

Marinho, Alexandre; Cardoso, Simone de Souza; de Almeida, Vivian Vicente

Working Paper

Uma política de investimentos defensiva para o resultado operacional de hospitais públicos na presença de filas e de desigualdades de acesso a hospitais privados

Texto para Discussão, No. 1418

Provided in Cooperation with:

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Marinho, Alexandre; Cardoso, Simone de Souza; de Almeida, Vivian Vicente (2009) : Uma política de investimentos defensiva para o resultado operacional de hospitais públicos na presença de filas e de desigualdades de acesso a hospitais privados, Texto para Discussão, No. 1418, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/91176>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 1418

UMA POLÍTICA DE INVESTIMENTOS DEFENSIVA PARA O RESULTADO OPERACIONAL DE HOSPITAIS PÚBLICOS NA PRESENÇA DE FILAS E DE DESIGUALDADES DE ACESSO A HOSPITAIS PRIVADOS

**Alexandre Marinho
Simone de Souza Cardoso
Vivian Vicente de Almeida**

TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 1418

UMA POLÍTICA DE INVESTIMENTOS DEFENSIVA PARA O RESULTADO OPERACIONAL DE HOSPITAIS PÚBLICOS NA PRESENÇA DE FILAS E DE DESIGUALDADES DE ACESSO A HOSPITAIS PRIVADOS

Alexandre Marinho*
Simone de Souza Cardoso**
Vivian Vicente de Almeida**

Produzido no programa de trabalho de 2009

Rio de Janeiro, agosto de 2009

* Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos Sociais - Disoc/Ipea e professor adjunto da Faculdade de Ciências Econômicas da Uerj.

** Assistente de Pesquisa do Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional - PNPD na Disoc/Ipea.

Governo Federal

Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República

Ministro Daniel Barcelos Vargas (interino)



Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Marcio Pochmann

Diretor de Administração e Finanças

Fernando Ferreira

Diretor de Estudos Macroeconômicos

João Sicsú

Diretor de Estudos Sociais

Jorge Abrahão de Castro

Diretora de Estudos Regionais e Urbanos

Liana Maria da Frota Carleial

Diretor de Estudos Setoriais

Márcio Wohlers de Almeida

Diretor de Cooperação e Desenvolvimento

Mário Lisboa Theodoro

Chefe de Gabinete

Persio Marco Antonio Davison

Assessor-Chefe da Comunicação Institucional

Daniel Castro

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

ISSN 1415-4765

JEL: I18; H51; H54; L33

TEXTO PARA DISCUSSÃO

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	7
2 O SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE: VISÃO GERAL	11
3 METODOLOGIA	13
4 OS MODELOS DE ANÁLISE (INTRODUÇÃO)	15
5 O MODELO DE REPARTIÇÃO DE MERCADO	16
6 O MODELO COM FILAS DE ESPERA	23
7 UM MODELO HÍBRIDO: REPARTIÇÃO DE MERCADO NA PRESENÇA DE FILAS DE ESPERA	30
8 A COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS NOS TRÊS MODELOS	33
9 APLICAÇÕES DOS MODELOS AO SUS	35
10 COMENTÁRIOS FINAIS	38
REFERÊNCIAS	39
APÊNDICE A	41
APÊNDICE B	42
APÊNDICE C	44
APÊNDICE D	45
APÊNDICE E	46

SINOPSE

Este trabalho desenvolve um arcabouço analítico para orientar os investimentos em capacidade de atendimento hospitalar em um sistema de saúde complexo. O eixo principal da análise é o superávit financeiro-operacional dos hospitais públicos. O trabalho é inspirado pelo Sistema Único de Saúde (SUS), mas poderia ser útil em outros contextos, em que hospitais públicos e privados compartilhem o atendimento hospitalar. O trabalho apresenta como destaques: a adoção de uma parcela fixa de atendimento para os hospitais públicos; a admissão de uma demanda aleatória; a caracterização da presença de filas para atendimento; e a instituição de punições para a ocorrência de excesso de demanda nos hospitais públicos.

ABSTRACT

This work develops a framework able to guide investment in hospital capacities within the realm of a complex health system. The study is performed from the standpoint of the economic surplus of public hospitals. Although the paper is inspired by the Brazilian National Health System, it can be useful to many others situations where public and private hospital share the market. The adoption of a public market share, the presence of a stochastic demand, the addressing of waiting times, and the institution of punishment for insufficient supply are interesting features of the paper.

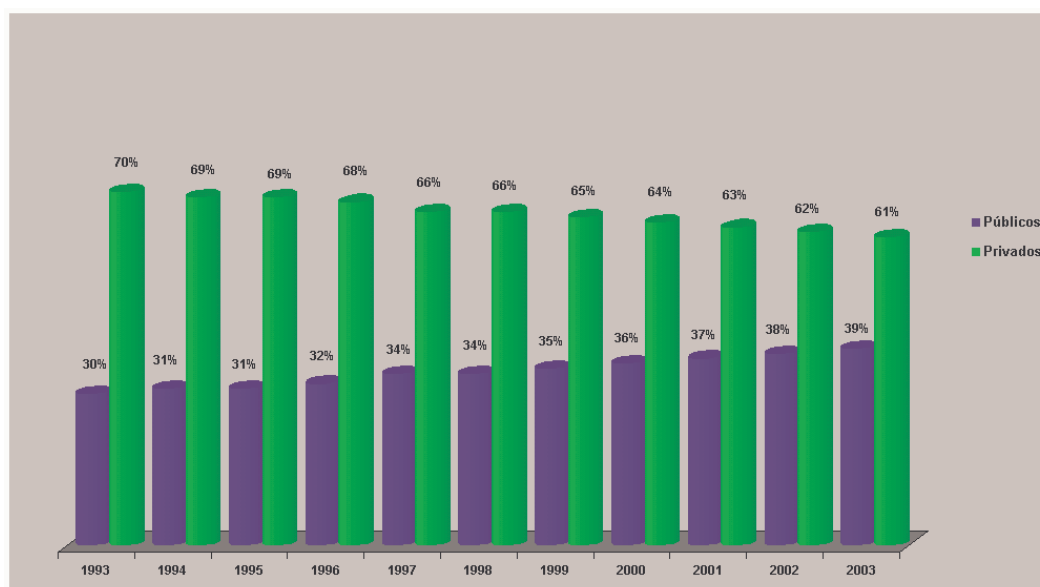
1 INTRODUÇÃO

Este trabalho investiga situações em que a trajetória dos investimentos em capacidade de atendimento hospitalar para internações no Sistema Único de Saúde (SUS) pode ser melhorada, de um ponto de vista relacionado ao superávit financeiro dos hospitais e à garantia de manutenção das condições preestabelecidas de acesso aos serviços prestados por essas instituições. Nosso esforço contempla uma situação, como ocorre no SUS, em que hospitais públicos e privados interagem na prestação de serviços.

A primeira motivação para este texto é a constatação de que a presença do setor privado na rede hospitalar do SUS tem declinado ao longo dos anos. Esta tendência, examinada mais cuidadosamente em Marinho (2004a), é particularmente visível a partir de 1993, conforme pode ser verificado nos gráficos 1 a 5.¹

GRÁFICO 1

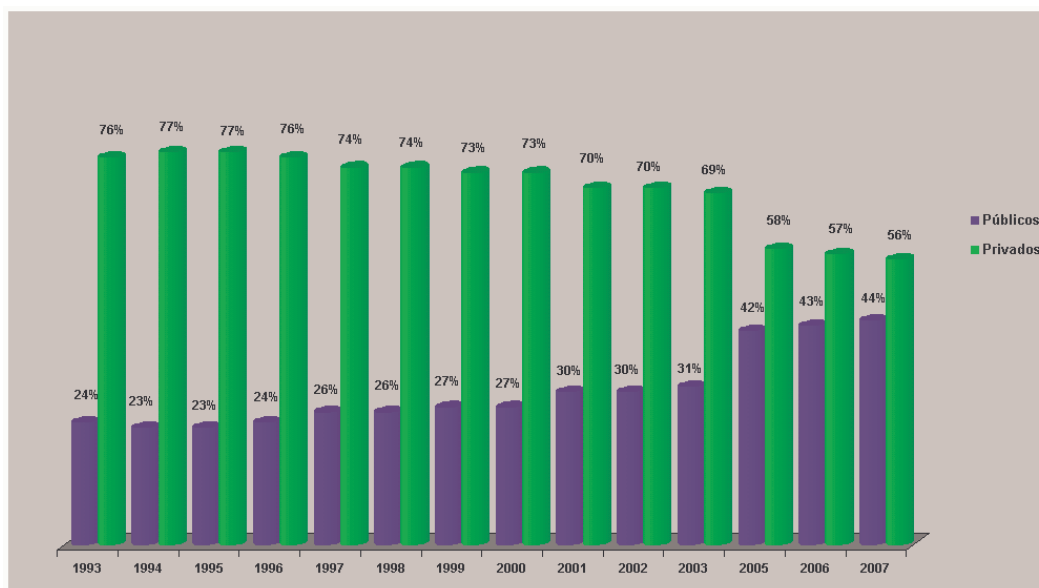
Percentual da participação dos hospitais públicos e privados no SUS – 1993-2003



Fonte: Elaboração dos autores com dados do Datasus.

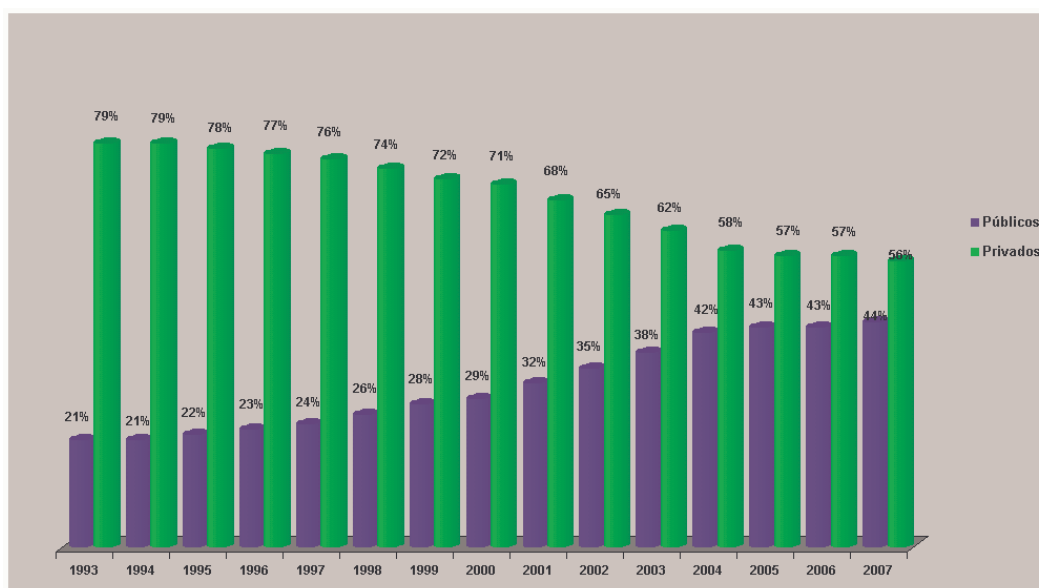
1. Alguns indicadores não estão disponíveis para o ano de 2004. As tabelas com os valores que geraram os referidos gráficos constam do apêndice A.

GRÁFICO 2

Percentual da participação dos leitos públicos e privados no SUS – 1993-2007

Fonte: Elaboração dos autores com dados do Datasus.

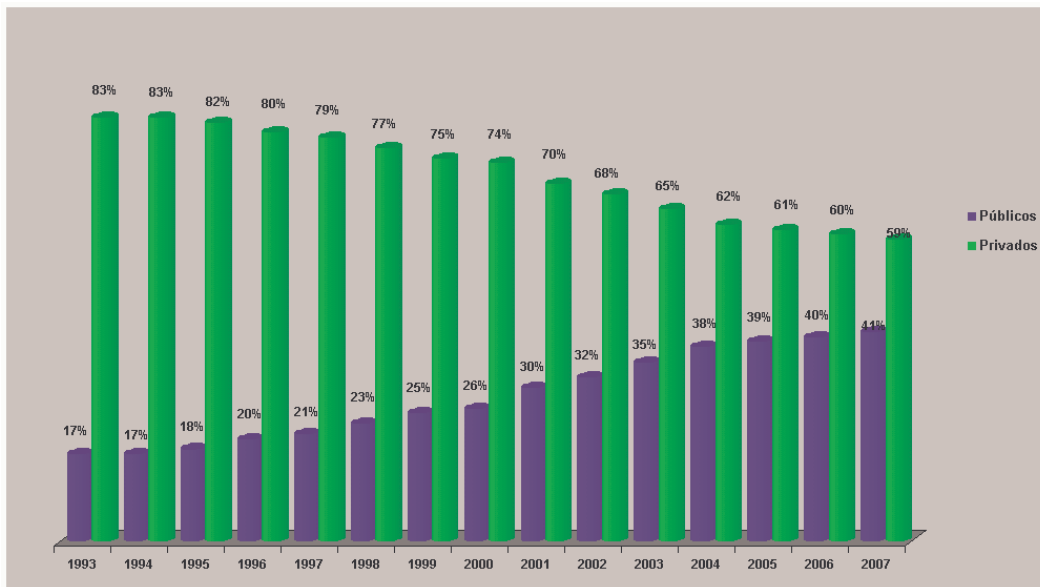
GRÁFICO 3

Percentual dos dias de permanência em hospitais públicos e privados no SUS – 1993-2007

Fonte: Elaboração dos autores com dados do Datasus.

GRÁFICO 4

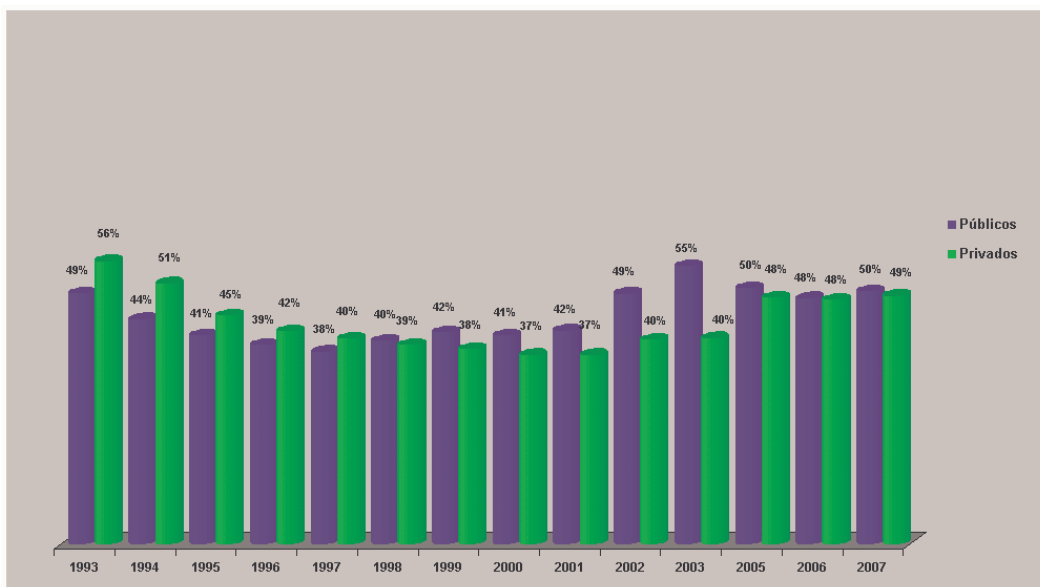
Percentual do valor total recebido pelas internações em hospitais públicos e privados no SUS – 1993-2007



Fonte: Elaboração dos autores com dados do Datasus.

GRÁFICO 5

Taxa de ocupação em hospitais públicos e privados no SUS – 1993-2007



Fonte: Elaboração dos autores com dados do Datasus.

Esse fenômeno de redução da participação dos hospitais privados no SUS (cuja explicação transcende os objetivos do presente trabalho) afeta as complexas relações entre o setor público e o privado no sistema de saúde brasileiro. Assim, impacta, de modo ainda não totalmente esclarecido, as condições gerais de atendimento à população, bem como a situação financeira e econômica dos nossos hospitais públicos e mesmo do SUS como um todo. Os gastos com internações em 2007 custaram R\$ 7.617.769.441,99 aos cofres do SUS. A progressiva redução da

participação da rede privada no SUS, conforme vimos, tem como contrapartida natural a expansão da capacidade pública instalada. Particularmente, tal fenômeno afeta a situação econômica e financeira dos hospitais públicos brasileiros, em uma extensão difícil de avaliar. No presente trabalho, desenvolvemos, em caráter ainda exploratório – e, julgamos, inovador –, um arcabouço analítico que contribui para avaliar as consequências do referido fenômeno sobre a situação financeira dos hospitais públicos do SUS.

Nosso interesse pelo tema decorreu de uma segunda fonte, isto é, a análise da literatura setorial. Argumenta-se com frequência que os hospitais privados poderiam ser os recipientes de qualquer investimento adicional, mesmo público, quando os hospitais públicos são incapazes de atender a demanda em um sistema nacional de saúde com a presteza e a qualidade socialmente desejadas. Esta discussão está apresentada, por exemplo, em Iversen, (1986 e 1997), Cullis, Jones e Propper (2000), Sloan (2000) e Calvo (2002). A argumentação mais usual é que os hospitais privados poderiam ser mais eficientes do que os hospitais públicos. No presente trabalho, demonstramos que a opção pelo setor privado, sem maiores cuidados e investigações, pode levar a uma piora da situação econômica dos hospitais públicos. Reconhecemos, entretanto, que, isoladamente, pode ocorrer que nem os hospitais públicos e nem os privados sejam capazes de resolver o problema de excesso de demanda. Assim, baseados na literatura, por exemplo, em Ferrier e Valdmanis (1996), acreditamos que os hospitais de um sistema público de saúde são mais bem administrados como um sistema. Alguns aspectos da coexistência de hospitais públicos e privados no SUS estão retratados em Marinho (2004a).

Para tentar melhorar a nossa compreensão sobre alguns aspectos relacionados com as complexas interações entre hospitais públicos e privados no SUS, utilizamos um arcabouço de estática comparativa, inicialmente desenvolvido em Marinho (2003), para avaliar os efeitos dos investimentos em capacidade nos hospitais públicos e privados sobre o superávit operacional de um hospital público. Esse arcabouço permite que esse hospital público e um hospital privado dividam o mercado de serviços hospitalares, e que ambos os hospitais possam receber recursos públicos para investimentos em capacidade. Capacidade, neste contexto, significa, de acordo com Färe (1984), a quantidade máxima de serviços hospitalares que os hospitais podem produzir por unidade de tempo, com as plantas operacionais e equipamentos existentes, considerando-se que a disponibilidade de fatores variáveis de produção seja irrestrita. Desse modo, o estoque de capital, que representaremos pela quantidade de leitos, é o único fator de produção limitador da capacidade dos hospitais.

Assumimos que os hospitais públicos não podem acumular déficits operacionais ilimitados, tendo que observar cuidadosamente as receitas e os custos operacionais. O superávit operacional é a diferença entre as receitas que os hospitais auferem de suas atividades operacionais e os respectivos custos. Apresentamos, com essa preocupação, e em um sentido que iremos detalhar, uma política *defensiva* para o superávit operacional dos hospitais públicos

De acordo com a literatura (por exemplo, JOSKOW, 1980; GAL-OR, 1994) a demanda pelos serviços dos hospitais é considerada estocástica e cada tipo de hospital escolhe a sua capacidade antes de observar as condições da demanda.

Barnum e Kutzin (1993) apontam que um problema recorrente em países em desenvolvimento é o desajuste (*imbalance*) entre a demanda e a oferta de leitos hospitalares para internação, evidenciada pela escassez de leitos e pelas longas filas para internação e atendimento.² A presença de capacidade ociosa também é um problema sério e frequente (ver IVERSEN, 1986, 1993, 1997), que pode ocorrer mesmo em países com escassez de leitos apenas em âmbito local.

Acreditamos que este texto, embora direcionado ao SUS, pode ser útil em outras circunstâncias, em que hospitais públicos e privados coexistam.

A seção 2 resume algumas das principais características do SUS de interesse direto para este trabalho; seção 3 apresenta o arcabouço geral de análise utilizado em nosso estudo; a seção 4 explicita os aspectos principais dos modelos explorados no texto; a seção 5 discute o modelo de repartição de mercado; a seção 6 expõe o modelo com filas de espera; a seção 7 discute um modelo híbrido, que sintetiza os dois modelos anteriores; a seção 8 apresenta a comparação entre os resultados obtidos nos três modelos; seção 9 realiza uma aplicação exploratória dos modelos no SUS; e a última, a seção 10, apresenta as considerações finais. Os apêndices A, B, C, D e E expõem em detalhes alguns dados, cálculos e resultados apresentados e utilizados no estudo.

2 O SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE: VISÃO GERAL

O SUS é um grande sistema público de saúde. Em 2007, de acordo com o Datasus (www.datasus.gov.br), o SUS era composto de 6.110 estabelecimentos com internação, com 367.397 leitos dos 500.452 leitos de internação existentes no Brasil. Ainda em 2007, os hospitais do SUS realizaram 11.330.096 internações, que custaram R\$ 7.617.769.441,99. O SUS presta assistência à saúde para aproximadamente 95% da população brasileira, incluindo algo em torno de 70% dos cuidados secundários e 90% dos cuidados mais complexos (IBGE, 2002). Os planos de saúde privados tinham 1.128 estabelecimentos com internação. A quase totalidade dos pagamentos pelos procedimentos e tratamentos realizados no SUS provém do governo, sendo gratuitos os serviços prestados para a população em geral, de forma universal e irrestrita, por preceito constitucional. Os hospitais (ou as autoridades que os administram) podem escolher a quantidade de leitos e o volume de procedimentos que ficam à disposição do SUS.

Prestadores de serviços públicos ou privados podem ser contratados pelo SUS. No caso de hospitais, sejam eles públicos ou privados, os pagamentos, em grande medida, são determinados pelos procedimentos realizados, de acordo com tabelas fixas de preços. Tais pagamentos, majoritariamente, variam mais com os custos e a complexidade dos procedimentos do que com os tipos de hospitais. Os hospitais privados contratados pelo SUS podem ter ou não finalidades lucrativas.³

Além do SUS, existe no Brasil um setor privado ou “suplementar” que somente atende aos pacientes que tenham planos de saúde (que, eventualmente, chamaremos de pacientes segurados) ou que façam pagamentos diretos (*out-of-pocket*) aos

2. Para uma discussão sobre o caso brasileiro, ver Marinho (2004b).

3. Para mais detalhes, ver Marinho (2004a).

prestadores de serviços. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 24,6% da população brasileira (43,2 milhões de pessoas) tinham planos de saúde em 2003 (IBGE, 2003). De acordo com a Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), em dezembro de 2005, 42.452.067 pessoas (22,7% da população) estavam vinculadas a algum tipo de plano de saúde e tinham a cobertura dos planos de saúde privados (ANS, 2006). Quanto maior o rendimento familiar, maior a cobertura por planos de saúde no Brasil. A cobertura era de apenas 2,9% na classe de rendimento inferior a um salário mínimo (SM), e atingia 83,8% na classe de 20 SM ou mais (IBGE, 2003). Esta situação configura uma *desigualdade de acesso* aos serviços de saúde. Dificilmente os mais pobres têm acesso aos planos de saúde privados ou aos hospitais privados fora da órbita do SUS.

Os hospitais privados, contratados ou não pelo SUS, não são obrigados a atender pacientes além de sua capacidade, com exceção de situações emergenciais extremas. Os hospitais públicos, por sua vez, têm de estar preparados para acomodar excessos de demanda além de suas capacidades instaladas usuais. Esta imposição encoraja os hospitais a manter, preventivamente, excesso de capacidade.⁴ Os planos de saúde privados selecionam os pacientes e os riscos que aceitam em suas carteiras (trata-se do fenômeno denominado *cream-skimming*). Assim, o SUS é o responsável último pelos tratamentos mais caros e de mais longo prazo. Mesmo porque os detentores de planos de saúde também têm direito de acesso ao SUS. É importante enfatizar novamente que os pacientes sem planos de saúde ou que não podem efetuar pagamentos diretos não são atendidos nos hospitais privados que não estejam contratados pelo SUS.

No Brasil, como em vários outros países, a capacidade dos hospitais não é regulada de modo estrito. Por outro lado, como os preços são fixos e os salários dos hospitais públicos são rígidos, a competição via sistema de preços é irrelevante no SUS. Mesmo a competição via qualidade do atendimento é apenas secundária. Não estamos afirmando, em nenhuma hipótese, que a qualidade dos serviços seja negligenciada no SUS brasileiro. O nível de qualidade da prestação de serviços de saúde no Brasil é de responsabilidade conjunta das entidades de gerência, de gestão, de normatização e de fiscalização do Estado, entre as quais se destacam: o Ministério da Saúde (MS); os Conselhos de Saúde e as Comissões Intergestores de Saúde; as Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde; a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa); as Vigilâncias Sanitárias dos Estados e dos Municípios, as Comissões de Saúde das Assembleias Legislativas Estaduais e das Câmaras Municipais; o Ministério Público; e outras instâncias do Poder Judiciário. A autorregulamentação hospitalar e a ética profissional também exercem papéis essenciais na qualidade da atenção à saúde no SUS. A acreditação hospitalar, embora incipiente, também é um instrumento que deve ser considerado neste aspecto. Reiteramos, no entanto, que entendemos que a qualidade não é, fundamentalmente, um instrumento de *competição* no SUS.⁵ Pode-se também inferir que o sistema de preços engendrado no SUS não é afetado pela qualidade dos serviços prestados.

4. Outras razões para a manutenção de excesso de capacidade em hospitais sem fins lucrativos estão discutidas em Marinho (2004a).

5. Pode-se, inclusive, argumentar que a cooperação, e não a competição, é que deve orientar a coexistência de hospitais em sistemas públicos de saúde. Ver alguma discussão sobre este ponto em Marinho (2004a).

Um ponto importante adicional é que a natureza aleatória, ou pouco previsível, da demanda por serviços de saúde no SUS não permite que os administradores e os gestores do sistema especifiquem *ex ante* o nível mínimo de custos que assegure a obtenção dos níveis desejados de qualidade. Ainda assim, pode-se supor que os administradores públicos, sujeitos às restrições orçamentárias (*break even constraints* – conforme ROGERSON, 1994), tentem maximizar o valor social dos serviços de saúde ou buscar um ponto de equilíbrio. Pelo menos, tentariam reduzir os desperdícios ou “evitar o pior”, de acordo com Wildavsky (1988).

3 METODOLOGIA

Este trabalho focaliza as internações hospitalares porque estas ocasionam a maior parte dos custos destas instituições e porque, nas internações, são consumidas as maiores parcelas dos serviços gerados pelo capital hospitalar.⁶ As internações demandaram R\$ 7.617.769.441,99 do SUS em 2007, de acordo com o Datasus.

O arcabouço geral desenvolvido acomoda a situação em que parte da população tenha acesso aos hospitais privados, via pagamentos diretos ou por intermédio de planos de saúde. A despeito de sua natureza privada, estes hospitais, em algumas ocasiões, estão com toda a sua capacidade ocupada e não podem atender toda a demanda potencial, seja derivada dos planos de saúde ou de pagamentos diretos. Outra situação problemática hipotética ocorre quando os planos de saúde se recusam a autorizar tratamentos não previstos nos contratos que mantêm com os consumidores. Assim, os detentores de planos de saúde também não têm acesso integral garantido aos serviços de saúde privados. Quando uma pessoa não tem acesso aos serviços privados a única alternativa é o SUS, que pode estar congestionado e não garantir o pronto atendimento.

Resumindo, estamos assumindo que os hospitais públicos e os hospitais privados atendem, como substitutos, uma demanda estocástica, em mercados não competitivos (principalmente não competitivos via preços) e a demanda pode ser, ainda que momentaneamente, maior do que a oferta de serviços a plena capacidade. Uma hipótese adicional, a ser relaxada em trabalhos futuros, é que a demanda seja exógena aos hospitais, conforme observado em grande parte da literatura (por exemplo, JOSKOW, 1980).

Em um esforço para estabelecer relações entre considerações de lucratividade (mais precisamente para evitar os déficits operacionais) e as eventuais desigualdades de acesso aos serviços de saúde, estabelecemos uma relação entre a parcela da população atendida pelo setor público e os investimentos em capacidade.

Supomos também que o governo deseja garantir o atendimento aos pobres, e tenta fixar uma participação no mercado ou um *market-share*, que os hospitais públicos devem atender, independentemente das dimensões e da variabilidade da demanda. Conectamos o superávit operacional dos hospitais públicos a uma variável capaz de representar o *market-share* relativo aos pobres. Mas essa política tem um custo. Podem ocorrer excessos de capacidade e estes excessos têm de ser pagos.

6. Para mais detalhes, ver Butler (1995).

Por outro lado, também podem ocorrer excessos de demanda indesejáveis, que originam *penalidades*. Uma autoridade governamental, ou um regulador, é o tomador de decisões (interesseiro) no processo de alocação dos investimentos públicos em capacidade no setor hospitalar. Esse tomador de decisões age no interesse dos hospitais públicos, tentando maximizar a diferença (assumida como positiva) entre as receitas operacionais totais e os custos operacionais totais desses hospitais. O modelo funciona como se este mesmo decisor também tivesse poder de polícia e impusesse punições aos hospitais públicos sempre que a capacidade demandada fosse maior do que a oferta de serviços, ou seja, sempre que alguém deixa de ser atendido. No mundo real, conforme comentaremos mais adiante, a punição pode assumir outras formas e não precisa nem mesmo ser imposta exogenamente. O que realmente o modelo impõe é um aumento dos custos operacionais marginais dos hospitais públicos, sempre que a demanda excede a capacidade ofertada.

Uma característica notória de sistemas de saúde como o SUS, financiados por impostos, em que os pagamentos diretos não sejam relevantes para o atendimento é a formação de filas de espera pelos usuários. Em vez do sistema de preços, o tempo de espera é o mecanismo de racionamento do sistema.⁷ Assim, assumimos que cada paciente tem uma probabilidade não nula de não ser atendido imediatamente, tendo que aguardar em uma *fila de espera*. Assumimos também que os hospitais, públicos ou privados, possam variar as suas capacidades e, portanto, as probabilidades que um paciente tem de ser atendido (ou não) imediatamente no SUS. Consideramos, adicionalmente, que ambos os tipos de hospitais tentam minimizar as probabilidades de que um paciente aleatório não seja atendido imediatamente, ou que nunca seja atendido. De acordo com o trabalho de Joskow (*op. cit.*), alguns aspectos de teoria das filas (*queueing theory*) são introduzidos na análise e o modelo racionaliza o atendimento via tempo de espera na fila.

Um último modelo relaciona os dois modelos anteriores. Para isso, o governo assegura uma participação fixa no mercado para o hospital público, em um contexto de existência de filas para atendimento, conforme o arcabouço que já vínhamos desenvolvendo até então.

Resumidamente o nosso arcabouço geral é concatenado de forma a relacionar o superávit operacional do sistema hospitalar público com quatro elementos fundamentais:

- 1) A sua capacidade de atendimento, medida em leitos-dia, conforme o quadro 5 da seção 9.
- 2) A parcela dos pacientes que atende (seu *market-share*), medida em porcentagem de dias de internação anual, conforme o quadro 5 da seção 9.
- 3) As probabilidades de atendimento imediato dos pacientes.
- 4) As penalidades decorrentes do excesso de demanda (conforme discussão na seção 4).

7. A esse respeito, ver Marinho (2004b).

4 OS MODELOS DE ANÁLISE (INTRODUÇÃO)

Por razões de concisão, apenas as principais hipóteses e resultados são apresentados e discutidos em detalhes nesta seção. Algumas deduções importantes constam dos apêndices ao texto.

Assumimos que a única informação disponível sobre a população é que ela divide-se em dois grupos. O primeiro deles (eventualmente os pobres) não tem planos de saúde, e nem pode pagar *out-of-pocket* pelo atendimento. O segundo grupo (eventualmente os ricos) tem planos de saúde ou pode pagar diretamente aos hospitais privados. Não assumimos nenhuma hipótese sobre as possibilidades de adocimento na população total e nem em cada um dos grupos, e atendimento público é livre, integral e totalmente gratuito para todos. Assim, uma distribuição uniforme poderá representar a população, sem impor, por ora, restrições desnecessárias sobre o modelo.

Para simplificar o modelo, supomos que o sistema de saúde possa ser representado por dois hospitais. O primeiro é um hospital público, que atende qualquer cidadão que procure os seus serviços. O segundo é um hospital privado, que atende apenas os detentores de planos de saúde, ou aqueles que podem pagar.

Sabemos que hospitais privados são contratados pelo SUS. Entretanto, apenas os hospitais públicos (em seu conjunto) são obrigados a atender a demanda além da capacidade potencial. Esse é um dos aspectos fundamentais da construção de nosso arcabouço de análise.

Como dito anteriormente, assumiremos que a distribuição marginal *a priori* da demanda pelo hospital público é uniforme no intervalo $[0,1]$. Uma modelagem similar representa a parcela da população que tem planos de saúde, e que procura o hospital privado.

Mais precisamente, a demanda X_i é uniforme no intervalo $[0,1]$ para o hospital público i . Supomos que muitos pacientes detentores de planos (segurados) procurem o hospital público, em função do atendimento gratuito, ou de eventuais facilidades de acesso, e do fato já discutido, de que a posse de planos de saúde não é sempre garantia de atendimento.

Os hospitais escolhem o seu estoque de capital K antes de observarem a demanda. Como é comum na literatura (por exemplo, FÄRE; GROSSKOPF; VALDMANIS, 1989; GAL-OR, 1994; MARINHO; FAÇANHA, 2002) assumimos que os hospitais não alcancem um equilíbrio de curto prazo e, por meio da imposição de retornos constantes de escala, o modelo pode-se tornar uma boa representação do comportamento de longo prazo dos hospitais. Consequentemente, os hospitais incorrem em um custo constante por unidade de capital igual a r .

Como a demanda é estocástica, e não pode ser prevista perfeitamente, o modelo admite excesso ou falta de capacidade de atendimento. No caso de excesso de demanda, uma penalidade, representada por um custo unitário extra, constante, por unidade de capital t será aplicada sobre o hospital público. *Na realidade, se ocorre excesso de demanda, o governo não impõe multas ao hospital público.* Uma penalidade possível é uma sobrecarga de trabalho, imposta pelos administradores do hospital

público. Outra alternativa é supor que a penalidade representaria uma taxa de ocupação acima do nível normal, o que ocasionaria algum estresse organizacional também acima do normal. Em termos mais microeconômicos, poderíamos supor que, com a penalidade, a curva de custo marginal do hospital (a curva de oferta) é deslocada para a esquerda, resultando, para cada nível de produção, em um nível de custo mais elevado. Nenhuma consequência qualitativa de eventuais excessos de demanda será considerada explicitamente no modelo, mas, conceitualmente, tais excessos poderiam, até mesmo, implicar a redução da qualidade em função da superlotação.

A capacidade instalada, ou a oferta de leitos, do hospital público é K_i . Como em Friedman e Pauly (1981) e em Gal-Or (*op. cit.*), assumimos que, quando a demanda pelo hospital público ultrapassa a sua plena capacidade, este hospital incorre na aludida penalidade por unidade de capital. Para que a penalidade seja efetiva, faremos $t > r$ (onde r é o custo por unidade de capital). O reembolso ou o pagamento que o hospital recebe por unidade de demanda atendida é um preço exógeno p , determinado pelo governo. Para impor uma perda real ao hospital público, no caso de excesso de demanda, impomos a condição adicional $t > p$. Como a oferta e a demanda terão de ser observadas na mesma unidade de medida, assumimos também que, para que o superávit operacional do hospital público não seja negativo, ocorrerá $p > r$. Assim, fica estabelecido que $t > p > r$.

A variável ES_i representará o superávit operacional esperado do hospital público i diante da demanda X_i .

A partir deste ponto, a análise será realizada nos dois modelos mencionados. O primeiro modelo, de repartição de mercado (*market-share*), assume que o governo tenta atender uma parcela da população (que pode ser representativa dos pobres), quaisquer que sejam as condições da demanda e da oferta. O segundo modelo, baseado em elementos de teoria das filas (*queuing theory*), representa o fenômeno, comumente observado no SUS, e em outros sistemas públicos de saúde, em que os descasamentos entre a oferta e a demanda engendram filas para atendimento nos hospitais públicos.

5 O MODELO DE REPARTIÇÃO DE MERCADO

5.1 APRESENTAÇÃO

O hospital privado se depara com uma demanda de pacientes composta majoritariamente de detentores de planos de saúde e, portanto, eventualmente, não pobres, representada por X_j uniforme em $[0,1]$. A capacidade ou oferta de leitos do hospital privado é K_j . Sempre que $X_j > K_j$ o hospital público deve atender o resultante excesso de demanda $X_j - K_j$.

Como X_i e X_j são estocásticas, integrar os superávits operacionais em relação a essas variáveis sobre o intervalo compacto $[0,1]$ fornece o superávit operacional esperado do hospital público como função das capacidades instaladas do hospital público e do hospital privado.

O hospital público determina uma participação fixa no mercado (*market-share*) igual a α ($0 \leq \alpha \leq 1$), independentemente do tamanho do mercado. Assim, $X_i + X_j = 1$. Conforme já argumentamos, esta participação poderia guardar relação próxima da proporção dos pobres no total dos pacientes, com o objetivo de mitigar as desigualdades de acesso aos serviços de saúde. Conforme veremos, ao fixar o *market-share* público igual a $\alpha = (X_i)/(X_i + X_j)$ é possível relacionar o superávit operacional do hospital público com o referido *market-share* que o hospital público é obrigado a atender.

5.2 DISCUSSÃO DO MODELO DE REPARTIÇÃO DE MERCADO

O superávit operacional do hospital público será (ES_i) uma função positiva (F) dos componentes fundamentais do modelo. Assim:

$ES_i = F$ [preço por unidade de demanda (p); custo por unidade de capital (r); capacidade instalada pública (K_i) e capacidade instalada privada (K_j); *market-share* público (α); penalidade (t)].

A seguir, apresentamos as possíveis relações entre a oferta e a demanda por serviços hospitalares (internações). Após a obtenção do superávit esperado do hospital público, são apresentadas algumas derivadas de interesse, e as melhores decisões de investimento são delas inferidas.

5.2.1 A presença de excesso de oferta: $K_i + K_j \geq X_i + X_j$

1. Não existe excesso de demanda. Assim:

$$X_i \leq K_i \text{ e } X_j \leq K_j$$

$$S_i = pX_i - rK_i$$

Integrando S_i em relação a X_i em $[0,1]$ obtemos o superávit operacional esperado do hospital público i como função da capacidade do próprio hospital público K_i bem como da capacidade do hospital privado K_j . Todos os detalhes do cálculo estão no apêndice B:

$$ES_i(K_i, K_j, \alpha) = \frac{p\alpha}{2(1-\alpha)} - rK_i \quad (1)$$

As derivadas de interesse mais imediato serão:⁸

$\partial ES_i / \partial K_i = -r$. Se ambos os hospitais têm excesso de capacidade, o hospital público deve reduzir sua capacidade instalada. Expandir a capacidade do hospital

8. Para detalhes das derivadas em relação ao *market-share* α , ver o apêndice C.

público implica um aumento de custo (marginal) igual a r por unidade de investimento em capital fixo, sem nenhuma contrapartida de receita.

$\partial ES_i / \partial K_j = 0$. O superávit operacional do hospital público não depende da capacidade do hospital privado K_j .

$\partial ES_i / \partial \alpha = \frac{p}{2(1-\alpha)^2} > 0$ (ver o apêndice B). O aumento do *market-share* aumenta o superávit no hospital público, pois este tem excesso de capacidade.

$\partial ES_i / \partial t = 0$. O superávit não depende da penalidade, pois nenhuma penalidade é aplicada.

Resumo da discussão

Com excesso de oferta global temos $ES_i = F(K_i^-, \alpha^+)$ (o superescrito indica o sinal das respectivas derivadas parciais).

O superávit operacional do hospital público é reduzido por aumento da capacidade do hospital público e vice-versa. O aumento da participação do hospital público no mercado (*market-share*) aumenta o superávit do hospital público e vice-versa.

2. Existe excesso de demanda no hospital privado. Entretanto, o excesso de oferta no hospital público excede este excesso de demanda privada, de modo que ocorre um excesso de oferta global. Assim:

$$X_i \leq K_j; X_j \geq K_j, \text{ mas } K_i - X_i > X_j - K_j; \text{ e então, } K_i + K_j > X_i + X_j.$$

$$S_i = pX_i - rK_i + p(X_j - K_j) \text{ o valor esperado será (ver o apêndice B):}$$

$$ES_i(K_i, K_j, \alpha) = p \left[\frac{1}{2(1-\alpha)} - K_j \right] - rK_i \quad (2)$$

As derivadas de interesse na equação (2) são:

$\partial ES_i / \partial K_i = -r$. O hospital público ainda tem excesso de capacidade, que deveria ser reduzida. Expandir a capacidade gera uma perda líquida igual ao custo marginal r .

$\partial ES_i / \partial K_j = -p$. Se o hospital privado expandir a sua capacidade, o hospital público sofre uma perda de receita marginal p por unidade de demanda que deixa de atender.

A análise das duas derivadas anteriores indica que nenhum investimento deveria ser permitido no hospital público. Se o governo regula os investimentos no hospital privado, e age no interesse do hospital público, também não deveria ser permitido o investimento no hospital privado. Obviamente, esta última recomendação seria controversa, pois implicaria limitar os lucros do hospital privado.

$\partial ES_i / \partial \alpha = \frac{p}{2(1-\alpha)^2} > 0$. Como o hospital público tem excesso de capacidade, o *market-share* público, representado por α , deveria ser aumentado (ver o apêndice C para a obtenção dessa derivada).

$\partial ES_i / \partial t = 0$. O hospital público não é penalizado, pois não apresenta excesso de demanda.

Resumo da discussão

Com excesso de demanda no hospital privado, $ES_i = F(K_i^-, K_j^-, \alpha^*)$. Investimentos no hospital público e no hospital privado são deletérios para o superávit do hospital público. Elevar o *market-share* público é benéfico para o superávit do hospital público.

5.2.2 A presença de excesso de demanda: $K_i + K_j < X_i + X_j$

Nas duas situações precedentes nenhuma penalidade é imposta ao hospital público, que não enfrenta excesso de demanda. A seguir, apresentamos uma situação em que há excesso de demanda global e, conseqüentemente, também no hospital público. Toda a capacidade instalada nos hospitais é utilizada, e uma penalidade t é imposta por unidade de demanda excedente.⁹

$$S_i = (p - r) K_i - (t - p) (X_i + X_j - K_i - K_j)$$

e, então:

$ES_i(K_i, K_j, \alpha) = (p - r) K_i - (t - p) \left[\frac{1}{2(1 - \alpha)} - K_i - K_j \right]$ (3), sendo que $\left[\frac{1}{2(1 - \alpha)} - K_i - K_j \right] > 0$ (ver o apêndice A).

As derivadas de interesse na equação (3) são:

$\partial ES_i / \partial K_i = t - r > 0$. Cada unidade adicional de investimento feita pelo hospital público evita uma perda líquida igual a $t - r$. O investimento permite ao hospital livrar-se da penalidade por unidade igual a t , mas impõe o custo por unidade de capital igual a r .

$\partial ES_i / \partial K_j = t - p > 0$. Cada unidade de investimento feito pelo hospital privado retira uma receita por unidade igual a p do setor público, mas evita que o hospital público incorra em uma penalidade por unidade de investimento igual a t .

Observando estas duas derivadas, vemos que o ganho líquido do investimento no hospital público, comparado com o investimento no hospital privado, é igual a $(\partial ES_i / \partial K_i) - (\partial ES_i / \partial K_j) = t - r - (t - p) = p - r > 0$. Assim, para defender o superávit público, o regulador deveria preferir o investimento no hospital público, já que a diferença é positiva.

9. Para os detalhes do cálculo, ver o apêndice B.

$\partial ES_i / \partial \alpha = \frac{p-t}{2(1-\alpha)^2} < 0$ (ver o apêndice C para detalhes). Como $t > p$ e uma penalidade é imposta, o hospital público pode melhorar o seu superávit reduzindo o seu *market-share*.

$$\partial ES_i / \partial t = K_i + K_j - \left[\frac{1}{2(1-\alpha)} \right] < 0 \text{ (ver o apêndice C para detalhes do cálculo).}$$

Como esperávamos, o superávit diminui com o aumento da penalidade.

$\partial ES_i(K_i, K_j, \alpha) / \partial \alpha \partial t = -\frac{1}{2(1-\alpha)^2} < 0$ (ver o apêndice C para detalhes do cálculo). A sensibilidade do superávit à penalidade diminui à medida que o *market-share* público aumenta e vice-versa. Alternativamente, a sensibilidade do superávit ao *market-share* diminui quando a penalidade aumenta. É interessante notar que esta sensibilidade *cruzada* depende do *market-share* α , sendo muito pequena para valores elevados de α .

Resumo da discussão

Com excesso de demanda global temos $ES_i = F(K_i^+, K_j^-, \alpha^-, \bar{t})$.

Neste caso, aumentar a capacidade dos dois tipos de hospitais beneficia o superávit do hospital público e vice-versa (mas investir no hospital público é mais vantajoso do que investir no hospital privado). O superávit do hospital público é reduzido pelo aumento do seu *market-share* e pela elevação da penalidade e vice-versa.

5.3 UMA POLÍTICA DE INVESTIMENTOS DEFENSIVA PARA O HOSPITAL PÚBLICO NO MODELO COM REPARTIÇÃO DE MERCADO

As restrições orçamentárias no setor público brasileiro são evidentes. Não estamos discutindo, no presente texto, se os recursos que vêm sendo alocados aos hospitais do SUS são suficientes para atender às necessidades da população. Procuramos delinear tão-somente um conjunto de pressupostos teóricos capazes de, em termos muito gerais, apresentar uma política de investimentos *defensiva* para o SUS. Uma política dita defensiva, conforme veremos, seria capaz de impedir a redução do superávit operacional dos hospitais públicos do SUS, no sentido específico em que este superávit vem sendo tratado no presente texto. Assim, uma política defensiva pode, até mesmo, recomendar a expansão da capacidade operacional do parque hospitalar do SUS. Obviamente, para ser exequível, na complexa realidade do sistema, tal política, aqui delineada em caráter bastante exploratório, deveria ser amplamente discutida, avaliada e detalhada por todos os interessados no setor. O que estamos apresentando no momento, portanto, é apenas um esforço no sentido de elaborar políticas capazes de não permitir que a situação econômica dos hospitais do SUS seja insustentavelmente deficitária. É muito importante ressaltar que as receitas dos hospitais são definidas pelo próprio SUS. Assim, estamos fazendo, primordialmente, um exercício de microeconomia, e de economia do setor público, aplicado à economia interna do SUS. Desse modo, realizamos um exercício de economia da

saúde aplicado aos hospitais do SUS. A seguir, apresentamos duas definições de interesse.

Definição 1: Uma *isolucro*, para o hospital público,¹⁰ é o conjunto dos pontos definidos por diferentes níveis de capacidade instalada no hospital público e no hospital privado que proporcionam o mesmo nível de superávit operacional. Uma isolucro mostra como o hospital público pode reagir aos níveis de capacidade do hospital privado, de modo a manter fixo o seu nível de superávit operacional.

Definição 2: Uma *política de investimentos defensiva* para o hospital público é uma isolucro para o referido hospital público.

Com as definições 1 e 2 anteriores, podemos examinar, no contexto das diferentes situações da capacidade operacional dos hospitais, ante a demanda pelos serviços, como fica caracterizada uma política de investimentos defensiva.

Em termos conceituais bastante gerais, duas situações de interesse ocorrem:

1. Existe excesso de demanda no setor privado, mas excesso de oferta global:

Temos $ES_i(K_p, K_j, \alpha) = p[\frac{1}{2(1-\alpha)} - K_j] - rK_i$ (equação (2)). Diferenciando em

relação a K_i e K_j e igualando a zero, obtemos $dES_i(K_p, K_j, \alpha) = -pdK_j - rdK_i = 0$.

Assim, teremos $dK_i/dK_j = -p/r < 0$.

Para manter o superávit operacional público constante, as variações na capacidade hospitalar privada e na pública devem seguir sentidos opostos. Como existe capacidade ociosa no hospital público, suficiente para cobrir o excesso de demanda no setor privado se o setor privado aumentar sua capacidade, o setor público deve reduzir sua capacidade ociosa (que tem custo por paciente igual a r). Se, por outro lado, o hospital privado reduzir sua capacidade, o hospital público deveria, em princípio, tender a elevar a sua, para fazer face ao aumento do excesso de demanda do privado e não incorrer em penalidade.

A seguir, ilustraremos o resultado anterior com um exercício numérico fictício bastante simples.

Exemplo 1

Suponha que: $p = 1,1$, e que $r = 1,0$. Utilizando no exemplo para valores relativamente próximos do observado no SUS, assumiremos, conforme os gráficos 1 a 5, $K_i = 0,7$, $K_j = 0,3$, e $\alpha = 0,75$.

Assim, pela equação (2) $ES_i(K_p, K_j, \alpha) = p[\frac{1}{2(1-\alpha)} - K_j] - rK_i = 1,17$.

Agora suponha $dK_j = -0,03$. Então, K_j diminui para $K_j = 0,27$.

Mas $dK_i/dK_j = -p/r = -1,1$. Então, $dK_i = 0,033$ e K_i aumenta para $K_i = 0,733$.

10. Tal denominação deve ser compreendida no contexto de nosso trabalho, pois o conceito de lucro não é aplicável aos hospitais públicos brasileiros. Trata-se de uma transposição do conceito de *isoprofit*, da microeconomia tradicional, para o contexto do superávit dos hospitais públicos. A manutenção da denominação visa facilitar a identificação do conceito original.

Finalmente, vemos que $ES_i(K_p, K_j, \alpha) = 1,17$. O superávit público não varia, conforme o esperado.

2. Existe excesso de demanda global.

Nesse caso, $ES_i(K_p, K_j, \alpha) = (p - r)K_i - (t - p)[\frac{1}{2(1-\alpha)} - K_i - K_j]$ (3).

Diferenciando em relação a K_i e K_j e igualando a zero obtemos $dES_i(K_p, K_j, \alpha) = (t - r)dK_i + (t - p)dK_j = 0$.

Desse modo $dK_i/dK_j = -(t - p)/(t - r) < 0$. Como $r < p$ é fácil ver que $dK_i/dK_j < -1$.

A taxa de variação na capacidade pública de atendimento hospitalar é maior do que a taxa de variação na capacidade privada. Também fica claro que, se não há penalidade, ou seja, se $t = 0$, esse caso é igual ao anterior. Para manter o superávit público constante, temos que mudar a capacidade pública na direção oposta da mudança na capacidade privada. Além disso, $d(dK_i/dK_j)/dt = -(p - r)/(t - r)^2 < 0$, com $dK_i/dK_j < 0$. Assim, se uma penalidade for aplicada, a variação da capacidade pública necessária para manter o superávit constante aumenta à medida que a penalidade aumenta e vice-versa.

Exemplo 2

Vamos utilizar os mesmos valores do exemplo 1, para que os resultados sejam comparáveis.

Suponhamos $p = 1,1$, $r = 1,0$, $K_i = 0,7$, $K_j = 0,3$ e $\alpha = 0,75$ (relembrando que necessitamos neste caso que $[\frac{1}{2(1-\alpha)} - K_i - K_j] > 0$). Agora, vamos assumir que a penalidade seja $t = 1,11$, imposta devida ao excesso de demanda.

Assim, pela equação (3), $ES_i(K_p, K_j, \alpha) = (p - r)K_i - (t - p)[\frac{1}{2(1-\alpha)} - K_i - K_j] = 0,06$.

Mas sabemos que $dK_i/dK_j = -(t - p)/(t - r) = -0,0909$.

Como no exemplo 1, faremos $dK_j = -0,03$, o que implica, novamente, que K_j o diminua para $K_j = 0,27$.

Deste modo, $dK_i = 0,0027$ e K_i aumenta para $K_i = 0,7027$.

Finalmente, obtemos $ES_i(K_p, K_j, \alpha) = 0,06$. Vemos, mais uma vez, que o superávit público fica constante.

Comparando os resultados anteriores, vemos, conforme o esperado, que a imposição da penalidade reduz o superávit público. Também fica claro que, na presença da penalidade, a capacidade hospitalar pública necessita mudar mais para manter o (mais baixo) nível de superávit operacional.

6 O MODELO COM FILAS DE ESPERA

6.1 APRESENTAÇÃO

As filas de espera são um sério problema no setor saúde (ver CULLIS; JONES; PROPPER, 2000). Um arcabouço bastante conhecido no estudo da teoria das filas de espera em saúde baseia-se no uso dos intervalos de tempo decorrido entre as chegadas dos pacientes e da duração dos tratamentos recebidos por eles. O leitor interessado pode encontrar exemplos em Cox e Smith (1961) e em Hillier e Lieberman (1995). Um modelo clássico utiliza uma distribuição exponencial dos intervalos de tempo entre as chegadas das pessoas nas filas e uma medida do número de vezes que um evento ocorre em um processo de Poisson, conforme será explicado a seguir. Os intervalos de tempo relacionados com os serviços são assumidos como seguindo uma distribuição do tipo Erlang, conforme também será explicado a seguir. Quando existe apenas um servidor (estação de atendimento: por exemplo, hospitais) e a distribuição Erlang tem parâmetro k , este modelo é conhecido como modelo *Markovian/Erlang/single server model* ($M/E_k/1$). Embora relativamente simples, mesmo esse modelo, em princípio, é muito difícil de aplicar em sistemas de saúde complexos. São necessários dados sobre os intervalos de tempo decorridos entre as chegadas dos pacientes e entre os inícios e os termos dos tratamentos nas várias especialidades, clínicas e hospitais. Apesar dessas dificuldades, existem, na literatura, fortes recomendações para a adoção desta metodologia.¹¹

Suponha-se que o tempo decorrido entre duas ocorrências consecutivas de um determinado evento (por exemplo, chegadas de pacientes em um hospital) seja representado por uma variável aleatória T . Diz-se que esta variável tem uma distribuição exponencial com parâmetro λ se a sua distribuição de probabilidade é:

$$f_T(t) = \lambda[\exp(-\lambda t)] \text{ para } t \geq 0$$

e:

$$f_T(t) = 0 \text{ para } t < 0$$

Suponha-se que os pacientes chegando na fila em um hospital formem uma população que é uma fonte infinita de ocorrências desse fenômeno. Seja $X(t) = n$ uma variável aleatória representando o número de ocorrências. No exemplo, as ocorrências seriam a chegada das parturientes em um hospital no instante t ($t \geq 0$), em que o instante 0 representa o instante no qual a contagem começa. Esta variável aleatória tem uma distribuição de Poisson com parâmetro λt e a seguinte função de distribuição de probabilidades:

$$P\{X(t) = n\} = (\lambda t)^n [\exp(-\lambda t)] / n! \text{ para } n = 0, 1, 2, 3 \dots$$

11. O leitor interessado pode consultar, por exemplo, Iversen (1986, 1993, 1997), Furukubo, Ohuchi e Kurokawa (2000), Mango e Shapiro (2001), Green (2004) e Health Canada (2006).

Se λt é muito grande, a distribuição de Poisson se aproxima de uma distribuição normal com média e variância iguais a λt .

A distribuição Erlang tem uma função densidade de probabilidades dada por:

$f(t) = \{[(\mu k)^k] t^{k-1} \exp(-k\mu t)\} / (k-1)!$, para $t \geq 0$. Os parâmetros μ e k são estritamente positivos e k é um número inteiro. A média dessa distribuição é igual a $1/\mu$ e o desvio-padrão, igual a $1/\mu(k^{0.5})$. Fazendo-se $k = 1$ obtemos uma distribuição exponencial e fazendo $k =$ infinito obtemos uma distribuição *degenerada* (constante). A distribuição Erlang é uma distribuição flexível e distingue-se da bastante conhecida distribuição gama apenas pelas restrições impostas aos parâmetros. A flexibilidade da distribuição Erlang será útil ao nosso estudo. Supomos que os tempos de serviço (o prazo médio de internação) diferem muito entre os pacientes, de acordo com uma distribuição exponencial, ou seja, fazemos $k = 1$ no modelo $M/E_k/1$. Nesse caso, temos o modelo conhecido na literatura como *Markovian/Markovian/single server model* ($M/M/1$ model). Este modelo é o mais simples e o mais utilizado na literatura. Esse nome deriva do fato de o modelo assumir uma distribuição *markoviana* dos intervalos de chegada, que são distribuídos de acordo com uma distribuição exponencial independente e identicamente distribuída (i.i.d.). Deste modo, o processo de chegada é um processo de Poisson. A distribuição dos tempos de internação segue um outro processo markoviano e uma outra distribuição exponencial também i.i.d. Nesse caso, existe apenas um ponto de atendimento (servidor).

6.2 A CONSTRUÇÃO DO MODELO

A demanda X_i que se dirige ao hospital público i é representada por um processo de Poisson que inclui pacientes com e sem planos de saúde privados. O hospital público não discrimina os pacientes de acordo com a posse de planos de saúde. Assim, a sequência segundo a qual os pacientes são atendidos depende de sua ordem de chegada. O nosso modelo, por motivos de simplificação, não estabelece nenhum critério de prioridade, embora reconheçamos que, no mundo real, a gravidade dos casos ou os riscos de saúde subjacentes também sejam considerados no atendimento e que um modelo de atendimento baseado apenas na ordem de chegada seja de difícil justificação. Mas podemos assumir, conforme a literatura já citada, que o modelo é útil para pacientes com o mesmo nível de risco ou de urgência.

Similarmente ao hospital público, o hospital privado j se depara com uma demanda X_j que segue outro processo de Poisson. Qualquer paciente que não seja atendido no hospital privado deverá ser atendido no hospital público. Essa característica do modelo não impõe nenhuma dificuldade técnica adicional, pois uma variável resultante da soma de duas variáveis que seguem um processo de Poisson também segue um processo de Poisson.

O nosso modelo se aproveita do fato de que existe uma relação simples e direta entre a média e o desvio-padrão de uma distribuição de Poisson e os hospitais poderão escolher a meta da taxa de não atendimento imediato (*turnaway targeting*), conforme Joskow (1980). Essas metas são fixadas quando os hospitais, dados os recursos limitados de que dispõem, escolhem a quantidade de desvios-padrão de distância da demanda até onde as suas capacidades de atendimento deverão estar.

Como o modelo meramente estabelece probabilidades de que os hospitais atendam a toda a demanda, é impossível, *ex ante*, saber se um paciente será imediatamente atendido de fato. O modelo não estabelece *a priori* um nível de corte (*cutoff level*) de probabilidade a partir do qual um paciente não será atendido imediatamente com a capacidade normal dos hospitais, e a partir do qual o hospital público será penalizado. Reconhecemos, entretanto, que, no mundo real, é possível que isso ocorra. Contudo, para nós é quase impossível, conceitualmente, fixar tal nível de corte. Seria talvez possível fazê-lo *ex post*, por meio da observação de dados longitudinais, em intervalos de tempo adequados. Os hospitais públicos poderiam, por exemplo, incorrer em punição se a taxa observada de pacientes atendidos acima da capacidade instalada vier a exceder a taxa prevista pelas chamadas *margens de reserva*. Em outras palavras, se a taxa real de ocupação dos leitos ultrapassar determinado nível adotado como meta, o hospital público também poderia incorrer em punição.

O hospital público focaliza sua atenção nas decisões de investimento que deve fazer, de modo a limitar o número de pacientes na fila quando sua capacidade de atendimento é excedida e a evitar penalidades, minimizando os prejuízos financeiros.

Como no trabalho de Joskow (*op. cit.*) uma *margem de reserva* pública é estabelecida em valor igual ao número (γ) de desvios-padrão que o número disponível de leitos públicos (K_i) distará da média da demanda pública por serviços médicos no hospital público $E[X_i] = \lambda_i$. Assim, teremos uma *distância de reserva* $D_i = K_i - \lambda_i = \gamma(\lambda_i)^{0.5}$ onde $(\lambda_i)^{0.5}$ é o desvio-padrão, pois estamos utilizando um processo de Poisson. Quanto maior for γ (a margem de reserva) maior será D_i (a distância de reserva) e menor será a possibilidade de que o hospital esteja lotado e de que os pacientes não possam ser atendidos imediatamente. Os parâmetros equivalentes λ_j (a demanda média) e β (a margem de reserva) aplicam-se ao hospital privado, que se defronta com uma demanda X_j , que também segue um processo de Poisson. Assim a distância de reserva privada será $D_j = K_j - \lambda_j = \beta(\lambda_j)^{0.5}$.

6.3 DISCUSSÃO DO MODELO COM FILAS DE ESPERA

Os exercícios de estática comparativa, que faremos a seguir, esclarecem alguns dos impactos que as decisões de investimento (e das condições de atendimento) impõem sobre o superávit do hospital público.

Estabelecemos o superávit esperado do hospital público (ES_i) como uma função positiva (F) de componentes fundamentais do modelo. Assim:

$ES_i = F[\text{preço por unidade de demanda } (p); \text{ custo por unidade de capital } (r); \text{ capacidade instalada pública } (K_i) \text{ e capacidade instalada privada } (K_j); \text{ demanda média no hospital público } (\lambda_i); \text{ demanda média no hospital privado } (\lambda_j); \text{ margem de reserva pública } (\gamma); \text{ margem de reserva privada } (\beta); \text{ penalidade } (t)]$.

Estabelecemos que p e r são exógenos. A seguir, apresentamos algumas derivadas do superávit do hospital público em relação aos demais componentes do modelo, de modo que as decisões ótimas de investimento possam ser inferidas. A maior parte dos cálculos é imediata, mas demonstramos alguns deles no apêndice D.

6.3.1 A presença de excesso de oferta: $K_i + K_j \geq X_i + X_j (R1)$

Não há excesso de demanda. Assim:

$$X_i + X_j \leq K_i + K_j \text{ e } X_i \leq K_i$$

$$S_i = pX_i - rK_i$$

É possível obter o superávit esperado do hospital público, de acordo com as relações básicas existentes entre as capacidades e as demandas do hospital público e do hospital privado.

A distância de reserva do hospital público é $D_i = K_i - \lambda_i = \gamma(\lambda_i)^{0.5}$, o que implica $K_i = \lambda_i + \gamma(\lambda_i)^{0.5}$ e $rK_i = r[\lambda_i + \gamma(\lambda_i)^{0.5}]$.

Como $E[X_i] = \lambda_i$ temos $E[S_i] = E[pX_i - rK_i] = p\lambda_i - r[\lambda_i + \gamma(\lambda_i)^{0.5}]$ (4). Então, o superávit público esperado será:

$$ES_i(\lambda_i, \lambda_j) = (p - r)\lambda_i - r\gamma(\lambda_i)^{0.5}$$

Derivando em relação à margem de reserva pública γ , teremos:

$$\partial ES_i(\lambda_i, \lambda_j) / \partial \gamma = -r(\lambda_i)^{0.5}$$

Como há um excesso de demanda global, a probabilidade de que algum paciente não seja atendido será inversamente relacionada com o superávit público esperado. Em outras palavras, quanto maior a probabilidade de que todos os pacientes sejam imediatamente atendidos, menor será o superávit público esperado. Tal fenômeno ocorre porque o hospital terá elevada probabilidade de apresentar alguma capacidade ociosa, se ele deseja garantir que todos os pacientes sejam imediatamente atendidos.

Resumo da discussão

Na presença de excesso de oferta global, teremos $ES_i = F(\bar{\gamma})$. O sobrescrito indica o sinal (negativo) da derivada parcial.

Vemos que aumentar a capacidade de atendimento do hospital público, e expandir a margem de reserva, não beneficia o superávit operacional, dado que já existe excesso de oferta de leitos.

6.3.2 Existe excesso de demanda no hospital privado

Entretanto, o excesso de oferta no hospital público excede o excesso de demanda no hospital privado. Então:

$$X_i \leq K_i; X_j \geq K_j \text{ e } K_i - X_i > X_j - K_j$$

$S_i = pX_i - rK_i + p(X_j - K_j)$ e calculando os valores esperados teremos (ver o apêndice D):

$$ES_i(\lambda_i, \lambda_j) = (p - r)\lambda_i - r\gamma(\lambda_i)^{0.5} - p\beta(\lambda_j)^{0.5} \quad (5)$$

As derivadas de interesse são as seguintes:

$$\partial ES_i(\lambda_i, \lambda_j) / \partial \gamma = -r(\lambda_i)^{0.5} < 0$$

Dada a capacidade do hospital privado, quanto mais o hospital público investe, menor o seu superávit operacional, visto que esse hospital tem excesso de capacidade. A capacidade ociosa do hospital público é suficiente para acomodar o excesso de demanda privada e ainda restam leitos vazios. A margem de reserva do hospital público não deve ser aumentada nesse caso.

$$\partial ES_i(\lambda_i, \lambda_j) / \partial \beta = -p(\lambda_j)^{0.5} < 0$$

Dada a capacidade do hospital público, quanto maior a probabilidade de que um paciente seja atendido no hospital privado, menor será o superávit no hospital público. Isso ocorre porque o superávit público aumenta com o excesso de demanda que o hospital privado não é capaz de atender. Um regulador que defendesse o superávit público não deveria permitir o aumento da margem de reserva privada.

Resumo da discussão

Na presença de excesso de demanda privada, acomodada totalmente pela oferta pública, teremos $ES_i = F(\gamma, \beta)$.

Do ponto de vista da “lucratividade” pública não seria recomendável aumentar a margem de reserva pública e nem a margem de reserva privada.

6.3.3 Existe excesso de demanda global: $K_i + K_j < X_i + X_j$ (R2)

As duas situações precedentes têm uma característica comum: nenhuma penalidade é aplicada ao hospital público. A seguir, apresentamos uma situação onde existe excesso de demanda global, e uma penalidade é aplicada.

Sabemos, da definição da distância de reserva, que: $K_i + K_j = X_i + \gamma(\lambda_i)^{0.5} + X_j + \beta(\lambda_j)^{0.5}$. Utilizando a relação (R2), obtemos, nesse caso, $\gamma(\lambda_i)^{0.5} + \beta(\lambda_j)^{0.5} = K_i + K_j - X_i - X_j < 0$ (R3).

A demanda total excede a capacidade total. A capacidade pública e a capacidade privada são totalmente ocupadas e, assim, o hospital público assume o ônus de atender o excesso de demanda total. Além disso, o hospital público sofre uma penalidade, conforme assumimos ao longo do texto.

Assim, temos a seguinte relação para o superávit público:

$S_i = (p - r)K_i + p(X_i + X_j - K_i - K_j) - t(X_i + X_j - K_i - K_j)$ e o superávit público esperado será (ver o apêndice D):

$$ES_i(\lambda_i, \lambda_j) = (p - r) (\lambda_i + \gamma(\lambda_i)^{0.5}) + (t - p) (\gamma(\lambda_i)^{0.5} + \beta(\lambda_j)^{0.5}) \quad (6)$$

As derivadas de interesse são as seguintes:

$\partial ES_i(\lambda_i, \lambda_j)/\partial \gamma = (p - r)[(\lambda_i)^{0.5}] + (t - p)[\gamma(\lambda_i)^{0.5}] = (t - r)(\lambda_i)^{0.5} > 0$. Como $t > r$, dada a capacidade do setor privado, quanto maior a probabilidade de que um paciente seja atendido no hospital público, maior será o superávit desse hospital. Aumentar a margem de reserva pública reduz o excesso de demanda e o ônus da penalidade imposta.

$\partial ES_i(\lambda_i, \lambda_j)/\partial \beta = (t - p)(\lambda_j)^{0.5} > 0$. Como $t > p$, dada a capacidade do hospital público, quanto maior a probabilidade de que um paciente seja atendido no setor privado, maior o superávit no hospital público. O ganho marginal do hospital público gerado pelo investimento privado, devido à redução do ônus da penalidade imposta, é representado por $(t - p)$ por paciente atendido, multiplicado pelo desvio-padrão da demanda pelo hospital privado.

Subtraindo a primeira derivada da segunda derivada obtida, obtemos o seguinte resultado:

$$[\partial ES_i(\lambda_i, \lambda_j)/\partial \gamma] - [\partial ES_i(\lambda_i, \lambda_j)/\partial \beta] = (p - t)(\lambda_j)^{0.5} + (t - r)(\lambda_i)^{0.5} > 0$$

Podemos demonstrar que tal expressão é positiva (ver o apêndice D). O superávit do hospital público é mais sensível a sua própria margem de reserva (γ) do que à margem de reserva do hospital privado (β). Esse resultado é similar ao obtido no modelo de repartição de mercado. Fica, então, uma importante recomendação de política: O hospital público deveria receber prioridade no investimento destinado a melhorar sua situação financeira.

A última derivada de interesse é $\partial ES_i(\lambda_i, \lambda_j)/\partial t = \gamma(\lambda_i)^{0.5} + \beta(\lambda_j)^{0.5} < 0$ (ver a equação R3). Como, nesse caso, existe excesso de demanda em ambos os hospitais, tanto γ como β serão negativos. Como esperado, o superávit público diminui quando a penalidade t aumenta.

Resumo da discussão

Então, na presença de excesso de demanda global, teremos:

$$ES_i = F(\gamma^*, \beta^*, \bar{t})$$

Investir na capacidade pública ou na capacidade privada ou, similarmente, aumentar as respectivas margens de reserva são boas opções de política quando na

presença de excesso de demanda global. O modelo mostra que o superávit público é mais sensível à reserva de margem pública do que à reserva de margem privada. O investimento no hospital público merece prioridade caso o objetivo seja impedir a deterioração de sua situação financeira-operacional.

Outra conclusão interessante é que todas as derivadas dependem da variabilidade (desvio-padrão) das demandas $((\lambda_i)^{0,5}$ e $(\lambda_j)^{0,5})$. A sensibilidade do superávit público à mudança na capacidade de atendimento é maior nos hospitais com demandas maiores. Também podemos notar, por simples inspeção nas fórmulas, que as derivadas dessas sensibilidades em relação a λ_i e a λ_j são positivas, mas que as correspondentes derivadas segundas são negativas. Esse resultado se origina no expoente fracionário (0,5) ao qual λ_i e λ_j estão elevados. A sensibilidade do superávit cresce mais vagarosamente à medida que as demandas aumentam, denotando a presença de retornos marginais decrescentes.

6.4 UMA POLÍTICA DE INVESTIMENTOS DEFENSIVA PARA O HOSPITAL PÚBLICO NO MODELO COM FILAS DE ESPERA

Neste ponto, passamos a analisar uma política defensiva de investimentos para o hospital público, em nosso modelo com filas de espera, nos mesmos moldes do modelo de repartição de mercado, que fizemos na subseção 5.3. Assim, valem a Definição 1 (*isolucro*) e a Definição 2 (*política de investimentos defensiva*) daquela subseção.

Novamente, surgem duas situações de interesse:

1. Existe excesso de demanda no setor privado, mas excesso de oferta global:

Temos $ES_i(\lambda_i, \lambda_j) = (p - r) \lambda_i - r\gamma(\lambda_i)^{0,5} - p\beta(\lambda_j)^{0,5}$ (equação 5). Diferenciando em relação a γ e β e igualando a zero, obtemos, $dES_i(\lambda_i, \lambda_j) = -r(\lambda_i)^{0,5} d\gamma - p(\lambda_j)^{0,5} d\beta = 0$.

Então,

$$d\gamma/d\beta = -(p/r)(\lambda_j/\lambda_i)^{0,5} < 0$$

Nesse caso, para preservar o valor do superávit do hospital público, as margens de reserva devem variar em sentidos opostos. Como existe capacidade ociosa no hospital público, suficiente para cobrir o excesso de demanda no setor privado se o setor privado investir e aumentar a sua margem, o setor público deve reduzir sua capacidade ociosa (que tem custo por paciente igual a r). Se, por outro lado, o hospital privado reduzir sua capacidade e sua margem, o hospital público deveria, em princípio, tender a elevar sua capacidade, para fazer face ao aumento do excesso de demanda privado e não incorrer em penalidade. Qualitativamente, a conclusão é similar ao modelo com repartição de mercado e ao modelo híbrido, que ainda apresentaremos.

2. Existe excesso de demanda global:

Nesse caso, vale a equação $ES_i(\lambda_i, \lambda_j) = (p - r)(\lambda_i + \gamma(\lambda_i)^{0.5}) + (t - p)(\gamma(\lambda_i)^{0.5} + \beta(\lambda_j)^{0.5})$ (equação 6). Novamente diferenciando em relação a γ e β e igualando a zero, obtemos:

$$dES_i(\lambda_i, \lambda_j) = (t - r)(\lambda_i)^{0.5} d\gamma + (t - p)(\lambda_j)^{0.5} d\beta.$$

Então,

$$d\gamma/d\beta = -[(t - p)/(t - r)](\lambda_j/\lambda_i)^{0.5} < 0.$$

E, se nenhuma penalidade for imposta ($t = 0$), fica idêntico ao caso anterior. A derivada dessa última expressão em relação à penalidade será $(d\gamma/d\beta)/dt = -(p - r)/(t - r)^2 < 0$. A derivada é negativa, mas $d\gamma/d\beta$ é um número negativo. Então, como no modelo de repartição de mercado, se uma penalidade for aplicada, a variação relativa da capacidade pública necessária para manter o superávit constante aumenta à medida que a penalidade aumenta e vice-versa.

Como os resultados do modelo com filas de espera são, conforme vimos, bastante similares aos do modelo de repartição de mercado e aos obtidos no modelo híbrido, não realizaremos, para esses outros dois modelos, exercícios numéricos ilustrativos como fizemos no modelo de repartição (na subseção 5.2). A próxima seção explicita de modo bastante direto essa convergência de resultados nos três modelos.

7 UM MODELO HÍBRIDO: REPARTIÇÃO DE MERCADO NA PRESENÇA DE FILAS DE ESPERA

Nesta seção, introduzimos um modelo de análise que se beneficia do aprendizado realizado nos dois modelos anteriores. O hospital público passa a ter uma participação fixa no mercado, mas em um contexto em que as filas de espera estão presentes, com as características das seções precedentes. Conforme veremos, os resultados deste terceiro modelo são absolutamente compatíveis com os dois modelos anteriores, mais especialmente com o modelo de filas.

Seja, no modelo com filas de espera, a seguinte relação entre a demanda no hospital público λ_i e a demanda no hospital privado λ_j : $\theta = \frac{\lambda_i}{\lambda_i + \lambda_j}$, com $0 < \theta \leq 1$.

O parâmetro θ define a participação do hospital público no atendimento total do sistema. Então $\lambda_j = \left(\frac{1-\theta}{\theta}\right)\lambda_i$ e $\lambda_i = \left(\frac{\theta}{1-\theta}\right)\lambda_j$. Essas duas últimas relações serão introduzidas no cálculo do superávit do hospital público no modelo com filas, e todas

as fórmulas de interesse podem ser facilmente obtidas. Assim, como naquele modelo, três situações podem ocorrer:

1. Não há excesso de demanda. Nesse caso, o superávit do hospital público será:

$ES_i(\lambda_i) = (p - r)\lambda_i - r\gamma(\lambda_i)^{0.5}$. O resultado é idêntico ao modelo com filas e todas as derivadas do modelo se repetem.

Colocado como função de θ e λ_j o superávit será:

$$ES_i(\theta, \lambda_j) = (p - r)\left(\frac{\theta}{1 - \theta}\right)\lambda_j - r\gamma\left(\frac{\theta}{1 - \theta}\right)^{0.5}\lambda_j^{0.5} = \left(\frac{\theta}{1 - \theta}\right)p\lambda_j - r\left[\left(\frac{\theta}{1 - \theta}\right)\lambda_j - \gamma\left(\frac{\theta}{1 - \theta}\right)^{0.5}\lambda_j^{0.5}\right]$$

Derivando em relação ao parâmetro de participação no mercado θ , obtemos:

$$\partial ES_i(\lambda_i)/\partial \theta = \left[\frac{1}{(1 - \theta)^2}\right][p\lambda_j - r\{\lambda_j - 0,5\gamma\left(\frac{1 - \theta}{\theta}\right)^{0.5}\lambda_j^{0.5}\}] > 0. \text{ Notemos que,}$$

dado que $0 < \theta \leq 1$, a expressão $\left(\frac{1 - \theta}{\theta}\right)^{0.5}$ é positiva. Assim, como γ também é

positivo, a expressão entre chaves é menor do que λ_j . Dado que $p > r$ e $\left[\frac{1}{(1 - \theta)^2}\right]$ é

positiva, a derivada é positiva. Note-se que o sinal positivo também ocorreu no modelo original de repartição de mercado, na presença de excesso de oferta global. Como o hospital público tem excesso de oferta, ganhar mercado melhora o superávit operacional.

2. Existe excesso de demanda apenas no hospital privado, mas o hospital público é capaz de absorver tal excesso. Nesse caso, teremos:

$$ES_i(\lambda_i) = (p - r)\lambda_i - r\gamma(\lambda_i)^{0.5} - p\beta\left[\left(\frac{1 - \theta}{\theta}\right)\lambda_i\right]^{0.5}$$

As derivadas de interesse serão:

$\partial ES_i(\lambda_i)/\partial \gamma = -r(\lambda_i)^{0.5} < 0$. Idêntico ao modelo original com as filas de espera.

$$\partial ES_i(\lambda_i)/\partial \beta = -p\left[\left(\frac{1 - \theta}{\theta}\right)\lambda_i\right]^{0.5} < 0. \text{ Difere do modelo original com filas apenas}$$

pelo termo envolvendo o parâmetro θ , e pelo fato de que a demanda pelo hospital privado λ_j é substituída pela demanda pelo hospital público λ_i . Note-se que se $\theta = 1$, o hospital público absorve toda a população e a derivada não depende do parâmetro β originado no setor privado.

$$\partial ES_i(\lambda_i)/\partial \theta = \left(\frac{p\beta}{2\theta^2} \right) \left[\left(\frac{\theta}{1-\theta} \right) \lambda_i \right]^{0,5} > 0. \text{ Como no modelo de } market-share$$

original, uma vez que o hospital público tem capacidade ociosa, o aumento da participação do hospital público no atendimento melhora a situação do superávit.

Uma política defensiva do superávit do hospital público será tal que:

$$d\gamma/d\beta = -(p/r) \left[\left(\frac{1-\theta}{\theta} \right) \right]^{0,5} < 0. \text{ Como no modelo original de filas, o sinal da}$$

derivada é negativo, conforme o esperado. Nesse caso, vemos surgir o termo envolvendo o parâmetro θ e, ao contrário do modelo de filas original, ocorre a não inclusão dos termos relacionados com os desvios-padrão $((\lambda_i)^{0,5}$ e $(\lambda_j)^{0,5})$ das demandas, que se cancelam mutuamente dada a relação existente entre a demanda pelo hospital público e a demanda pelo hospital privado.

3. Existe excesso de demanda global. Nesse caso, teremos:

$$ES_i(\lambda_i) = (p-r)[\lambda_i + \gamma(\lambda_i)^{0,5}] + (t-p) \left\{ \gamma(\lambda_i)^{0,5} + \beta \left[\left(\frac{1-\theta}{\theta} \right) \lambda_i \right]^{0,5} \right\}$$

As derivadas importantes são:

$$\partial ES_i(\lambda_i)/\partial \gamma = (t-r)(\lambda_i)^{0,5} > 0. \text{ Idêntica ao caso original com filas de espera.}$$

$$\partial ES_i(\lambda_i)/\partial \beta = (t-p) \left[\left(\frac{1-\theta}{\theta} \right) \lambda_i \right]^{0,5} > 0. \text{ Similar ao caso do modelo de filas}$$

original. Novamente, se $\theta = 1$, a derivada se anula. Vemos, agora, a presença do termo envolvendo o parâmetro de *market-share* público θ . A demanda pelo hospital privado λ_j é substituída pela demanda pelo hospital público λ_i .

$\partial ES_i(\lambda_i)/\partial \gamma - \partial ES_i(\lambda_i)/\partial \beta = (t-r)(\lambda_i)^{0,5} - (t-p) \left[\left(\frac{1-\theta}{\theta} \right) \lambda_i \right]^{0,5} > 0.$ Para demonstrar, note-se que, se substituirmos r por p , a expressão fica menos positiva, pois p é o limite superior de r . Daí, a expressão se torna: $\partial ES_i(\lambda_i)/\partial \gamma - \partial ES_i(\lambda_i)/\partial \beta = (t-p)(\lambda_i)^{0,5} - (t-p) \left[\left(\frac{1-\theta}{\theta} \right) \lambda_i \right]^{0,5}$. Como $0 < \left(\frac{1-\theta}{\theta} \right) \leq 1$ a derivada é, portanto, positiva, como nos dois outros modelos. O hospital público deverá ser o recipiente preferencial dos investimentos públicos.

$$\partial ES_i(\lambda_i)/\partial \theta = \left[\frac{(p-t)\beta}{2\theta^2} \right] \left[\left(\frac{\theta}{1-\theta} \right) \lambda_i \right]^{0,5} < 0. \text{ Como existe excesso de oferta, e}$$

ocorre imposição de multa, ampliar a participação do hospital público piora a situação do superávit.

$$\partial ES_i(\lambda_i)/\partial t = \gamma(\lambda_i)^{0,5} + \beta \left[\left(\frac{1-\theta}{\theta} \right) \lambda_i \right]^{0,5} < 0. \text{ Como, nesse caso, existe excesso de}$$

demanda em ambos os hospitais, tanto γ como β serão negativos e, logicamente, a imposição de multa reduz o superávit operacional do hospital público.

Uma política defensiva do superávit do hospital público será tal que:

$$d\gamma/d\beta = - \left(\frac{t-p}{t-r} \right) \left[\left(\frac{1-\theta}{\theta} \right) \right]^{0,5} < 0. \text{ O sinal da derivada é negativo, como era}$$

esperado. Também surge o termo envolvendo o parâmetro θ e o cancelamento dos termos envolvendo os desvios-padrão das demandas.

8 A COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS NOS TRÊS MODELOS

A despeito das diferenças de concepção e da construção independente, os resultados obtidos no modelo de repartição de mercado são qualitativamente análogos aos resultados obtidos no modelo de fila de espera e no modelo híbrido, conforme está explícito na sequência de quadros a seguir. Esse fenômeno decorre do princípio básico que norteia os três modelos: um hospital (ou setor) público e um hospital (ou setor) privado coexistem em uma situação em que as seguintes características são observadas:

- a demanda e eventualmente a oferta por atendimento são estocásticas;
- pode ocorrer excesso de demanda ou excesso de oferta por atendimento;
- as políticas de investimentos são baseadas nos possíveis excessos de demanda ou de oferta, e tentam minimizar as consequências prejudiciais de tais excessos; e
- o hospital público é obrigado a atender qualquer excesso de oferta, sob pena de punição explícita.

QUADRO 1
Derivadas do superávit no modelo de repartição de mercado

Balanco	K_i	K_j	$(\partial ES_i/\partial K_i) - (\partial ES_j/\partial K_j)$	α	t
1	$-r$	0	n.r.	$\frac{p}{2(1-\alpha)^2} > 0$	0
2	$-r$	$-p$	n.r.	$\frac{p}{2(1-\alpha)^2} > 0$	0
3	$t-r > 0$	$t-p > 0$	$p-r > 0$	$\frac{p-t}{2(1-\alpha)^2} < 0$	$K_i + K_j - \left[\frac{1}{2(1-\alpha)} \right] < 0$

Fonte: Elaboração dos autores.

Notas: Balanço entre a demanda e a oferta:

1. Excesso de oferta global.

2. Excesso de demanda privada menor do que o excesso de oferta pública.

3. Excesso de demanda global.

n.r.: Não-relevante (ver a seção 5), pois existe excesso de oferta no hospital público e nenhum investimento deve ser feito nele.

Obs.: Também foi obtida a derivada cruzada $\partial ES_i(K_i, K_j, \alpha)/\partial \alpha \partial t = -\frac{1}{2(1-\alpha)^2} < 0$.

QUADRO 2

Derivadas do superávit no modelo de filas de espera

Balanço	γ	β	$[\partial ES/\partial \gamma] - [\partial ES/\partial \beta]$	t
1	$-\lambda(\lambda_i)^{0,5} < 0$	0	n.r.	0
2	$-\lambda(\lambda_i)^{0,5} < 0$	$-\rho(\lambda_i)^{0,5} < 0$	n.r.	0
3	$(t-\lambda)(\lambda_i)^{0,5} > 0$	$(t-\rho)(\lambda_i)^{0,5} > 0$	$(\rho-\lambda)(\lambda_i)^{0,5} + (t-\lambda)(\lambda_i)^{0,5} > 0$	$\gamma(\lambda_i)^{0,5} + \beta(\lambda_i)^{0,5} < 0$

Fonte: Elaboração dos autores.

Notas: Balanço entre a demanda e a oferta:

1. Excesso de oferta global.

2. Excesso de demanda privada menor do que o excesso de oferta pública.

3. Excesso de demanda global.

n.r.: Não-relevante (ver a seção 5), pois existe excesso de oferta no hospital público e nenhum investimento deve ser feito nele.

QUADRO 3

Derivadas do superávit no modelo híbrido

Balanço	γ	β	θ	t
1	$-\lambda(\lambda_i)^{0,5} < 0$	0	$\left[\frac{1}{(1-\theta)^2} \right] [\rho\lambda_i - \lambda\lambda_i - 0,5\gamma \left(\frac{1-\theta}{\theta} \right)^{0,5} \lambda_i^{0,5}] > 0$	0
2	$-\lambda(\lambda_i)^{0,5} < 0$	$-\rho \left(\frac{1-\theta}{\theta} \right) \lambda_i^{0,5} < 0$	$\left(\frac{\rho\beta}{2\theta^2} \right) \left[\left(\frac{\theta}{1-\theta} \right) \lambda_i \right]^{0,5} > 0$	0
3	$(t-\lambda)(\lambda_i)^{0,5} > 0$	$(t-\rho) \left[\left(\frac{1-\theta}{\theta} \right) \lambda_i \right]^{0,5} > 0$	$\left[\frac{(\rho-\lambda)\beta}{2\theta^2} \right] \left[\left(\frac{\theta}{1-\theta} \right) \lambda_i \right]^{0,5} < 0$	$\gamma(\lambda_i)^{0,5} + \beta \left[\left(\frac{1-\theta}{\theta} \right) \lambda_i \right]^{0,5} < 0$

Fonte: Elaboração dos autores.

Notas: Balanço entre a demanda e a oferta:

1. Excesso de oferta global.

2. Excesso de demanda privada menor do que o excesso de oferta pública.

3. Excesso de demanda global.

Obs.:

1. Nesse modelo, com excesso de demanda global (situação 3), temos, conforme consta no texto, a diferença $\partial ES(\lambda_i)/\partial \gamma - \partial ES(\lambda_i)/\partial \beta = (t-\lambda)(\lambda_i)^{0,5} - (t-\rho) \left[\left(\frac{1-\theta}{\theta} \right) \lambda_i \right]^{0,5} > 0$, que não está no quadro para economizar espaço. Nos demais casos,

conforme já vimos, tal derivada é irrelevante, pois nenhum investimento deve ser feito se o hospital público tiver capacidade ociosa (excesso de oferta).

2. Existe, também, de modo similar ao modelo de repartição de mercado, a derivada cruzada $\partial ES(K_i, K_j, \theta)/\partial \theta \partial t = - \left[\frac{\beta}{2\theta^2} \right] \left[\left(\frac{1-\theta}{\theta} \right) \lambda_i \right]^{0,5} < 0$.

Deve-se notar que os quadros 1, 2, e 3 são bastante parecidos, pois γ e β representam as margens de reserva do estoque de capital de que os hospitais dispõem para atender a demanda. Os sinais das derivadas correspondentes nos três quadros são os mesmos. A diferença reside no surgimento do componente de variabilidade presente no modelo de filas de espera, representado pelos desvios-padrão $(\lambda_i)^{0,5}$; e $(\lambda_i)^{0,5}$. Apesar das diferenças de construção, a similaridade dos resultados, em princípio, atesta a coerência dos modelos.

QUADRO 4

Derivadas da política defensiva no modelo de repartição de mercado e no modelo de filas de espera

Balanço	Repartição de mercado	Filas de espera	Híbrido
2	$dK_j/dK_j = -p/r < 0$	$d\gamma/d\beta = -(p/\lambda)(\lambda_j/\lambda)^{0.5} < 0$	$d\gamma/d\beta = -(p/\lambda)[(1-\theta)/\theta]^{0.5} < 0$
3	$dK_j/dK_j = -(t-p)/(t-\lambda) < 0$	$d\gamma/d\beta = -[(t-p)/(t-\lambda)](\lambda_j/\lambda)^{0.5} < 0$	$d\gamma/d\beta = -[(t-p)/(t-\lambda)][(1-\theta)/\theta]^{0.5} < 0$
3	$d(dK_j/dK_j)/dt = -(p-\lambda)/(t-\lambda)^2 < 0$	$(d\gamma/d\beta)/dt = -[(p-\lambda)/(t-\lambda)](\lambda_j/\lambda)^{0.5} < 0$	$(d\gamma/d\beta)/dt = -[(p-\lambda)/(t-\lambda)][(1-\theta)/\theta]^{0.5} < 0$

Fonte: Elaboração dos autores.

Notas: Balanço entre a demanda e a oferta:

2. Excesso de demanda privada menor do que o excesso de oferta pública.

3. Excesso de demanda global.

A análise do quadro 4 suscita o mesmo tipo de comentário relacionado com os quadros 1, 2, e 3. Qualitativamente, os resultados são similares. As dissimilaridades entre as derivadas no modelo de repartição de mercado e do modelo com filas decorrem da inclusão, no modelo de filas, dos componentes representativos dos desvios-padrão da distribuição exponencial. As discrepâncias entre as derivadas no modelo de filas e as do modelo híbrido decorrem da introdução, nesse último modelo, de um *market-share* para o hospital público.

9 APLICAÇÕES DOS MODELOS AO SUS

Nesta seção faremos alguns exercícios bastante simplificados – e exploratórios – de aplicação em separado do modelo de repartição de mercado e aplicação conjunta do modelo de filas de espera e do modelo híbrido em alguns dados do SUS. Não fazemos explicitação particular detalhada no modelo híbrido, pois os resultados são similares aos obtidos nos dois modelos básicos, mais especificamente no modelo de filas, a menos por algumas pequenas variações nos parâmetros apresentados. Tais esforços visam avaliar os resultados hipotéticos que poderiam ser obtidos com a imposição de uma política de investimentos defensiva, no sentido exposto no texto, ou seja, da manutenção da virtual situação orçamentária dos hospitais públicos. Antes de configurarem diagnósticos definitivos ou recomendações categóricas, tais exercícios devem ser examinados em suas exatas dimensões. Trata-se meramente de ilustrações sobre as possibilidades que alguns dos resultados de nosso estudo podem eventualmente adicionar à gestão de nosso sistema de saúde. A necessidade de simplificação e de concisão recomenda que, inicialmente, os resultados sejam observados em contextos de dados agregados, mesmo considerando-se a necessária visão microeconômica dos modelos. Obviamente, não vislumbramos, conceitualmente, restrições a aplicações mais agregadas dos modelos desde que cuidados sejam observados e feitas adaptações, e isto é o que pretendemos fazer em etapas e desdobramentos subsequentes ao estudo aqui apresentado. Como não temos, em princípio, como quantificar as eventuais penalidades impostas ao sistema em situações de excesso de demanda global, apenas o caso em que existe excesso de

demanda no setor privado, absorvido pelo excesso de oferta no setor público (situação de balanço 2, nos quadros 1 a 4), será estudado.¹²

O período de aplicação se refere aos últimos 15 anos (1993 a 2007) observados, com dados que julgamos razoavelmente confiáveis e disponíveis no Datasus. Não é nosso objetivo determinar qual o período mais relevante para a realização de investimentos no SUS, mas, obviamente, os investimentos devem ser calibrados de modo a atender as necessidades da população. Em um sistema gigantesco e descentralizado como o SUS, descobrir essa periodicidade não seria tarefa trivial. Não temos razão para supor que os investimentos em capacidade de atendimento no SUS possam ser planejados ou executados anualmente, mas, com intenções meramente ilustrativas, no apêndice E os cálculos foram realizados ano a ano, de 1993 a 2007. Os resultados, por vezes discrepantes, entre os dois modelos utilizados decorrem das diferenças de objetivos e de construção de cada um explicitadas no texto.

O quadro 5 apresenta alguns dados relativos ao SUS, que serão utilizados nos exercícios propostos:

QUADRO 5
Capacidade e utilização da capacidade hospitalar no SUS

Ano	Leitos públicos (K_i)	Dias de permanência públicos (λ_i)	Taxa de ocupação pública ^a $\lambda_i/(365K_i)$	Leitos privados (K_j)	Dias de permanência privados (λ_j)	Taxa de ocupação privada ^a $\lambda_j/(365K_j)$
1993	110.407	19.839.200	49,2%	357.692	72.523.251	54,8%
2007	161.488	29.237.219	49,6%	205.909	36.623.393	48,7%

Fonte: Elaboração dos autores com dados do Datasus.

^a Cálculo dos autores a partir dos dados do Datasus.

A aplicação dos dados do quadro 5 aos modelos permite apresentar interessantes cálculos e resultados. Antes da aplicação, entretanto, vamos definir as variáveis básicas utilizadas:

$365K_i$ = capacidade anual de atendimento nos hospitais públicos, representada pelo total de leitos para internação disponíveis no SUS, nessa categoria de hospitais, multiplicado pelo número de dias do ano;

$365K_j$ = capacidade de atendimento nos hospitais privados, representada pelo total de leitos para internação disponíveis no SUS, nessa categoria de hospitais, multiplicado pelo número de dias do ano;

λ_i = demanda por serviços nos hospitais públicos, representada pelo total de dias de internação observados no SUS, nessa categoria de hospitais. O número total de dias de internação contempla a soma dos prazos de todas as internações; e

λ_j = demanda por serviços nos hospitais privados, representada pelo total de dias de internação observados no SUS, nessa categoria de hospitais.

12. As situações de excesso de oferta global também não foram aplicadas, pois as recomendações e inferências desse caso são bastante simples.

Aplicação do modelo de repartição de mercado

$$dK_i = 365(K_{i2007} - K_{i1993}) = 365(161.488 - 110.407) = 365(51.081).$$

$$dK_j = 365(K_{j2007} - K_{j1993}) = 365(205.909 - 357.692) = 365(-151.783).$$

Teremos $dK_i/dK_j = -0,337$. Sabemos do modelo (ver a segunda linha do quadro 4) que, para que o superávit operacional dos hospitais públicos fique constante, deverá valer a relação $dK_i/dK_j = -p/r$.

Então, para que o superávit operacional dos hospitais públicos não variasse, deveríamos ter $p/r = 0,337$. Relações preço/custo acima de 0,337 aumentariam o superávit e relações abaixo desse valor o reduziriam. Note-se que o preço que estamos nos referindo é o preço unitário de internação, e que o custo é definido como custo por unidade de capital utilizada.

Apenas a título de ilustração, em dezembro de 2007, o valor médio de uma internação no SUS foi de R\$ 781,94. Então, o valor do custo da internação que deveria ter vigorado ao longo do tempo para não afetar negativamente o superávit dos hospitais públicos seria $r = \text{R\$ } 781,94/0,337 = \text{R\$ } 2.320,30$. Valores abaixo desse implicariam melhoria do superávit. Não temos meios de, no presente estudo, avaliar os custos reais das internações ao longo do tempo e inferir se tal valor ficou além ou aquém dos valores efetivamente observados. Obviamente, esse é um exercício muito preliminar e contrafactual que tenta inferir a relação preço/custo que manteria o superávit constante a partir da variação observada do estoque de capital. O modelo, na verdade, é mais útil para, dada uma relação preço/custo em uma determinada data, determinar, a partir daquele instante, qual a variação no estoque de capital que manteria o superávit inalterado. Um exercício mais detalhado deveria considerar, inclusive, as variações do valor das internações durante o longo período de tempo estudado.

Aplicação do modelo com filas de espera e do modelo híbrido

Sabemos que $D_i = K_i - \lambda_i = \gamma(\lambda_i)^{0,5}$. Então, $\gamma = (K_i - \lambda_i)/(\lambda_i)^{0,5}$.

Similarmente, $D_j = K_j - \lambda_j = \beta(\lambda_j)^{0,5}$, e $\beta = (K_j - \lambda_j)/(\lambda_j)^{0,5}$.

Aplicando as fórmulas anteriores aos dados do quadro 5, obtemos:

$\gamma_{2007} = 5.493,823$ e $\gamma_{1993} = 4.593,35$. Então, $d\gamma = 5.493,823 - 4.593,35 = 900,47$. Os hospitais públicos ampliaram a sua margem de segurança no período. Isso já podia ser notado pelo aumento da capacidade ociosa desses hospitais no período, exposta no gráfico 5, da seção 1, e na tabela A.5 do apêndice A. Analogamente, para os hospitais privados, obtemos:

$\beta_{2007} = 6.367,339$ e $\beta_{1993} = 6.814,69$. Então, $d\beta = 6.367,339 - 6.814,69 = -447,35$. Os hospitais privados reduziram a sua margem de segurança no período de

análise. Isso também pode ser notado no gráfico 5 da seção 1 e na tabela A.5 do apêndice A, pela redução da capacidade ociosa desses hospitais.

Sabemos, também da segunda linha do quadro 4, que para a manutenção do superávit operacional dos hospitais públicos, devemos observar a relação $d\gamma/d\beta = -(p/r)(\lambda_j/\lambda_i)^{0.5}$. Daí, $(p/r) = -(d\gamma/d\beta)/(\lambda_i/\lambda_j)^{0.5}$.

Aplicando-se a última fórmula aos dados do quadro 5, onde $\lambda_{i1993} = 19.839.200$ e $\lambda_{j1993} = 72.523.251$, obtemos que a relação preço/custo que manteria fixo, a partir do ano de 1993, o superávit dos hospitais públicos será $(p/r) = 1,053$.

Ao final do período, dado o já referido custo médio da internação observado em dezembro de 2007, o custo por internação que manteria constante o superávit dos hospitais públicos seria $r = R\$ 781,94/1,053 = R\$ 742,53$. Esse mesmo valor seria encontrado no modelo híbrido, dado que existe uma relação simples entre os parâmetros do modelo de filas e os do modelo híbrido, pois no modelo híbrido a participação do hospital público no atendimento é dada por $\theta = \frac{\lambda_i}{\lambda_i + \lambda_j}$. Valem,

nesses casos, como no modelo de repartição de mercado, todas as observações feitas sobre as severas limitações de tal exercício.

No apêndice E, apresentamos o cálculo pontual da relação preço/custo ano a ano para todos os modelos de análise. Ressaltamos que tal exercício simplificado não deve ser utilizado como guia e nem como instrumento de avaliação de política, mas como demonstração das potencialidades de nosso estudo em contextos mais elaborados, detalhados e específicos.

10 COMENTÁRIOS FINAIS

Apresentamos uma visão esquemática de vários resultados de políticas de investimento em capacidade de atendimento em hospitais, quando um formulador de políticas públicas tem que alocar recursos públicos escassos para investimentos em aumento de capacidade de atendimento em hospitais públicos e privados.

Nossos exercícios são realizados em um contexto de modelos alternativos, contemplando, ainda que de modo bem simplificado, algumas das características observadas no SUS: a gratuidade e a obrigatoriedade do atendimento; o desejo de não conviver, ao menos indefinidamente, com situações que impliquem a perda de controle da situação econômica e financeira dos hospitais; a atuação simultânea, em caráter substitutivo, de hospitais públicos e privados; a necessidade de atender uma parcela significativa da população; a presença de filas para atendimento; e o desconforto organizacional e social gerado pelo não atendimento imediato e pelo surgimento de superlotação no sistema (excesso de demanda global).

Uma recomendação geral do estudo é que os hospitais públicos devem receber a prioridade dos investimentos públicos. Uma recomendação adicional, que consideramos importante, é que os investimentos nos hospitais públicos devem ser realizados levando-se em conta a situação do atendimento nos hospitais privados.

Outra conclusão interessante é que, além do tamanho, as aleatoriedades da demanda e da oferta, nos diversos tipos de hospitais, também devem ser avaliadas e seriamente consideradas no processo decisório que determina os investimentos.

REFERÊNCIAS

ANS. Agência Nacional de Saúde Suplementar. *ANS Informação 2006*, Ano 1, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

BARNUM, H.; KUTZIN, J. *Public hospitals in developing countries: resource use, cost, financing*. Washington, D. C.: World Bank, 1993.

BUTLER, J. R. G. *Hospital cost analysis*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Pub., 1995.

CALVO, M. C. M. *Hospitais públicos e privados no Sistema Único de Saúde do Brasil: o mito da eficiência privada no Estado de Mato Grosso em 1998*. 2002. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2002.

COX, R. D.; SMITH, W. L. *Queues*. London and Colchester: Spottiswoode, Ballantyne & Co. Ltd., 1961.

CULLIS, J. G.; JONES, P. R.; PROPPER, C. Waiting lists and medical care treatment: analysis and policies. In: CULYER, A. J.; NEWHOUSE, J. P. (Eds.). *Handbook of Health Economics*, v. 1B. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier-North-Holland, p. 1.201-1.249, 2000.

FÄRE, R. The existence of plant capacity. *International Economic Review*, v. 25, n. 1, p. 209-213, Feb. 1984.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; VALDMANIS, V. Capacity, competition and efficiency in hospitals: a nonparametric approach. *The Journal of Productivity Analysis*, v. 1, p. 123-138, 1989.

FERRIER, G. D.; VALDMANIS, V. Rural hospital performance and its correlates. *The Journal of Productivity Analysis*, v. 7, p. 63-80, 1996.

FRIEDMAN, B.; PAULY, M. Cost functions for a service with variable quality and stochastic demand: the case of hospitals. *The Review of Economics and Statistics*, v. LXIII, n. 4, p. 620-624, Nov. 1981.

FURUKUBO, M.; OHUCHI, A.; KUROKAWA, T. *Analysis of the congestion of medical care centers*. Trabalho apresentado na Fifth Conference of the Association of Asian-Pacific Operations Research Society, Singapore, 5th-7th, July 2000. Disponível em: <<http://www.ise.nus.edu.sg/proceedings/apors2000/fullpapers/13-04-fp.htm>>. Acessado em: 31 out. 2002.

GAL-OR, E. Excessive investment in hospital capacities. *Journal of Economics & Management Strategy*, v. 3, n. 1, p. 53-70, 1994.

GREEN, L. V. Capacity planning and management in hospitals. In: BRANDEAU, M. L.; SAINFORT, F.; PIERSKALLA, W. P. (Eds.). *Operations research and health care. A handbook of methods and applications*. MA, USA: Kluwer Academic Publishers, p. 15-41, 2004.

HEALTH CANADA. *Final report of the federal advisor on wait times*. Ottawa, Ontario, CA, 2006.

HILLIER, S.; LIEBERMAN, G. J. F. Introduction to operations research, 6th ed. Singapore: McGraw-Hill Book Co., 1995.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa de Assistência Médico-Sanitária (AMS-2002)*. Brasil: IBGE, 2002.

_____. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – Pnad. *Acesso e utilização de serviços de saúde, 2003*. Brasil: IBGE, 2003.

IVERSEN, T. An interaction model of public and private health services: surgical waiting lists. In: CULYER, A. J., JONSSON, B. (Eds.). *Public and private health services*. Oxford: Basil Blackwell, p. 131-151, 1986.

_____. A theory of hospital waiting lines. *Journal of Health Economics*, v. 12, n. 1, p. 55-71, Apr. 1993.

_____. The effect of a private sector on the waiting time in a national health service. *Journal of Health Economics*, v. 16, n. 4, p. 381-396, Aug. 1997.

JOSKOW, P. L. The effects of competition and regulation on hospital bed supply and the reservation quality of the hospital. *The Bell Journal of Economics*, v. 11, n. 2, p. 421-447, autumn 1980.

MANGO, P. D.; SHAPIRO, L. A. Hospitals get serious about operations. *The McKinsey Quarterly*, n. 2, p. 74-85, 2001.

MARINHO, A. *The process of public resources allocation for investment in hospital capacities*. Ipea, abr. 2003 (Texto para Discussão, n. 949).

_____. *Evidências e modelos sobre a coexistência de hospitais com fins lucrativos e hospitais sem fins lucrativos no Sistema Único de Saúde*. Ipea, set. 2004a (Texto para Discussão, n. 1.041).

_____. *Um estudo sobre as filas para internações e para transplantes no Sistema Único de Saúde brasileiro*. Ipea, nov. 2004b (Texto para Discussão, n. 1.055).

MARINHO, A.; FAÇANHA, L. O. Hospitais universitários: indicadores de utilização e análise de eficiência. *Economia Aplicada*, v. 6, n. 3, p. 607-638, jul.-set. 2002.

MS. Ministério da Saúde. *Sistema de Informações Hospitalares (SIH) do SUS*. Disponível em: <www.datasus.gov.br>. Acessado em: 24 out. 2008.

_____. _____. Dez. 1993-jul. 2003. Acessado em: 24 out. 2008.

_____/CNES. *Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde do Brasil*, dez. 2005-nov. 2007. Acessado em: 24 out. 2008.

ROGERSON, W. P. Choice of treatments intensity by a nonprofit hospital under prospective prices. *Journal of Economics & Management Strategy*, v. 3, n. 1, p. 7-51, 1994.

SLOAN, F. Not-for-profit ownership and hospital behavior. In: CULYER, A. J.; NEWHOUSE, J. P. (Eds.). *Handbook of Health Economics*, v. 1B. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier-North-Holland, p. 1.141-1.174, 2000.

WILDAVSKY, A. *The new politics of budgetary process*. Illinois, USA: Scott, Foresman & Co., 1988.

APÊNDICE A

VARIAÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DOS HOSPITAIS PÚBLICOS E PRIVADOS NO SUS

TABELA A.1

Quantitativo de hospitais públicos e privados: percentual de participação no SUS

Natureza/ano ^a	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Públicos	30	31	31	32	34	34	35	36	37	38	39
Privados	70	69	69	68	66	66	65	64	63	62	61
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: MS (2008). Elaboração dos autores com dados do Datasus.

^a Valores em dezembro de cada ano.

TABELA A.2

Leitos em hospitais públicos e privados: percentual de participação no SUS

Natureza/ano ^a	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2005	2006	2007
Públicos	24	23	23	24	26	26	27	27	30	30	31	42	43	44
Privados	76	77	77	76	74	74	73	73	70	70	69	58	57	56
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: MS/SHI (dez./1993-jul./2003)/CNES (dez./2005-nov./2007).

Elaboração dos autores com dados do Datasus. Não houve informações para 2004.

^a Valores em dezembro de cada ano, exceto 2003 e 2007.

TABELA A.3

Total de dias de permanência em hospitais públicos e privados: percentual de participação no SUS

Natureza/ano	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Públicos	21	21	22	23	24	26	28	29	32	35	38	42	43	43	44
Privados	79	79	78	77	76	74	72	71	68	65	62	58	57	57	56
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: MS (2008). Elaboração dos autores com dados do Datasus.

TABELA A.4

Valor total recebido pelas internações em hospitais públicos e privados: percentual de participação no SUS

Natureza/ano	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Públicos	17	17	18	20	21	23	25	26	30	32	35	38	39	40	41
Privados	83	83	82	80	79	77	75	74	70	68	65	62	61	60	59
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: MS (2008). Elaboração dos autores com dados do Datasus.

TABELA A.5

Taxa de ocupação pública e privada: percentual de participação no SUS

Natureza/ano	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2005	2006	2007
Públicos	49,2	44,1	40,9	39,1	37,7	39,9	41,5	40,9	41,9	49,1	54,5	50,2	48,2	49,6
Privados	55,5	51,1	44,8	41,8	40,3	39,1	38,2	37,1	37,1	40,1	40,4	48,4	47,9	48,7

Fonte: Elaboração dos autores com dados do Datasus.

APÊNDICE B**CÁLCULO DO SUPERÁVIT OPERACIONAL ESPERADO NO MODELO DE PARTICIPAÇÃO NO MERCADO**

Seja $\frac{X_i}{X_i + X_j} = \alpha$ (A), então $X_i = \frac{\alpha}{(1-\alpha)} X_j$ (B) e teremos $X_i + X_j = \frac{1}{(1-\alpha)} X_j$ (C).

1. Não existe excesso de demanda. Assim:

$X_i \leq K_i$ e $X_j \leq K_j$. O preço por unidade de demanda é p , e o custo por unidade de capital é r . Assim, o superávit será:

$S_i = pX_i - rK_i$. Utilizando (B) teremos $S_i = p \frac{\alpha}{(1-\alpha)} X_j - rK_i$. O superávit esperado será:

$$ES_i = \int_0^1 \frac{p\alpha}{1-\alpha} X_j dX_j - \int_0^1 rK_i dX_j = \frac{p\alpha}{2(1-\alpha)} - rK_i$$

2. Existe excesso de demanda no hospital privado. Entretanto, o excesso de oferta no hospital público é suficiente para cobrir o déficit privado. Então:

$$X_i \leq K_i; X_j \geq K_j \text{ e } K_i - X_i > (X_j - K_j);$$

$S_i = pX_i - rK_i + p(X_j - K_j)$. Usando (B) e (C), obtemos:

$S_i = p[\frac{\alpha}{(1-\alpha)}X_j + X_j] - rK_i - pK_j = \frac{p}{(1-\alpha)}X_j - rK_i - pK_j$ e calculando o valor esperado:

$$ES_i = \int_0^1 \frac{p}{1-\alpha} X_j dX_j - \int_0^1 rK_i dX_j - \int_0^1 pK_j dX_j = \frac{p}{2(1-\alpha)} - rK_i - pK_j$$

$$ES_i = p[\frac{1}{2(1-\alpha)} - K_j] - rK_i$$

3. Existe excesso de demanda global: $K_i + K_j < X_i + X_j$.

Nesta situação a capacidade do hospital público é totalmente vendida e esse hospital recebe uma penalidade t , aplicada sobre o excesso de demanda total $(X_i + X_j - K_i - K_j)$. Esse excesso de demanda é recebido pelo hospital público, que cobra o preço p por unidade. Temos:

$$S_i = (p-r)K_i - (t-p)(X_i + X_j - K_i - K_j). \text{ Por (C) teremos } X_i + X_j = \frac{1}{(1-\alpha)} X_j \text{ e,}$$

daí:

$$S_i = (p-r)K_i - (t-p)[\frac{1}{(1-\alpha)}X_j - K_i - K_j]. \text{ O superávit esperado será:}$$

$$ES_i = \int_0^1 (p-r)K_i dX_j - \int_0^1 (t-p)[\frac{1}{1-\alpha}X_j - K_i - K_j] dX_j$$

$$ES_i = (p-r)K_i - (t-p)[\frac{1}{2(1-\alpha)} - K_i - K_j].$$

Devemos notar que $[\frac{1}{2(1-\alpha)} - K_i - K_j] > 0$, pois $X_i + X_j = \frac{1}{(1-\alpha)}X_j$ (C). Então,

$$E[X_i + X_j] = E[\frac{1}{(1-\alpha)}X_j] = \int_0^1 \frac{1}{1-\alpha}X_j dX_j = \frac{1}{2(1-\alpha)}.$$

APÊNDICE C

CÁLCULO DAS DERIVADAS PARA A PARTICIPAÇÃO NO MERCADO (*MARKET-SHARE*) α E PARA A PENALIDADE t

1. Não há excesso de demanda. Assim, $X_i \leq K_i$ e $X_j \leq K_j$.

$$ES_i = \frac{p\alpha}{2(1-\alpha)} - rK_i.$$

$$\frac{\partial ES_i}{\partial \alpha} = 2 \frac{p(1-\alpha) - (-p\alpha)}{(2(1-\alpha))^2} = \frac{p}{2(1-\alpha)^2} > 0.$$

2. Existe excesso de demanda privada, mas um excesso de oferta pública sobre o déficit. $X_i \leq K_i$; mas $X_j \geq K_j$, e, ainda, $K_i - X_i > (X_j - K_j)$.

$$ES_i = p \left[\frac{1}{2(1-\alpha)} - K_j \right] - rK_i.$$

$$\frac{\partial ES_i}{\partial \alpha} = p \frac{(-(-2))}{(2(1-\alpha))^2} = \frac{p}{2(1-\alpha)^2} > 0.$$

3. Existe um excesso de demanda global: $K_i + K_j < X_i + X_j$.

$$ES_i = (p-r)K_i - (t-p) \left[\frac{1}{2(1-\alpha)} - K_i - K_j \right].$$

$$\frac{\partial ES_i}{\partial \alpha} = \frac{p-t}{2(1-\alpha)^2} < 0 \text{ pois } p < t.$$

$$\frac{\partial ES_i}{\partial t} = K_i + K_j - \left[\frac{1}{2(1-\alpha)} \right]. \text{ Vamos mostrar que essa derivada é negativa.}$$

Temos $K_i + K_j < X_i + X_j$. Utilizando (C) obtemos $X_i + X_j = \frac{1}{(1-\alpha)} X_j$. Assim,

$$K_i + K_j < \frac{1}{(1-\alpha)} X_j.$$

Temos $E[K_i + K_j] < E \left[\frac{1}{(1-\alpha)} X_j \right] = \int_0^1 \frac{1}{1-\alpha} X_j dX_j = \frac{1}{2(1-\alpha)}$ conforme queríamos demonstrar.

É fácil obter a derivada cruzada, pois sabemos que $\frac{\partial ES_i}{\partial \alpha} = \frac{p-t}{2(1-\alpha)^2}$. Então:

$$\frac{\partial ES_i}{\partial \alpha \partial t} = \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{p-t}{2(1-\alpha)^2} \right) = -\frac{1}{2(1-\alpha)^2} < 0.$$

APÊNDICE D

CÁLCULO DO SUPERÁVIT OPERACIONAL ESPERADO NO MODELO DE FILAS DE ESPERA

1. Existe excesso de demanda no hospital privado, mas o excesso de oferta no hospital público consegue atender tal déficit.

Neste caso, nenhuma penalidade é imposta, e o hospital público captura o excesso de demanda do hospital privado.

$S_i = pX_i - rK_i + p(X_j - K_j)$. Sabemos que $K_j = \lambda_i + \beta(\lambda_j)^{0.5}$ e que $E[X_i] = \lambda_j$. Então:

$$ES_i(\lambda_i, \lambda_j) = (p-r)\lambda_i - r\gamma(\lambda_i)^{0.5} - p\beta(\lambda_j)^{0.5}.$$

2. Existe excesso de demanda global.

Uma penalidade é imposta ao hospital público, que vende toda a sua capacidade, mas não consegue atender toda a demanda sem superlotação:

$$\begin{aligned} S_i &= (p-r)K_i + p(X_i + X_j - K_i - K_j) - t(X_i + X_j - K_i - K_j) = \\ &= (p-r)K_i + (p-t)(X_i + X_j - K_i - K_j). \end{aligned}$$

A distância de reserva do hospital público é: $K_i - \lambda_i = \gamma(\lambda_i)^{0.5}$, o que resulta em $K_i = \lambda_i + \gamma(\lambda_i)^{0.5}$.

Multiplicando essa última expressão por $(p-r)$ obtemos:

$$(p-r)K_i = (p-r)[\lambda_i + \gamma(\lambda_i)^{0.5}] \quad (A1)$$

Como $E[X_i] = \lambda_j$, teremos $E[X_i - K_i] = \lambda_i - (\lambda_i + \gamma(\lambda_i)^{0.5}) = -\gamma(\lambda_i)^{0.5}$.

A distância de reserva do hospital privado é $K_j - \lambda_j = \gamma(\lambda_j)^{0.5}$ e, daí, $K_j = \lambda_j + \gamma(\lambda_j)^{0.5}$.

Como $E[X_j] = \lambda_j$, temos $E[X_j - K_j] = \lambda_j - [\lambda_j + \beta(\lambda_j)^{0.5}] = -\beta(\lambda_j)^{0.5}$.

Assim:

$$\begin{aligned} E[(p-t)(X_i + X_j - K_i - K_j)] &= E[(p-t)(X_i - K_i + X_j - K_j)] = \\ &= -(p-t)[\gamma(\lambda_i)^{0.5} + \beta(\lambda_j)^{0.5}] \end{aligned} \quad (A2).$$

Utilizando (A1) e (A2) teremos:

$$ES_i(\lambda_i, \lambda_j) = (A1) + (A2) = (p-r)[\lambda_i + \gamma(\lambda_i)^{0.5}] + (t-p)[\gamma(\lambda_i)^{0.5} + \beta(\lambda_j)^{0.5}].$$

$$\partial ES_i(\lambda_i, \lambda_j) / \partial \gamma = (p-r)[(\lambda_i)^{0.5}] + (t-p)[\gamma(\lambda_i)^{0.5}] = (t-r)(\lambda_i)^{0.5}.$$

3. Agora mostraremos que $[\partial ES_i(\lambda_i, \lambda_j) / \partial \gamma] - [\partial ES_i(\lambda_i, \lambda_j) / \partial \beta] = (p-t)(\lambda_j)^{0.5} + (t-r)(\lambda_j)^{0.5}$ é um número positivo.

Como $t > p > r$, se substituirmos r por p (que é o limite superior para r) a expressão fica menos positiva e assume a forma $(p-t)(\lambda_j)^{0.5} + (t-p)(\lambda_j)^{0.5}$. Podemos assumir que $\lambda_i > \lambda_j$ pois o hospital público deve atender quem não possui plano de saúde privado, ou mesmo toda a população. Substituindo λ_i por λ_j na segunda parcela, fazemos a expressão ficar ainda menos positiva, com a forma $(p-t)(\lambda_j)^{0.5} + (t-p)(\lambda_j)^{0.5} = 0$, o que é um mínimo.

APÊNDICE E

VALORES DA RELAÇÃO PREÇO/CUSTO (p/t) NO MODELO DE REPARTIÇÃO DE MERCADO, NO MODELO DE FILAS DE ESPERA E NO MODELO HÍBRIDO

TABELA E.1
Aplicação do modelo de repartição de mercado

	$K_{1993-1994}$	$K_{1994-1995}$	$K_{1995-1996}$	$K_{1996-1997}$	$K_{1997-1998}$	$K_{1998-1999}$	$K_{1999-2000}$
∂K_i	-1.298.670	-238.710	1.273.485	2.132.695	-758.470	1.628.630	708.100
∂K_j	-388.725	-3.237.185	-1.803.465	-2.765.970	-2.106.050	-2.002.390	-1.065.435
$\partial K_i / \partial K_j$	3,341	0,074	-0,706	-0,771	0,360	-0,813	-0,665
p/r	-3,341	-0,074	0,706	0,771	-0,360	0,813	0,665
	$K_{2000-2001}$	$K_{2001-2002}$	$K_{2002-2003}$	$K_{2003-2004}$	$K_{2005-2006}$	$K_{2006-2007}$	
∂K_i	3.936.525	-3.347.050	695.325	12.123.840	1.814.050	-25.185	
∂K_j	-4.263.930	-11.174.840	-608.090	-21.151.385	-2.338.190	-2.495.140	
$\partial K_i / \partial K_j$	-0,923	0,300	-1,143	-0,573	-0,776	0,010	
p/r	0,923	-0,300	1,143	0,573	0,776	-0,010	

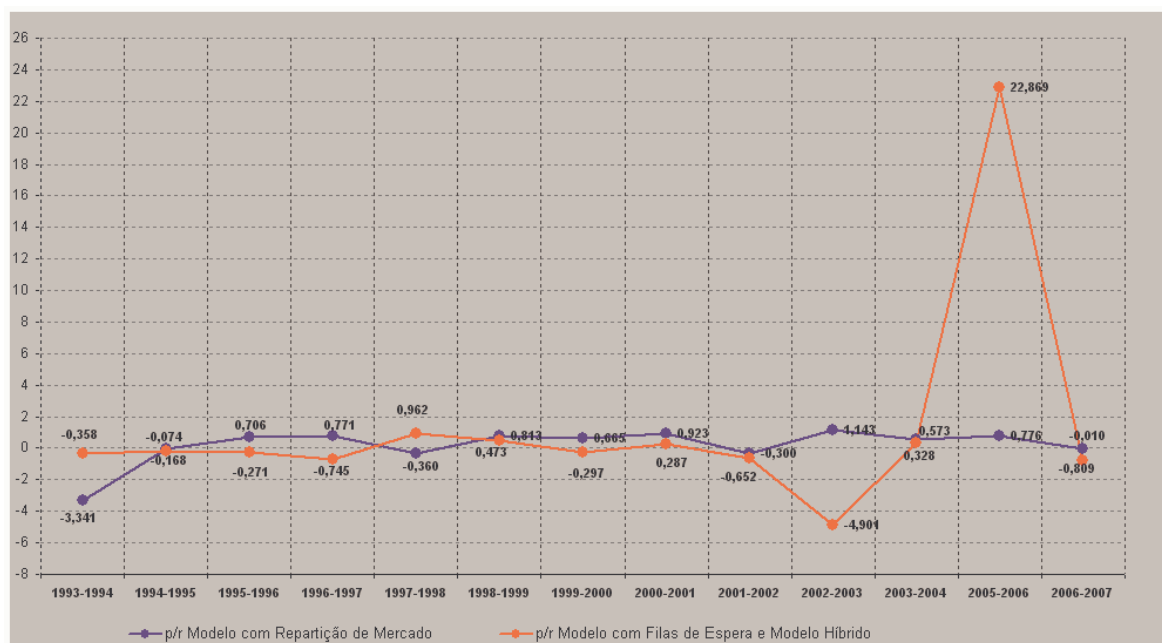
Fonte: Elaboração dos autores.

TABELA E.2

Modelo de filas de espera e modelo híbrido

	$D_{1993-1994}$	$D_{1994-1995}$	$D_{1995-1996}$	$D_{1996-1997}$	$D_{1997-1998}$	$D_{1998-1999}$	$D_{1999-2000}$
∂D_Y	669,522	495,156	402,876	435,872	-482,438	-155,029	145,770
∂D_β	978,507	1.494,195	785,245	320,120	284,522	194,263	308,149
$\partial D_Y / \partial D_\beta$	0,684	0,331	0,513	1,362	-1,696	-0,798	0,473
p/r	-0,358	-0,168	-0,271	-0,745	0,962	0,473	-0,297
	$D_{2000-2001}$	$D_{2001-2002}$	$D_{2002-2003}$	$D_{2003-2004}$	$D_{2005-2006}$	$D_{2006-2007}$	
∂D_Y	88,162	-1.362,444	-695,069	1.182,368	414,864	-239,139	
∂D_β	-197,127	-1.443,626	-103,617	-2.794,082	-15,619	-258,286	
$\partial D_Y / \partial D_\beta$	-0,447	0,944	6,708	-0,423	-26,562	0,926	
p/r	0,287	-0,652	-4,901	0,328	22,869	-0,809	

Fonte: Elaboração dos autores.

Representação gráfica dos resultados

Fonte: Elaboração dos autores.

Obs.:

1. A periodicidade bienal é meramente ilustrativa. Nosso estudo não determina qual o período mais relevante para a realização de investimentos.
2. Não existem dados disponíveis para 2004, o que impede o cálculo no biênio 2004-2005.
3. As discrepâncias de resultados devem-se aos objetivos nem sempre coincidentes dos modelos, conforme explicitado no texto.
4. De acordo com os modelos, não deveríamos observar situações em que as derivadas envolvendo os estoques de capital (dK/dK) ou as margens de reserva ($dY/d\beta$) assumam valores positivos, pois isso implica uma relação preço/custo (p/r) negativa, ou seja, preço e custo teriam sinais diferentes. Tal fenômeno não deve ser interpretado como indicativo de que os preços, ou os custos, foram negativos. O cálculo é feito *ex post* e indica que, dados os investimentos efetivamente realizados nos hospitais públicos e privados, o superávit dos hospitais públicos somente teria ficado constante se os custos, ou os preços, fossem negativos, o que é impossível. Preços e custos negativos não existem por definição em nosso estudo (e na maioria dos textos econômicos). Repetindo, o significado de tais resultados no nosso estudo é que os investimentos realizados no passado tiveram um comportamento tal que não é possível inferir preços e custos positivos que mantivessem constante o superávit operacional dos hospitais públicos no SUS.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **Ipea** 2009

EDITORIAL

Coordenação

Iranilde Rego

Supervisão

Andrea Bossle de Abreu

Revisão

Lucia Duarte Moreira

Eliezer Moreira

Elisabete de Carvalho Soares

Fabiana da Silva Matos

Miriam Nunes da Fonseca

Roberta da Costa de Sousa

Editoração

Roberto das Chagas Campos

Aeromilson Mesquita

Camila Guimarães Simas

Carlos Henrique Santos Vianna

Aline Cristine Torres da Silva Martins (estagiária)

Livraria

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, Térreo

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 3315-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Tiragem: 130 exemplares