Crescimento Intra-Uterino Retardado" (para o Brasil atinge o valor máximo estipulado) e, com menor significado, as populações-alvo de "Nutrição Materna" e "Apoio Psicológico na Gestação" (no caso do Brasil). As demais são decrementadas de valores equivalentes aos mínimos determinados pelas inequações 5 ou próximos a eles.

Confirma-se a afirmação de que funções de relação "demanda de recursos/efetividade" mais favoráveis são beneficiadas frente às outras. Entre as funções que têm as suas populações-alvo reduzidas de acordo com os seus respectivos limites inferiores de variação máxima (5) estão "Assistência a Transtornos Congênitos" e "Manipulação Fetal", relacionadas a custos elevados e recursos especializados. Por outro lado, as funções "Orientação Educacional na Gravidez", "Assistência à Ameaça de Parto Prematuro", "Prevenção e Tratamento de Infecções da Grávida" e "Assistência à Ruptura Prematura de Membranas" foram associadas a coeficientes de impacto individuais pequenos sobre a mortalidade perinatal dada a pressuposição, no processo de estimativas (Panerai et alii, 1989), de que compunham um pacote básico universal. A idéia de elevada difusão dessas funções - pacote básico (essenciais à assistência perinatal e, em conjunto, as de maior impacto) justificaria a tendência de redução das suas respectivas populações-alvo em prol de funções menos difundidas.

As variações nas populações-alvo das funções de assistência ao parto domiciliar, vaginal institucional e cesáreo são fortemente influenciadas pelas restrições do tipo (9) que estabelece o limite inferior de variação de partos assistidos. Dessa maneira, ao se impor que não haja redução no número de partos assistidos (a domicílio ou em instituições) e que não haja redução no número de partos vaginais institucionais (única função relacionada ao recurso "sala de parto") na realocação é garantida uma simetria entre as variações obtidas para "Assistência ao Parto Domiciliar" e "Parto Cesáreo". As três funções aqui referidas também entram na composição do pacote básico e têm impactos individuais pequenos, se comparados aos de outras funções, sobre a mortalidade atual; por outro lado, a assistência institucional acarreta custos e demanda de recursos especializados que também não as beneficiam (exceto o parto domiciliar) na competição por recursos com outras funções. No caso da AP3.1, uma região urbana, julgou-se impertinente a possibilidade de incremento do parto domiciliar, conforme descrita a função.

A função "Analgésia e Anestesia Obstétrica" varia de acordo com uma inequação do tipo (9) que determina a sua interrelação com a variação de partos institucionais. "Cuidados de Assepsia e Antissepsia", que também pertence ao pacote básico, é incrementada, o que pode ser justificado pela demanda de recursos de baixo custo e pouco especializados.

A "Assistência ao Parto Prematuro" e a "Assistência ao Sofrimento Fetal Agudo", entre as funções relacionadas ao parto e trabalho de parto, são aquelas que têm maior tendência a sofrerem incrementos, ainda que dependendo das condições do problema, que tangem às suas funções concorrentes. Em contrapartida, a "Manutenção da Homeostasia Materna" e "Tratamento de Urgências Maternas" têm as suas populações-alvo diminuídas.

Entre as funções neonatais, observa-se que a elevada efetividade do "Controle Homeostático e Equilíbrio Hidroeletrólítico do Recém-Nascido" garante a esta função, nas duas implementações-base, um aumento que atinge o limite máximo superior estabelecido. A função "Tratamento de Condições Respiratórias", de elevada efetividade, mas custos e demanda tecnológica maior do que a primeira, também tem a sua população-alvo incrementada menos significativamente.

A "Atenção Domiciliar ao Recém-Nascido" e "Primeiros Cuidados ao Recém-Nascido", funções que também compõem o pacote básico (Panerai et alli, 1989) e estão interrelacionadas por uma restrição do tipo (9), apresentam variações simétricas, onde a segunda tende a ser beneficiada por uma efetividade mais elevada.

A função "Acompanhamento do Recém-Nascido Após Alta Hospitalar" é incrementada na implementação relativa ao Brasil, mas tem sua oferta diminuída na AP3.1.

As outras funções neonatais sofrem reduções motivadas principalmente por uma demanda de recursos (pessoal especializado, tecnologias complexas, custos elevados) em nível elevado associada a efetividades menores do que as de funções (neonatais) que têm as suas populações-alvo aumentadas.

Vale chamar a atenção em relação ao elevado número de funções que assumem variações equivalentes aos limites inferiores e superiores (5,6) estabelecidos, refletindo uma "amarração" do sistema. Isso pode ser atribuído em parte ao fato desses limites sugerirem, conforme já foi dito, faixas de variações (principalmente negativas) pequenas. No entanto, não se constitui em fator crítico na medida em que pode ser controlado pelo analista/operador através de simulações.

Supondo um grande corte de recursos que obrigasse todas as funções variarem de acordo com os limites inferiores estipulados (equação 5) no Brasil e na AP3.1 se teria acréscimos de, respectivamente, 8952 e 25 mortes potenciais aos totais distribuídos por causas na TABELA 1. Por outro lado, em uma situação inversa, onde não houvessem restrições de recursos e as funções variassem nos níveis dos limites superiores (equação 6), poderiam ser evitadas até 33315 mortes no Brasil e 159 na AP3.1. Com as realocações de recursos condicionadas pelos critérios aqui considerados, obteve-se que seria possível evitar 6267 mortes no Brasil e 20 na AP3.1, correspondentes a, respectivamente, 13,1% e 9% do total de mortes perinatais nas causas selecionadas nas áreas em foco.

Em relação à variação de recursos (Portela, 1988), informação também obtida pelo sistema, salienta-se apenas a sua importância no sentido de reorientar sobras (variações negativas) para outros setores de saúde.

### Simulações

As simulações encerram o principal objetivo do modelo, visto que a tomada de decisões, aqui voltada para a alocação de recursos em saúde, deve considerar a avaliação de diversas alternativas com ênfase em diferentes aspectos ou objetivos. E através das simulações que o operador exerce controle sobre o modelo, gera alternativas e obtém elementos para julgamento de critérios de decisão adotados que eventualmente podem comprometer a efetividade do sistema de saúde.

Para ilustração desses estudos, facilmente realizáveis dada a flexibilidade do sistema proposto, optou-se por considerar alguns casos abaixo descritos.



Considerando os resultados da implementação-base relativa ao Brasil, impôs-se, em uma primeira simulação, aumentos nas populações-alvo das funções "Orientação Educacional na Gravidez", "Assistência à Ruptura Prematura de Membranas" e "Antecipação do Parto" de pelo menos 6%, 2% e 1% da população de grávidas, respectivamente, e em uma outra, o incremento das funções "Assistência à Ameaça de Parto Prematuro" e "Antecipação do Parto" de, respectivamente, 2% e 1% da população de gestantes.

Verificou-se que ao se incrementar funções pré-natais de menores coeficientes de impacto ou custos elevados, tiram-se recursos das funções anteriores à concepção e, principalmente, do "Controle de Diabetes" e "Assistência ao Crescimento Intra-Uterino Retardado", que na implementação-base atingiam níveis máximos. Beneficiada a função "Prevenção e Tratamento de Infecções da Grávida".

Também passam a ser decrementadas as funções "Cuidados de Assepsia e Antissepsia", "Assistência ao Parto Prematuro" e "Assistência ao Sofrimento Fetal Agudo". Entre as funções neonatais, passa a ser decrementada a função "Tratamento das Condições Respiratórias", cai, em relação a implementação-base, a oferta de "Controle Homeostático e Equilíbrio Hidroeletrólítico do RN" e cresce a oferta de "Acompanhamento do RN Após Alta Hospitalar".

Em relação ao valor da função objetivo - mortes perinatais evitáveis - observou-se que nos dois casos ele decaí. No primeiro, o percentual de 13,1% de mortes evitáveis obtido na implementação-base cai para 4,2% e, no segundo, para -2,3%, configurando uma alocação menos adequada do que a vigente.

Outras simulações realizadas sobre a implementação-base do Brasil focalizaram a expansão da assistência pré-natal ou neonatal, ou seja, o ganho de recursos em áreas determinadas, que devem ser alocados de forma otimizada.

O primeiro desses casos aqui mostrados supõe que à disponibilidade de recursos perinatais no Brasil somam-se outros relacionados principalmente à assistência pré-natal, ao mesmo tempo que se impõe que os limites das variações máximas das populações-alvo dessas funções sejam maiores do que os utilizados na implementação-base. Os limites inferiores configuram a obrigatoriedade de se incrementar a assistência perinatal com os novos recursos, e os limites superiores ampliam as faixas de variação admitidas.

Na simulação em foco, a adição de recursos permite que as funções "Controle do Consumo de Alcool/Cigarros/Drogas", "Prevenção de Tétano", "Controle de Diabetes" e "Assistência ao Crescimento Intra-Uterino Retardado" ainda atinjam os níveis máximos superiores de variação estipulados, agora maiores. Por outro lado, ainda se manterão nos níveis de variação mínimos (limites inferiores) as funções "Orientação Educacional na Gravidez", "Prevenção e Tratamento de Infecções da Grávida", "Assistência à Ruptura Prematura das Membranas", "Antecipação do Parto", "Assistência a Transtornos Congênitos" e "Manipulação Fetal". As funções "Controle da Hipertensão na Gravidez" e "Assistência à Doença Hemolítica Perinatal" decaem em relação à situação de referência, enquanto que "Coordenação de Níveis de Atenção para Referência de Pacientes" e "Assistência à Ameaça de Parto Prematuro" são beneficiadas.

As funções "Cuidados de Assepsia e Antissepsia" e "Assistência ao Sofrimento Fetal Agudo", relacionadas ao parto e trabalho de parto, têm as suas ofertas diminuídas, enquanto "Assistência ao Parto Prematuro" sofre incrementos.

A maioria das funções neonatais mantém-se estável em relação à situação de referência, alterando-se apenas o comportamento da função "Tratamento das Condições Respiratórias", que passa a ter variação negativa e "Acompanhamento do RN Após Alta Hospitalar", que ainda é mais favorecida do que na implementação-base.

O número de mortes perinatais evitáveis cresce em 7,8% relativamente à referência, o que perfaz um percentual de 20,9%.

Considerando o caso da expansão neonatal, supõe-se além da adição de recursos relacionados aos cuidados do recém-nascido, a adição de salas de parto e leitos, relacionados às funções de parto. Também são impostos novos limites inferiores às variações máximas das populações-alvo das funções neonatais, que condicionam o incremento das mesmas.

Verifica-se que para tal simulação ainda são beneficiadas funções pré-natais, ressaltando-se "Coordenação dos Níveis de Atenção para Referência de Pacientes", "Assistência à Ameaça de Parto Prematuro" e "Assistência à Ruptura Prematura das Membranas", funções que demandam recursos em níveis intermediários (entre as pré-natais) e que dadas as novas condições deixam de ser decrementáveis (implementação-base) para serem incrementáveis. Caem as ofertas de "Controle da Hipertensão na Gravidez" e "Prevenção do Tétano".

O "Parto Vaginal Institucional" é incrementado, enquanto há a redução de partos domiciliares e cesarianas. Também sofrem incrementos significativos em relação à situação de referência as funções "Sistema de Transferência para a Parturiente", "Cuidados de Assepsia e Antissepsia" e "Assistência ao Parto Prematuro". A "Assistência ao Sofrimento Fetal Agudo" tem a sua oferta diminuída em nível real.

Quanto às funções neonatais, maior ponto de interesse do caso em questão, são basicamente regidas pela limitação inferior de variação estipulada, exceto "Tratamento das Condições Respiratórias", "Controle Homeostático e Equilíbrio Hidroeletrólítico do RN" e "Acompanhamento do RN Após Alta Hospitalar".

O número de mortes perinatais evitáveis aumenta em 9,3% do total de mortes consideradas, tomando como referência a implementação-base.

Os diagramas da FIGURA 2 ilustram a sensibilidade das funções "Coordenação de Níveis de Atenção para Referência de Pacientes" e "Assistência ao Sofrimento Fetal Agudo" aos casos aqui considerados. A variação do número de mortes evitáveis está representada na FIGURA 3.

Em relação à implementação-base referente à Área de Planejamento 3.1 do Município do Rio de Janeiro, simulou-se a transferência da Maternidade-Escola da Universidade Federal do Rio de Janeiro, localizada fora da AP3.1, para o Hospital Universitário da mesma instituição, que se localiza na referida região. Tal simulação implicou na imposição de novas condições ao problema de alocação na AP3.1 que refletem a adição de recursos obstétricos e a possibilidade de ter outros limites inferiores e superiores para as variações das populações-alvo de algumas funções pré-natais, relativas ao parto, trabalho de parto e cuidados imediatos ao recém-nascido.

Dada a maior capacidade de atendimento obstétrico que a AP3.1 passa a ter, verifica-se o aumento da oferta de praticamente todas as funções relacionadas ao parto e trabalho de parto, além de "Primeiros Cuidados ao RN", função neonatal vinculada ao parto institucional. "O Parto Vaginal Institucional" passa a ser oferecido a mais 24% das gestantes da área, e a oferta de cesarianas é incrementada em 6% de grávidas. Também cresce substancialmente a oferta de "Cuidados de Assepsia e Antissepsia".

As funções anteriores à concepção têm as suas populações-alvo aumentadas. Entre as funções pré-natais, são incrementadas em relação à referência as funções "Nutrição Materna", "Coordenação dos Níveis de Atenção para Referência de Pacientes" e "Assistência a Transtornos Congênitos".

As funções neonatais "Tratamento das Condições Respiratórias" e "Controle Homeostático e Equilíbrio Hidroeletrólítico do RN" têm as suas populações-alvo diminuídas, considerada a implementação-base.

O percentual de mortes evitáveis passa a ser de 19,3% da mortalidade perinatal da região, contra 9% da situação de referência.

### Análise de Sensibilidade

Foram realizados estudos de sensibilidade do modelo à incerteza de parâmetros utilizados, tomando como base a realocação de recursos perinatais no Brasil.

Aos coeficientes de impacto das funções tecnológicas sobre as causas relacionadas à mortalidade perinatal e aos coeficientes das restrições de recursos foram impostas variações aleatórias de  $\pm 30\%$  em duas implementações diferentes (uma referente a cada grupo de parâmetros).

Observou-se em tais implementações que um grande número de funções não sofre alterações quanto às respectivas variações das populações-alvo sugeridas pela implementação-base, principalmente aquelas de efetividade muito elevada (tendem aos limites máximos superiores) ou aquelas de demanda de recursos de alto

custo e especializados (tendem aos limites máximos inferiores). Entretanto, verificou-se também que, de forma geral, as variações das populações-alvo das funções determinadas no problema de realocação de recursos são mais influenciadas por imprecisões nos coeficientes das restrições de recursos, ainda que o valor da função objetivo sofra interferência direta de imprecisões dos coeficientes de impacto.

O outro estudo realizado visou verificar a sensibilidade do modelo à variação na escala de riscos relativos  $r_{ij}$  (equação 4) de mortes pelas causas "j" nas populações de risco das funções tecnológicas "i". Partindo da escala-base (1/2,5/10), foram consideradas uma escala E1 (1/1,5/3/5) e outra E2(1/2,5/6,5/15).

Na análise em foco, basicamente apenas seis funções sofrem influências das mudanças de escala : "Apoio Psicológico na Gestaçao", "Coordenação de Níveis de Atenção para Referência de Pacientes", "Apoio Psicológico no Parto", "Cuidados de Assepsia e Antissepsia", "Assistência ao Sofrimento Fetal Agudo" e "Acompanhamento do RN Após Alta Hospitalar". A primeira e a terceira estão relacionadas pelas demandas de psicólogos (mecanismos de compensação da realocação de recursos) e só são alteradas pela escala 1.

Conclui-se então que a escala de estimativa de risco relativos  $r_{ij}$  não exerce interferência significativa no processo de realocação/alocação de recursos, tendo grande influência somente em relação ao valor da função objetiva - mortes perinatais evitáveis - justificada pelas equações (1) e (4).

## DISCUSSAO

O modelo aqui proposto visa fornecer um caráter científico ao processo de tomada de decisões em alocação de recursos na área de saúde a partir da combinação de princípios de "Avaliação de Tecnologia em Saúde" e "Pesquisa Operacional". Ainda que considerando tal objetivo, a metodologia desenvolvida incorpora aspectos subjetivos que não a invalidam, mas, pelo contrário, valorizam-na na medida que imprimem flexibilidade ao modelo e, principalmente, ainda será o analista (administrador, planejador ou outro profissional de saúde) o responsável por decidir a partir da interpretação e crítica dos resultados obtidos.

Quanto às implementações realizadas, tanto com dados do Brasil como da Area de Planejamento 3.1 do Município do Rio de Janeiro, salienta-se que apesar de cuidadas, no sentido de que reunissem os melhores dados disponíveis ou estimativas de dados não disponíveis, visam basicamente a exemplificação da potencialidade do modelo não pretendendo que os seus resultados configurem propostas definitivas de realocação/alocação de recursos para o Brasil ou AP3.1, respectivamente.

A estrutura do modelo, conforme definida, apresenta além da vantagem de não requerer os dados de cobertura atual das funções, um outro aspecto favorável, possibilitando a resolução em termos de realocação, corte de recursos ou alocação de recursos adicionais, sem que se conheça a disponibilidade de recursos atual. Como desvantagem, ela apresenta o fato de não levar em conta que o nível de disponibilidade de alguns recursos é possivelmente superior ao nível demandado pelas funções atualmente, dado os coeficientes estipulados que relacionam recursos a funções.

Um aspecto que deve ser abordado ao se discutir o trabalho aqui apresentado tange ao dimensionamento da função objetivo em termos de um indicador de saúde, pretendendo assim configurar, a partir da distribuição apropriada de recursos disponíveis, uma melhoria real no sistema de saúde. Tal procedimento responde à principal crítica feita aos trabalhos de alocação de recursos em saúde já realizados, que otimizam fatores concernentes à produção no setor saúde, que eventualmente podem representar uma redução de custos ou aumento do fluxo de pacientes, mas que não implicam na melhoria da saúde da população (Horvath, 1975).

Ainda no que diz respeito a críticas aos trabalhos de alocação de recursos em saúde que constam da literatura, a estruturação do uso de tecnologia na assistência perinatal sob o enfoque de funções tecnológicas é uma alternativa interessante na medida que tais funções estão relacionadas a objetivos bem definidos que atendem aos problemas de saúde existentes. O enfoque de pacotes tecnológicos também é adequado ao se considerar a inviabilidade de se construir um sistema que levasse em consideração as tecnologias perinatais individualmente (~ 350), tanto pelas dimensões que ele assumiria, quanto pela dificuldade de se proceder à estimativa de impacto de cada tecnologia.

Ainda que tratado como um problema linear, o sistema aqui proposto envolve algumas não linearidades, entre as quais devem ser consideradas a superposição na demanda de recursos das funções e a superposição de populações-alvo. Tentou-se minimizar a primeira ao se propor que coeficientes das restrições de pessoal e instalações físicas sejam definidos pela equação (8), reduzindo a limitação que a estrutura linear estabelece ao inviabilizar a oferta de uma função relacionada a um recurso já esgotado. Quanto à segunda, atinge fundamentalmente o valor da função objetivo e é minimizada ao se estruturar o sistema com foco nas variações das populações-alvo, já que funções amplamente difundidas em relação às quais a probabilidade de superposição com outras é muito elevada, tenderão a sofrer variações pequenas; por outro lado, o processo de estimativa dos coeficientes de impacto também considerou este aspecto intrinsecamente.

Finalizando esta seção, enfatiza-se o aspecto de originalidade do trabalho sob o ponto de vista da incorporação de fatores não levados em conta anteriormente na alocação de recursos em saúde e da própria estruturação da assistência perinatal. Salienta-se como referência importante da literatura o trabalho desenvolvido por Barnum et alli, 1980.

### CONCLUSAO

O sistema para o apoio à alocação de recursos é viável em microcomputador pessoal, desde que considerados limites relativos ao dimensionamento do problema.

Implementações do sistema sob diversas condições, levam a algumas considerações :

- a) A alocação de recursos é basicamente determinada pelas relações "demanda de recursos/efetividade" das funções tecnológicas e pelos limites de variação das populações-alvo atuais estipulados (equações 5 e 6).
- b) Na relação "demanda de recursos/efetividade", o numerador exerce papel preponderante em circunstâncias de escassez de recursos, ao passo que o denominador ganha importância quando há elevada disponibilidade. Funções que apresentam níveis de demanda de recursos e impactos intermediários são as que se comportam de forma mais variável em diferentes condições do problema.
- c) Imprecisões nos coeficientes das restrições de recursos influenciam as variações das populações-alvo de funções obtidas, enquanto que imprecisões nos coeficientes de impacto interferem diretamente sobre o valor ótimo da função objetiva.
- d) A implantação de programas de saúde ambiciosos, que competem pelos mesmos recursos (escassos) demandados por outros fins da assistência à saúde, pode representar prejuízos para o sistema de saúde, quantificáveis em termos de seus indicadores (ex:mortalidade), quando não realizada a partir de uma avaliação detalhada de custos, benefícios e conseqüências.
- e) A competição entre funções perinatais por recursos beneficia de forma geral a assistência pré-natal que representa, em média, custos e demanda tecnológica em níveis baixos e de pouca complexidade, além de visarem a garantia de gestação a termo ou, pelo menos, em condições propícias para o desenvolvimento do feto.

TABELA 1 - PRINCIPAIS CAUSAS DE MORTALIDADE PERINATAL

CID	CAUSAS DE MORTE	No. MORTES mj	
		BRASIL *	AP3.1 **
769+ 770	Síndrome Angústia Respiratória e outras Afecções Resp. feto e RN	18.814	95
765	Transt.Relacionados a Gestação de Curta Duração e BPN	8.289	38
768	Hipoxia Intra-Uterina e Asfixia ao Nascer	5.484	17
771	Infecções Perinatais	4.539	27
745+ 746	Anomalias do Bulbo Cardíaco, Fechamento do Septo Cardíaco, outras Anomalias Congênitas do Coração	3.332	16
760+ 761+ 775	Afecções Maternas, Complicações Maternas na Gravidez e Diabetes	1.569	4
740+ 741+ 742	Anencefalia e Similares, Espinha Bífida e outras anomalias congênitas do Sistema Nervoso	1.624	8
762	Complicações na Placenta, Cordão e Membrana	1.230	8
763+ 767	Outras Complicações do Trabalho de Parto ou Parto e Traumatismo Ocorrido Durante o Nascimento	963	3
773+ 774	Doença Hemolítica Perinatal e Outras Ictéricas	826	3
750+ 751	Anomalias Cong.Super.Tubo Digest. outras Anom.Cong. Tubo Digestivo	731	3
771.3	Tetano Neonatal	489	1

## FONTES :

\* Estatísticas de Mortalidade - Brasil/1983

Centro de Documentação do Ministério de Saúde - Brasília/1987

\*\* Estatísticas baseadas na superposição de dados fornecidos por:

- Dep. de Análise de Dados Institucionais e Fatos Vitais - DGE-SES-RJ

Projeto "Determinantes da Mortalidade Infantil na Região Metropolitana do Rio de Janeiro" - ENSP-FIOCRUZ

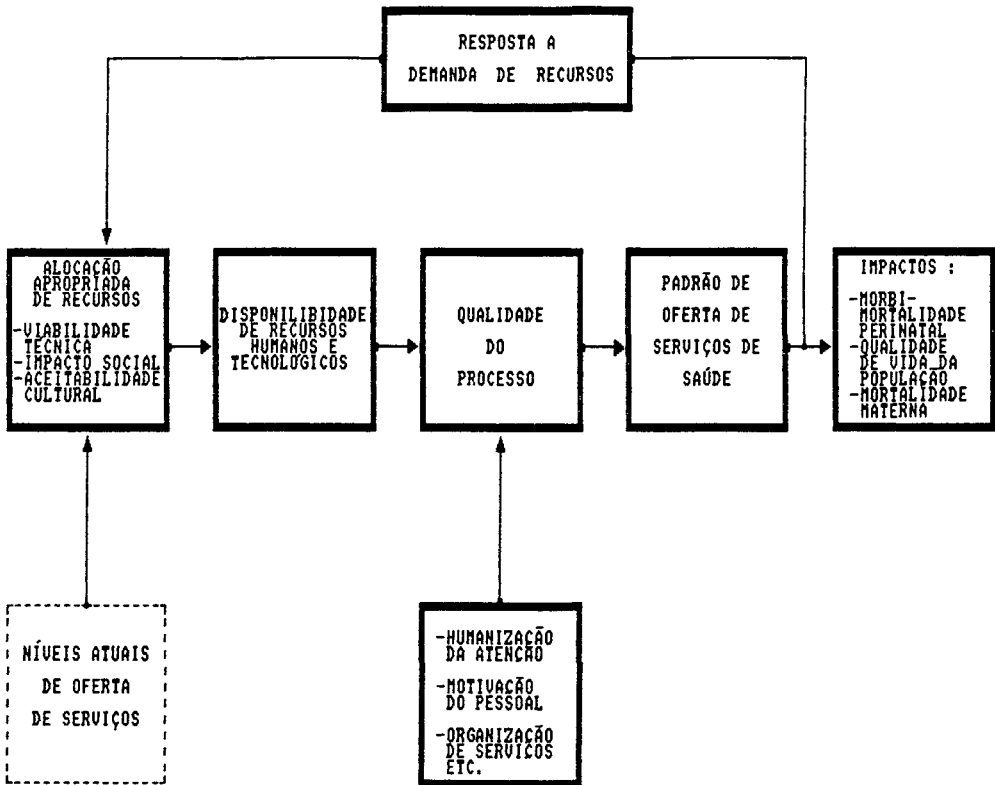
- DADOS/Publicação do Projeto RADIS, ano IV, vol.9

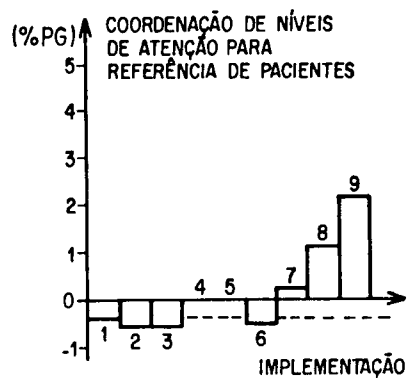
ENSP-FIOCRUZ (Radis-Reuniao, Análise e Difusão de Informação sobre Saúde, 1986)

TABELA 2 - FUNCOES PRE-NATAIS INCREMENTADAS DE  
ACORDO COM A VARIACAO MAXIMA PERMITIDA :  
IMPLEMENTACOES-BASE BRASIL E AP3.1

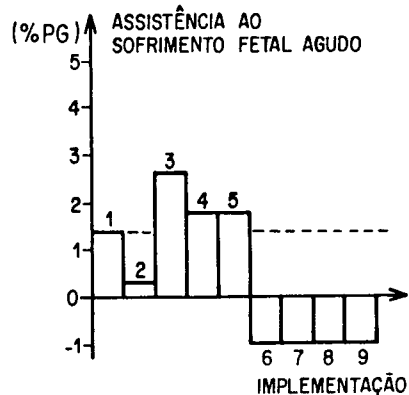
FUNCOES	BRASIL (gestantes)	AP3.1 (gestantes)
Prevencao de Tetano	195.000	653
Controle Hipertensao Gravidez	156.000	326
Controle Consumo Alc./Cig./Drogas	117.000	490
Controle do Diabetes	19.500	65
Assist.Doenca Hemolitica Perinatal	9.750	41
Trat.Incompetencia Istmo-Cervical	3.900	16

FIGURA 1 - ESQUEMA DE SOLUÇÃO DO PROBLEMA





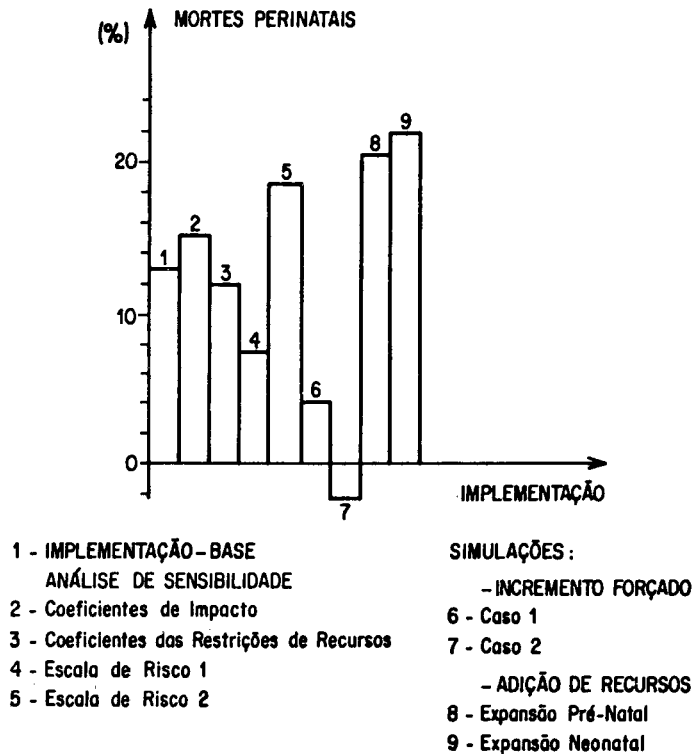
- 1 - IMPLEMENTAÇÃO - BASE  
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE
- 2 - Coeficientes de Impacto
- 3 - Coeficientes das Restrições de Recursos
- 4 - Escala de Risco 1
- 5 - Escala de Risco 2



- SIMULAÇÕES:
- INCREMENTO FORÇADO
- 6 - Caso 1
- 7 - Caso 2
- ADIÇÃO DE RECURSOS
- 8 - Expansão Pré-Natal
- 9 - Expansão Neonatal

Figura 2 - Comportamento de funções tecnológicas nas análises de sensibilidade e simulações - Brasil.





**Figura 3 - Comportamento da função objetiva (mortes perinatais evitáveis) nas análises de sensibilidade e simulações - Brasil.**

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANUARIO ESTATISTICO - 1986 (1987), Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- BANTA, H.D. (1982), Resources for health :technology assessment for policy making. USA, Praeger Publishers.
- BARNUM, H.W., BARLOW, R., FAJARDO, L. and PRADILLA, A. (1980), A resource allocation model for child survival. Boston, Oelgeschlager, Gun and Hain.
- BECKER, R.A. e LECHTIG, A. (1986), Brasil: evolução da mortalidade infantil no período 1977-1984. Brasília, Centro de Documentação do Ministério da Saúde, volume 3. (Estudos e Projetos, série C).
- BERMAN, S. (1985), Pediatric decision-making. Philadelphia, B.C.Decker Inc.
- BREGALDA, P.F., OLIVEIRA, A.F. e BORNSTEIN, C.F. (1988), Introdução à programação linear. 3ª edição. Rio de Janeiro, Ed.Campus.
- CAPURRO, H. (1984), "Tecnologias apropiadas en perinatologia : 40 trabajos seleccionados del Centro Latino Americano de Perinatologia y Desarrollo Humano". Publicación Científica del CLAP, nº 1016, OPS/OMS.
- CLAP (1984), Montevideo, "Mortalidad Perinatal", Buletín del Centro Latinoamericano de Perinatologia e Desarrollo Humano, OPS/OMS, Volume 1, número 3, p.17.
- COMISSAO PERINATAL. (1987), Proposta do plano de regionalização e hierarquização da atenção pré-natal e perinatal para o município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, CIMS.
- COMMITTEE TO STUDY THE PREVENTION OF LOW BIRTHWEIGHT. (1985), Preventing low birthweight. Washington D.C., Division of Health Promotion and Disease Prevention, Institute of Medicine, National Academy Press.
- DUNCAN, I.B. and NOBLE, B.M. (1979), "The allocation of specialties to hospitals in a health district". Journal of the Operational Research Society, volume 30, p.953-964.
- ESTATISTICAS DE MORTALIDADE - Brasil/1984. (1987), Brasília, Centro de Documentação do Ministério da Saúde.
- HORVATH, W.J. (1975), "Obstacles to the applications of Operations Research techniques in the health field". In SCHUMAN, L.J. et alli, Operations Research in health care: a critical analysis. USA, The Johns Hopkins University Press, p.66-76.
- MANUAL DE CLASSIFICAÇÃO INTERNACIONAL DE DOENÇAS, LESOES E CAUSAS DE OBITO. Revisão/1975, São Paulo, Organização Mundial de Saúde, 1980.
- OPS/AMRO. (1984), "Appropriate technology for perinatal care". Proc. Conference, Washington D.C.: Pan American Health Organization.
- OPS/AMRO. (1985) "Appropriate technology for labor and delivery". Proc.Conference, Washington D.C.: Pan American Health Organization.
- PANERAI, R.B. (1984), Optimal use of technology in health care. Charlottesville - Virginia, Division of Biomedical Engineering, University of Virginia. (Report to W.K.Kellogg Foundation).
- PANERAI, R.B. and ATTINGER, E.Q. (1984), "A model of technology assessment and resource allocation for perinatal care in developing countries". Proc. PAHO Conference on Appropriate Technology for Perinatal Care, Washington D.C.

- PANERAI, R.B. et alli. (1989), "Estimativas de Efetividade de Tecnologias Perinatais". Cadernos de Saúde Coletiva (UFRJ), nº 2, pp.1-52, 1988.
- PARKER, A., NEWELL, K.W., TORFS, M. and ISRAEL, E. (1977), "Appropriate tools for health care : developing a technology for primary health care and rural development", WHO Cronicle, volume 31, p.131-139.
- PHILLIPS, D.T., RAVIDRAN, A., SOLBERG, J. (1976), Operations research: principles and practice. USA, John Wiley and Sons.
- PORTELA, M.C. (1988), Modelo matemático de alocação de recursos em saúde perinatal. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ. (Dissertação de Mestrado).
- REZENDE, J. (ed.)(1982), Obstetrícia. Rio de Janeiro, Ed.Guanabara Koogan S.A.
- SCHWARCZ, R., FESCINA, R.H., DIAZ, A.G., DIAZ ROSSELLO, J.L. y ROBINSON, F.M. (1984) "Principales causas perinatales de la mortalidad feto-neonatal y de las secuelas invalidantes en el niño en los países latino-americanos; algunas estrategias y acciones para contribuir a su abatimiento". Montevideo, CLAP-OPS/OMS. Publicación Científica CLAP, 1029.
- SIQUEIRA, A.A.F., TANAKA, A.C.A., SANTANA, R.M. e ALMEIDA, P.A.M. (1984), "Mortalidade materna no Brasil, 1980". Revista de Saúde Pública, São Paulo, volume 18, p.448-465.
- VIANNA, S.M., PIOLA, S.F. e PINTO, V.G. (1985), A política de saúde na Nova República: subsídios para sua formulação. Brasília, CNRH.
- VIANNA, S.M., PIOLA, S.F., BAPTISTA, L.P.M., MCGREEVEY, W.P. (1987), Recessão e gasto social: a conta social consolidada 1980-1986. Brasília, Instituto de Planejamento Econômico e Social - IPEA.

## APENDICE A

## FUNÇÕES TECNOLÓGICAS PERINATAIS

## A. Anteriores a concepção

1. Planejamento Familiar
2. Prevenção de infecções

## B. Prenatais

3. Nutrição materna
4. Orientação educacional durante a gravidez
5. Apoio psicológico durante a gestação
6. Controle do consumo de álcool, cigarro e/ou drogas
7. Coordenação entre os níveis de atenção existentes para referência de pacientes
8. Prevenção de tétano
9. Assistência a ameaça de parto prematuro
10. Controle da hipertensão durante a gravidez
11. Controle do diabetes
12. Prevenção e tratamento de infecções da grávida
13. Assistência a ruptura prematura das membranas
14. Tratamento da incompetência istmo-cervical
15. Antecipação do parto
16. Assistência ao crescimento intra-uterino retardado
17. Assistência a doença hemolítica perinatal
18. Assistência a transtornos congênicos
19. Manipulação fetal
20. Tratamento de outros transtornos maternos : cardiopatias, nefropatias e pneumopatias ...

## C. No trabalho de parto e parto

21. Assistência ao parto domiciliar inevitável
22. Parto vaginal institucional
23. Sistema de transferência para a parturiente
24. Apoio psicológico durante a gravidez
25. Analgesia e anestesia obstétrica
26. Cuidados de assepsia e antisepsia
27. Assistência ao parto prematuro
28. Parto cesáreo
29. Manutenção da homeostasia materna
30. Assistência ao sofrimento fetal agudo
31. Tratamento de outras urgências maternas (choque e hemorragia)

## D. Neonatais

32. Atenção domiciliar ao recém-nascido
33. Primeiros cuidados ao recém-nascido
34. Controle de temperatura do recém-nascido
35. Técnicas adequadas de alimentação
36. Reanimação do recém-nascido
37. Tratamento das condições respiratórias
38. Sistema de transferência para recém-nascido de risco
39. Prevenção e tratamento das infecções neonatais
40. Tratamento das bilirrubinemias
41. Controle homeostático e equilíbrio hidro-eletrolítico
42. Tratamento das anomalias congênicas
43. Controle de convulsões
44. Tratamento das complicações do aparelho circulatório do recém-nascido
45. Acompanhamento do recém-nascido após alta hospitalar

**Mathematical Model of Resource Allocation in Perinatal Health Care****Margareth C. Portela and Ronney B. Panerai****Fundação Oswaldo Cruz  
Caixa Postal 926 Cep20010 Rio de Janeiro-RJ, BRAZIL**

**ABSTRACT** -- This paper describes a decision support system for the allocation of human and technological resources in perinatal health care aimed at a reduction of the morbidity and mortality of the reproductive process. The model is based in methods of technology assessment in health care and operations research (linear programming), implemented on a personal computer which allow health planners and decision makers to perform simulations representing different scenarios and conditions of use. Expert opinion was used to obtain estimates of effectiveness of 45 technological functions which correspond to packages of technologies organized by the most frequent indications of use in perinatal care. The corresponding objective function reflects the impact of the technological functions in the prevention of perinatal mortality. The demand for resources required by the technological functions is reflected by 137 constraint equations which also incorporate interactions among technological functions, socio-cultural characteristics of the population, and political constraints. Simulations performed with the model indicate that allocation criteria is sensitive to the ratio "resource demand/effectiveness" of the technological functions and allow the identification of the potential damage of isolated health programs which do not take into account the interdependence and limitations of health care resources available in a given region.

**KEYWORDS** : Resource allocation, perinatal health, technology assessment