

TEXTO PARA DISCUSSÃO N° 1317

**OS TRANSPLANTES DE ÓRGÃOS
NOS ESTADOS BRASILEIROS**

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

Rio de Janeiro, dezembro de 2007

TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 1317

OS TRANSPLANTES DE ÓRGÃOS NOS ESTADOS BRASILEIROS

Alexandre Marinho*

Simone de Souza Cardoso**

Vivian Vicente de Almeida**

Rio de Janeiro, dezembro de 2007

* Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos Sociais do Ipea.

** Assistente de pesquisa do PNPE no Ipea.

Governo Federal

Ministro de Estado Extraordinário de Assuntos Estratégicos – Roberto Mangabeira Unger

Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Núcleo 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

Diretora de Administração e Finanças

Cinara Maria Fonseca de Lima

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 de Comunicação

Estanislau Maria de Freitas Júnior

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

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

ISSN 1415-4765

JEL: C20; C44, I18

TEXTO PARA DISCUSSÃO

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos 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 inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Núcleo 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.

SINOPSE

Avaliamos alguns aspectos dos transplantes de órgãos nas Unidades da Federação, nos anos de 2004, 2005 e 2006. Estimamos, com base em um modelo de teoria das filas, os tempos de espera para transplantes de coração, córnea, fígado, pulmão, rim, pâncreas, e transplante simultâneo de rim e pâncreas. Os resultados indicam redução na espera por alguns órgãos (córnea, e pâncreas); elevação em outros (fígado, coração, rim/pâncreas); e ligeiras flutuações, sem tendência muito definida, nos transplantes de rim e nos transplantes de pulmão ao longo do período estudado. Os Estados da região sul; sudeste (com a exceção do Rio de Janeiro); e centro-oeste; têm os menores tempos de espera, as maiores produtividades e a maior capacidade de realização de transplantes do país. O Estado de São Paulo é o destaque positivo. Modelos de regressão revelam, no ano de 2006, a presença de uma correlação positiva entre as quantidades de transplantes per capita realizados e as quantidades de equipes transplantadoras per capita existentes nos Estados.

ABSTRACT

We study some aspects of organ transplantation activities in Brazilian states, in the years of 2004, 2005 and 2006. The average waiting times were estimated by queueing theory models. We found that average waiting time for transplantation reduced for cornea and pancreas; increased for liver, heart and kidney/pancreas; and showed a somewhat erratic variability for kidney and lung. We also estimated large performance disparities among states, according to various performance indicators. Average waiting times are shortest in the states of South, Southeast and Midwest of Brazil. These states also display highest transplantation and productivity rates and present the largest transplantation teams per capita figures. By using regression models, we estimate a positive association between the transplants per capita rates and the per capita transplantation teams rates available in the states.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	BREVE DESCRIÇÃO DO SISTEMA NACIONAL DE TRANSPLANTES	8
3	ALGUNS ASPECTOS ECONÔMICOS DOS TRANSPLANTES DE ÓRGÃOS	10
4	ALGUNS ASPECTOS METODOLÓGICOS PARA O ESTUDO DE FILAS	12
5	OS DADOS UTILIZADOS E OS MODELOS EXECUTADOS	13
6	ANÁLISE DOS RESULTADOS	14
7	A PRODUÇÃO DE TRANSPLANTES NOS ESTADOS	19
8	OS DETERMINANTES DAS QUANTIDADES DE TRANSPLANTES REALIZADOS NOS ESTADOS	26
9	COMENTÁRIOS FINAIS	27
	REFERÊNCIAS	28
	APÊNDICES	30

1 INTRODUÇÃO

Não existem indicadores oficiais gerais do tempo de espera nas filas, e de outras variáveis relevantes relacionadas com transplantes de órgãos no Brasil. Os trabalhos de Marinho (2004, 2006) avaliam aspectos econômicos das filas e apresentam um conjunto de estimativas relacionadas com o tempo de espera para alguns órgãos (coração, córnea, fígado, pulmão, rim, pâncreas, e transplante simultâneo de rim e pâncreas) no Sistema Nacional de Transplantes (SNT). Os resultados obtidos indicaram tempo de espera que, mesmo em um modelo otimista, quase sempre ultrapassa um ano e que, em um modelo menos otimista, poderia atingir, por exemplo, quase nove anos para fígado e mais de 11 anos para rim. Mais ainda, esse tempo de espera é superior a alguns indicadores internacionais (que estão relacionados na tabela 1, apresentada mais adiante). Esses dados se tornam ainda mais relevantes, quando observamos os quantitativos de pessoas nas filas para transplantes no Brasil, conforme a tabela 2, também apresentada a seguir. São muitas pessoas, esperando muito tempo, pelos transplantes de órgãos no Brasil. Cullis, Jones e Propper (2000) assinalam que as filas são um resultado dos descompassos entre a demanda e a oferta, quando o sistema de preços não é o mecanismo determinante da produção e do consumo dos bens e produtos em saúde. O SNT é o maior sistema público de transplantes do mundo, e nenhum sistema de preços é relevante para selecionar os candidatos à recepção de órgãos no Brasil.

O trabalho de Marinho e Cardoso (2007) avalia alguns aspectos da eficiência da realização de transplantes no SNT, no período de 1995 a 2003, comparando os recursos financeiros disponíveis, aos resultados obtidos, em um arcabouço de modelos de determinação de fronteiras de eficiência. Não foram encontradas evidências de melhorias sistemáticas de eficiência no SNT no período estudado. Ainda nesse estudo, foram apresentadas algumas evidências de que o SNT, principalmente nos anos iniciais de sua atuação, deu melhores respostas para questões de curto prazo, do que para questões que influenciariam a eficiência de longo prazo do sistema. Este artigo complementa o trabalho de Marinho (2004, 2006) e de Marinho e Cardoso (2007), em três diferentes sentidos. Primeiramente, descentralizamos o cálculo do tempo de espera nas filas para transplantes de órgãos (rim, córnea, coração, fígado, pulmão, pâncreas, rim/pâncreas) para os estados da federação (com exceção do Acre, sem dados de produção no período) e para o Distrito Federal (DF), para os anos de 2004, 2005 e 2006. A seguir, realizamos avaliações comparativas do desempenho das unidades da federação (UFs) na realização de transplantes de órgãos, baseados nas quantidades realizadas de transplantes; e nas disponibilidades de centros de transplantes e de equipes transplantadoras para os referidos anos. Por último, utilizamos modelos de regressão para avaliar os determinantes das atividades de transplantes nas UFs no período de tempo estudado.

2 BREVE DESCRIÇÃO DO SISTEMA NACIONAL DE TRANSPLANTES

De acordo com a página do Ministério da Saúde na internet,¹ o SNT, criado em 1997, é o responsável pela administração dos transplantes financiados pelo Sistema Único de Saúde (SUS) no Brasil. O SNT dispõe de 25 Centrais de Notificação, Captação e Doação de Órgãos (CNCDO) nos estados da federação e no DF, e de uma Central Nacional de Notificação Captação e Doação de Órgãos (CNNCDO), localizada em Brasília. Além disso, dispõe de 555 estabelecimentos autorizados a realizar transplantes, envolvendo 1.376 equipes médicas.

No Brasil, o transplante de órgãos, por doação ao Estado, somente pode ser feito após a morte cerebral do doador, que pode ser natural ou acidental, e com o concomitante funcionamento dos órgãos que serão doados, sendo que a morte cerebral deve ser devidamente diagnosticada por uma equipe médica; e o transplante, autorizado pelo SNT e pelo SUS. O paciente deve ter manifestado, em vida, para a família, a sua intenção de se tornar doador. Uma vez constatada por médicos a necessidade de transplante, o paciente candidato a receptor é colocado na fila. A fila para transplantes no SUS para cada órgão ou tecido é única, e o atendimento é por ordem de chegada, considerados critérios técnicos, geográficos e de urgência – estes últimos prevalecem, no caso do fígado, para os quais o critério *Model for End-Stage Liver Disease (Meld)/Pediatric End-Stage Liver Disease (Peld)*² é adotado – específicos para cada órgão, de acordo com a Portaria 91/GM/MS, de 23 de janeiro de 2003. A fila é disciplinada pela Portaria 3.407/GM/MS, de 05 de agosto de 1998.³

O Brasil é o segundo país com maior número de transplantes, atrás apenas dos Estados Unidos, que fizeram 28.108 no ano de 2005, com 93.121 pessoas aguardando nas filas.⁴ Vale ressaltar que, nos Estados Unidos, os pacientes pagam pelos transplantes diretamente, ou por meio de planos de saúde, com exceção dos muito pobres, que recebem financiamento dos programas governamentais assistenciais (*Medicare* e *Medicaid*).⁵ Conforme já assinalamos, o Brasil possui o maior programa público de transplantes do mundo. De acordo com a página do SNT na internet,⁶ em 2005, foram realizados no país 15.527 transplantes de órgãos e de tecidos. Desses, 11.095 foram pagos pelo SUS. O SNT registra informações gerais sobre os transplantes de órgãos no Brasil, mas os transplantes realizados fora do SUS não são administrados pelo SNT. Cabe informar que, no sistema de saúde suplementar, os planos de saúde somente são obrigados a financiar transplantes de rim e de córnea, embora, eventualmente, paguem outros tipos de procedimentos, que são realizados nas suas redes referenciadas, que podem incluir hospitais públicos. Aspectos relacionados aos transplantes de órgãos realizados fora do SNT são analisados em Bahia, Simmer e Oliveira (2004). No ano de 2004, foram implantados

1. Ver: <http://portal.saude.gov.br/portal/saude/area.cfm?id_area=1004>, acessada em 13/12/2006.

2. Para mais detalhes, ver a Portaria 1.160 de 29 de maio de 2006 do Ministério da Saúde.

3. Para mais detalhes, ver o site <<http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2001/gM/gm-091.htm>>.

4. Ver mais detalhes em: <<http://www.unos.org/Data/default.asp?displayType=usData>>, conforme acessado em 10/03/2006.

5. Para mais detalhes sobre o sistema de transplantes dos Estados Unidos, ver, entre outros, o documento da Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations (JCAHO), de 2004.

6. Ver: <http://dtr2001.saude.gov.br/transplantes/index_gestor.htm>, acessada em 13/12/2006.

no Brasil, 8.588 córneas, 3.412 rins, 959 fígados, 336 pâncreas, 195 corações, 53 pulmões, com um total de 13.543 transplantes de órgãos sólidos. Outros órgãos, como medula óssea, válvulas cardíacas, ossos, veias, tendões, pele e intestino, também podem ser transplantados. A fila de espera para transplantes de órgãos sólidos totalizava 63.975 pessoas no ano de 2006. O gasto com transplantes, incluindo medicamentos, no ano de 2005, foi de R\$ 521,8 milhões, ou seja, 29,11% a mais do que os R\$ 404,41 milhões gastos em 2004. Os custos indiretos da não-realização de transplantes são elevados. Somente no caso dos rins, as terapias renais substitutivas, que podem, em grande medida, ser substituídas por transplantes, custaram aos cofres públicos, em 2005, a elevada cifra de R\$ 1.159.679.058,23. Godoy, Neto e Ribeiro (2006) estimam perdas de 11% na renda de portadores de doença renal crônica que, em grande parte, poderiam ser mitigadas por transplantes de rim. A essas perdas, devem ser adicionadas outras reconhecidas perdas de qualidade de vida dos pacientes em procedimentos de diálise, quando comparados aos pacientes transplantados.

A despeito do reconhecimento da enorme magnitude das atividades públicas de transplantes no Brasil, o SNT convive com sérios problemas operacionais. Alguns desses problemas estão descritos em um recente relatório do Tribunal de Contas da União (TCU) (BRASIL, 2006). Nesse documento, são detalhados problemas de natureza gerencial, da qualidade e da atualização tecnológica dos procedimentos médicos, e da garantia de prestação de tratamento tempestivo e equitativo ao público-alvo do SNT. Ribeiro e Schramm (2006) discutem aspectos morais importantes que deveriam ser reconhecidos na formulação de uma política brasileira de transplantes diante das limitações de recursos no setor de saúde brasileiro, com a conseqüente necessidade de focalização da atenção médica nas atividades relacionadas com os transplantes de órgãos em nosso país. A importância da atuação do SNT é ampliada, pois as possibilidades de realização de transplantes com financiamento do sistema de saúde suplementar (planos de saúde) são limitadas. Essas limitações são de natureza legal e resultam da dinâmica de atuação dos referidos planos, conforme assinalam Bahia, Simmer e Oliveira (2004). Um quadro preliminar comparativo do desempenho do SNT, com as atividades de transplantes em outros países, encontra-se na tabela 1. Na tabela 2, vemos a dimensão das filas para transplantes no SNT no ano de 2006.

TABELA 1
Tempo de espera (em anos) para transplantes em países selecionados

Órgãos	Estados Unidos ^a		Reino Unido ^b		SUS ^c
	Branco	Negro	Adultos	Crianças	
Coração	0,48	0,47	0,38	0,29	0,83
Fígado	2,11	1,2	0,2	0,17	4,41
Pulmão	1,95	3,2	1,08	n.d.	1,77
Rim	3,53	5,11	2	0,39	5,53
Rim/pâncreas	1,66	2,18	1	n.d.	1,32
Pâncreas	1,54	2,33	n.d.	n.d.	2,63

^a Fonte: Organ Procurement and Transplantation Network (OPTN). Medianas dos pacientes alistados em 2001 e 2002.

^b Fonte: <www.uktransplant.org.uk>. Mediana nos períodos 1999-2002 (rim); 1999-2003 (coração e pulmão); 2001-2003 (fígado); e 2001-2004 (pâncreas e rim). Menos de 100 observações para coração em crianças.

^c Médias estimadas para 2003 em Marinho (2006).

n.d. = não-disponível.

TABELA 2

Brasil: número de pessoas na fila de espera para transplantes, para órgãos selecionados – 2006

Órgãos	Número de pessoas na fila
Rim	31.531
Córnea	24.549
Fígado	7.005
Rim e pâncreas	358
Coração	310
Pâncreas	114
Pulmão	108
Total	63.975

Fonte: Ministério da Saúde. Ver: <<http://dtr2001.saude.gov.br/transplantes/>>.

O gráfico 1, extraído de Marinho e Cardoso (2007), demonstra que a eficiência do SNT não teve, no período que vai de 1995 a 2003, um desempenho ascendente. A eficiência foi calculada em um modelo de análise envoltória de dados, que é um método não-paramétrico bastante utilizado no setor saúde.

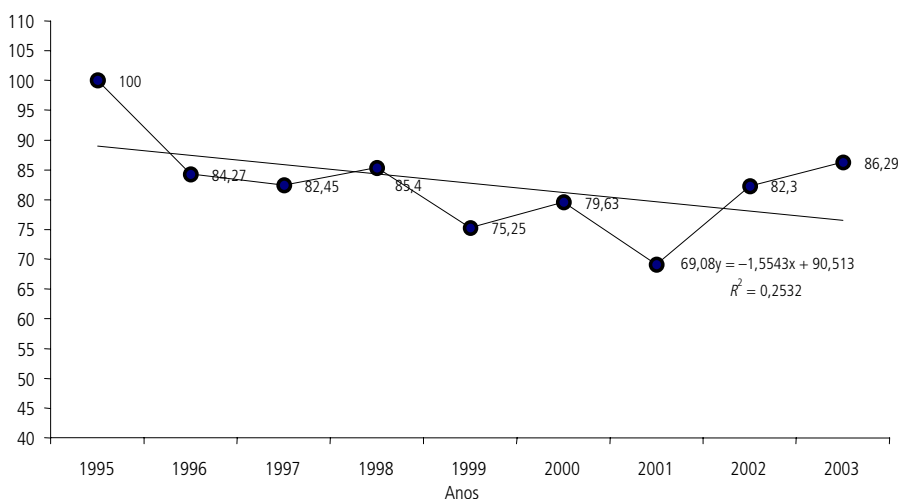
GRÁFICO 1

Eficiência no SNT: modelo CCR – 1995-2003

Input: gastos totais

Output: quantidades totais de órgãos transplantados

(Eficiência, em %)



Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.

3 ALGUNS ASPECTOS ECONÔMICOS DOS TRANSPLANTES DE ÓRGÃOS

A problemática dos transplantes de órgãos pode ser mais bem compreendida com a observação de algumas das características econômicas dos órgãos transplantáveis. Entre essas características destacamos:

1. São essenciais.
2. Não podem ser estocados por muito tempo (com exceção de ossos e medula) e somente podem ser utilizados uma vez. Um coração dura entre 4h e 6h, um pulmão

de 4h a 6h, um pâncreas entre 12h e 24h, um fígado entre 12h e 24h e 1 rim até 48h. Uma córnea pode durar até sete dias (BRASIL, sem data).

3. Têm pouco uso. Portanto, existe baixo custo de oportunidade, pois não há muito o que fazer com os órgãos doados, que se deterioram rapidamente.

4. Têm poucos substitutos, com exceção de rins que, durante algum tempo, e com baixa qualidade de vida, admitem as terapias renais substitutivas.

5. Os candidatos a receptores não comandam a aquisição dos órgãos. A aquisição é comandada pelos profissionais de saúde, o que configura um modelo do tipo principal/agente.

6. Existe elevada “capacidade ociosa”, pois há um desperdício considerável de órgãos. No Brasil, de cada 8 potenciais doadores, apenas 1 é notificado e somente 20% destes são utilizados como doadores de múltiplos órgãos (BRASIL, sem data).

8. Os doadores não comandam a oferta. São os profissionais de saúde que, em última instância, decidem se um órgão doado pode ser aproveitado e para quem ele pode ser cedido.

Como consequência, a demanda varia pouco (é inelástica) como função do “preço” ou custo de obtenção. Mas é pouco previsível. Por outro lado, a oferta variaria razoavelmente em mercado livre (seria elástica) e varia pouco (é inelástica) sem mercado livre e com “preço” 0, como ocorre no SNT. A oferta também é pouco previsível.

A demora no atendimento exerce impactos significativos sobre o bem-estar, as probabilidades de cura, a sobrevida dos enxertos e dos pacientes, a natureza e a extensão das seqüelas nos pacientes, nos familiares envolvidos, e na sociedade. Pior situação ocorre quando, além de elevados, os prazos são imprevisíveis. Com tal agravante, as incertezas decorrentes dessa imprevisibilidade impedem o planejamento das vidas dos pacientes e dos seus familiares, da atuação do sistema de saúde, e do funcionamento do sistema produtivo onde eles por ventura trabalhem. Tempo de espera elevado implica, além dos custos e sofrimentos dos pacientes na fila, o aproveitamento de órgãos de qualidade inferior, e a conseqüente redução do tempo de duração dos enxertos. Como conseqüências, advêm o aumento na necessidade de retransplantes, a provável elevação das taxas de mortalidade pós-transplantes, e a redução da sobrevida atuarial da população transplantada (GARCIA *et al.*, 2006, cap. 35). Outro efeito deletério da espera é a crescente elevação do número de transplantes intervivos, que podem ter impactos significativos sobre a vida dos doadores, incluindo a esperada elevação dos custos dos planos de saúde privados para os mesmos. Embora bastante seguros e com melhores expectativas de resultados (GARCIA *et al.*, *op. cit.*, cap. 17), existe alguma evidência de que os transplantes intervivos (ao menos para o fígado) também são mais caros do que os realizados com doadores cadáveres (COELHO *et al.*, 2005).

4 ALGUNS ASPECTOS METODOLÓGICOS PARA O ESTUDO DE FILAS

O modelo conhecido como *Markovian/Markovian/single model (M/M/s model)* é clássico e o mais simples disponível na literatura. Esse modelo recebe esse nome porque assume uma distribuição markoviana dos intervalos de chegada, que são dispostos de acordo com uma distribuição exponencial independente e identicamente distribuída (*i.i.d.*). A distribuição dos tempos de internação segue outro processo markoviano e uma outra distribuição exponencial também *i.i.d.* Em um modelo mais geral, o número de pontos de atendimento ou “servidores” é s , um inteiro positivo qualquer. No caso de um único hospital, teremos $s = 1$. A distribuição de Poisson é discreta e assimétrica à direita e, se λt é grande, ela se aproxima de uma distribuição normal com média λt . Nos cálculos que se seguem assume-se que existe apenas um ponto de atendimento, a totalidade do sistema em cada estado, porque os indicadores são relacionados ao SNT como um todo. Assim, todos os hospitais (ou cada Central Estadual de Transplantes) de cada um dos estados são considerados como um sistema unificado, pois os dados são publicados por estado. Após as análises em separado, os resultados obtidos em cada estado são comparados. Metodologicamente, mesmo que os dados desagregados fossem disponíveis, também seria muito difícil tratar com múltiplos pontos de atendimento.

Mesmo esse modelo simples, e largamente recomendado (*e.g.* IVERSEN, 1986, 1993, 1997; FURUKUBO, OHUCHI, KUROKAWA, 2000; MANGO, SHAPIRO, 2001), é de difícil aplicação em sistemas de saúde complexos. São necessários, em princípio, dados sobre os intervalos de tempo decorridos entre a chegada dos pacientes e início e término dos tratamentos nas várias especialidades, clínicas ou hospitais.

O modelo *M/M/1* baseia-se, fundamentalmente, na interação entre duas variáveis:

R : a taxa média de chegada de pacientes para transplantes. R é a variável representativa da demanda por transplantes no SUS;

S : a taxa média de serviço, ou seja, o número de transplantes por unidade de tempo. S é a variável representativa da oferta de serviços no sistema.

A partir dessas variáveis podem ser obtidos os seguintes elementos, supondo $S > R$, de modo que o modelo seja estável. A estabilidade do modelo é necessária para que o tempo médio de espera seja calculado. Se a estabilidade não ocorrer, o tempo de espera tende ao infinito. Para detalhes, ver Cox e Smith (1961) ou Hillier e Lieberman (1995), e os apêndices C, D e E, ao final do presente trabalho:

$N_s = R / (S - R)$: o número esperado de pacientes no serviço de transplantes (igual ao número de pacientes por dia na fila somado ao número de pacientes por dia sendo atendidos);

$W = N_s / R = 1 / (S - R)$: tempo médio de espera total por transplante no SUS (igual ao tempo esperado na fila somado ao tempo médio de internação);

$Nq = (R / S) N_s = (R^2 / S) / (S - R)$: número esperado de pessoas na fila de transplantes por dia (exclui os pacientes que já estão sendo atendidos);

$W_q = (R / S) \quad W = (R / S) / (S - R)$: tempo médio esperado na fila dos transplantes (exclui o tempo médio de internação).

Para considerar o efeito da taxa de mortalidade na fila de espera, o modelo foi recalculado supondo-se um número de pacientes na fila ($N_q / 2$) que fosse a metade do efetivamente observado no SUS (N_q). Nesse caso, pode-se raciocinar como se as pessoas chegassem à fila à taxa R , pegassem eventuais senhas de atendimento, mas algumas delas nunca fossem atendidas. Esse é um exercício qualitativa e quantitativamente diferente do corte pela metade na taxa de chegada, o qual teria impactos muito maiores na fila. Esses resultados valeriam também na hipótese de que todos os pacientes tivessem o mesmo tempo de tratamento, com a taxa de serviço S seguindo uma distribuição degenerada, o que corresponderia ao modelo chamado de *Markovian/Degenerate/Single Model* ($M/D/1$ model). Pode-se demonstrar que esse modelo e o modelo $M/M/1$ representam os casos limites de um modelo mais geral, onde os tempos de tratamento seguissem uma distribuição flexível do tipo *Erlang* com parâmetro k (modelo *Markovian/Erlang/single* – $M/E_k/1$). Assim, o limite superior (no modelo $M/M/1$ onde $k = 1$) e o limite inferior (no modelo $M/D/1$ onde $k =$ infinito) dos tempos de espera (W_q), de todos os casos possíveis, ficam determinados. Ressalte-se que os resultados do tempo de espera nas filas obtidos no modelo $M/M/1$ são exatamente iguais ao dobro dos valores obtidos no modelo $M/D/1$. Para mais detalhes, ver Hillier e Lieberman (1995) e Marinho e Cardoso (2007).

5 OS DADOS UTILIZADOS E OS MODELOS EXECUTADOS

O número de transplantes realizados por ano, em cada UF, representa o equilíbrio possível e efetivo entre a taxa média de serviço (a oferta) e a taxa média de chegada de pacientes (a demanda) candidatos a transplantes no SNT. Em condições de total flexibilidade do “mercado” o número de transplantes realizados não poderia ser adotado como representativo da taxa de serviço, pois estaria configurado o conhecido “problema da identificação”. Esse problema surge quando, na observação de um ponto de equilíbrio entre oferta e demanda em um mercado, não se pode dizer, *a priori*, se é possível resgatar a curva de oferta e a curva de demanda. Entretanto, no SNT, a taxa média de serviço é claramente restrita e menor do que a taxa de chegada, pois as filas existem, de modo que o sistema se equilibra sobre a própria taxa média de serviço.

O SNT disponibiliza em seu sítio na internet a taxa média de serviço (S) e número de pessoas na fila (N_q) para vários órgãos transplantados nas diversas UFs e no Distrito Federal. Com manipulações razoavelmente triviais, todas as demais variáveis podem ser obtidas. Os dados disponíveis somente permitem associar as quantidades de transplantes realizados no ano de 2003 com as filas observadas em abril de 2004. As quantidades de transplantes realizados no ano de 2004 foram associadas com as filas observadas em janeiro de 2005. Para o ano de 2006, os dados relacionados com as filas e com os transplantes foram publicados na página do SNT na internet. Apresentaremos, primordialmente, por motivos de parcimônia, o tempo de espera obtido nos modelos. Os demais resultados podem ser obtidos com os autores do presente trabalho. Os dados originais das quantidades realizadas de transplantes e das quantidades de pessoas nas filas, por UF, e por tipo de órgão, em cada ano, encontram-se nas tabelas A.1, A.2 e A.3 do apêndice A. A análise será concentrada no modelo $M/D/1$ que, conforme já discutido, calcula tempo de espera

com a metade da duração (igual a $W_q / 2$) do modelo $M/M/1$. O valor real do tempo de espera estaria entre esses dois limites.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na tabela 3, a seguir, vemos que, em termos nacionais (com exceção do Estado do Acre, que foi retirado da amostra, por falta de registro de transplantes), o tempo de espera para transplante de rim teria um limite inferior de 5,16 anos no ano de 2004, de 4,70 anos em 2005 e de 5,43 anos em 2006. Os limites superiores seriam, conforme explicado na seção precedente, iguais ao dobro desses valores. Para efeitos de simplificação da apresentação dos resultados, adotamos a representação rim (5,16; 4,70; e 5,43) nos respectivos anos, indicando uma ligeira flutuação no tempo de espera. Calculamos, ainda, limites inferiores para a córnea (1,51; 1,47; e 1,25), que indicariam uma ligeira queda até o ano de 2006. Para coração (0,65; 0,64; e 1,06) estimamos uma elevação do prazo de espera no período. Para o transplante de fígado (3,38; 3,44; e 3,77) o modelo estimou uma ligeira elevação do limite inferior do tempo de espera até 2006. No caso do transplante de pulmão (1,14; 1,35; e 1,03), estimamos pouca variação no tempo de espera nos anos estudados. Para o pâncreas (1,77; 0,78; e 0,68) ocorreu uma significativa redução do tempo de espera, enquanto para transplante de rim/pâncreas (0,9; 0,7; e 1,4) o modelo estimou uma ligeira redução inicial, seguida de uma elevação do limite inferior do prazo de espera estimado pelo modelo $M/D/1$.

A metodologia adotada também permite estimar, entre outras variáveis, o prazo de espera médio para a soma das quantidades dos órgãos estudados (rim, córnea, coração, fígado, pulmão, pâncreas, rim/pâncreas). Este exercício tem que ser avaliado com muito cuidado, mas permite, em termos gerais, avaliar a evolução do quadro do tempo médio de espera dos transplantes no país, de modo mais sintético, para o somatório dos referidos órgãos. Com essa ressalva, o modelo estima que os limites inferiores desse tempo de espera passaram de 2,52 anos no ano de 2004, para 2,35 anos no ano de 2005 e para 2,27 anos no ano de 2006. Portanto, os limites superiores foram, respectivamente, de 5,04 anos em 2004 para 4,71 anos em 2005 e para 4,54 anos em 2006 no SNT. Assim, observou-se uma redução quase irrisória dos prazos médios de espera. Essa ligeira queda agregada poderia, em princípio, ser atribuída à queda no prazo de espera para transplantes de córnea, que correspondem a, aproximadamente, 70% dos transplantes realizados e a 40% da lista de espera no país. Mas, ressaltamos, esse é um resultado sujeito às limitações que um valor médio sofre em amostras compostas por valores muito discrepantes.

No país, a quantidade total de transplantes realizados, nos órgãos aqui estudados, passou de 11.750 no ano de 2004, para 12.978 no ano de 2005, e para 14.100 em 2006, o que representa um aumento de 20% em relação ao ano inicial (ver os apêndices A, B e C). A lista total de espera passou de 59.167 pessoas em 2004, para 61.119 pessoas em 2005 e 63.975 pessoas em 2006, ou seja, um aumento de aproximadamente 8% em relação ao ano de 2004.

TABELA 3

Tempo de espera dos transplantes de órgãos de acordo com os modelos M/M/1 e M/D/1 por UF em 2004-2006

UFs	Tempo de espera (em anos)											
	Rim						Coração					
	2004		2005		2006		2004		2005		2006	
	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1
Alagoas	20,47	10,24	26,04	13,02	28,20	14,10	4,83	2,41	0,81	0,40	-	-
Amazonas	42,00	21,00	22,96	11,48	16,83	8,41	-	-	-	-	-	-
Bahia	27,05	13,52	15,31	7,65	36,54	18,27	-	-	-	-	-	-
Ceará	2,85	1,43	2,86	1,43	3,66	1,83	0,31	0,15	0,39	0,19	0,74	0,37
Distrito Federal	16,47	8,23	40,00	20,00	15,50	7,75	-	-	-	-	-	-
Espírito Santo	9,61	4,80	9,36	4,68	15,36	7,68	1,62	0,81	-	-	-	-
Goiás	3,52	1,76	4,18	2,09	7,06	3,53	3,94	1,97	1,37	0,69	6,97	3,48
Maranhão	-	-	0,00	0,00	13,03	6,52	-	-	-	-	-	-
Mato Grosso	25,96	12,98	10,69	5,34	849,00	424,50	-	-	-	-	-	-
Mato Grosso do Sul	4,47	2,23	17,82	8,91	5,57	2,79	15,94	7,97	-	-	-	-
Minas Gerais	12,89	6,44	10,37	5,19	13,51	6,76	0,28	0,14	0,20	0,10	0,92	0,46
Pará	25,86	12,93	12,12	6,06	14,81	7,40	0,00	0,00	2,41	1,21	5,85	2,93
Paraíba	79,00	39,50	136,00	68,00	29,60	14,80	-	-	-	-	3,79	1,90
Paraná	10,91	5,46	11,15	5,57	10,64	5,32	8,62	4,31	3,05	1,52	2,73	1,37
Pernambuco	21,85	10,92	22,76	11,38	20,32	10,16	0,57	0,29	0,73	0,37	0,99	0,49
Piauí	8,67	4,34	9,38	4,69	12,67	6,33	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-
Rio de Janeiro	10,38	5,19	11,68	5,84	15,00	7,50	1,58	0,79	3,44	1,72	3,94	1,97
Rio Grande do Norte	28,85	14,42	20,28	10,14	20,83	10,42	-	-	2,73	1,37	0,68	0,34
Rio Grande do Sul	4,22	2,11	6,86	3,43	5,91	2,95	2,50	1,25	12,32	6,16	3,31	1,65
Santa Catarina	2,66	1,33	2,96	1,48	2,06	1,03	16,94	8,47	16,94	8,47	2,13	1,07
São Paulo	10,09	5,04	6,94	3,47	7,90	3,95	0,75	0,37	0,79	0,39	1,77	0,88
Sergipe	27,87	13,94	78,67	39,33	14,05	7,03	-	-	-	-	4,83	2,41
Total	10,32	5,16	9,40	4,70	10,87	5,43	1,30	0,65	1,28	0,64	2,12	1,06

(continua)

(continuação)

UFs	Tempo de espera (em anos)											
	Córnea						Fígado					
	2004		2005		2006		2004		2005		2006	
	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1
Alagoas	21,20	10,60	22,60	11,30	15,00	7,50	-	-	-	-	-	-
Amazonas	48,67	24,33	20,26	10,13	6,93	3,46	-	-	-	-	-	-
Bahia	12,65	6,33	10,18	5,09	6,16	3,08	27,75	13,87	12,50	6,25	16,79	8,39
Ceará	4,72	2,36	3,70	1,85	6,70	3,35	2,89	1,45	2,37	1,18	3,48	1,74
Distrito Federal	6,97	3,49	6,11	3,06	4,38	2,19	-	-	-	-	-	-
Espírito Santo	2,81	1,41	3,41	1,70	3,63	1,81	-	-	-	-	1,09	0,55
Goiás	2,61	1,30	2,39	1,20	2,34	1,17	-	-	-	-	-	-
Maranhão	238,00	119,00	67,75	33,87	6,21	3,10	-	-	-	-	-	-
Mato Grosso	7,90	3,95	2,10	1,05	10,15	5,08	-	-	-	-	-	-
Mato Grosso do Sul	0,73	0,36	1,87	0,93	1,64	0,82	-	-	-	-	-	-
Minas Gerais	2,18	1,09	1,74	0,87	1,38	0,69	2,34	1,17	2,07	1,04	0,86	0,43
Pará	5,66	2,83	7,68	3,84	7,22	3,61	-	-	-	-	-	-
Paraíba	0,36	0,18	0,09	0,05	0,61	0,30	-	-	2,73	1,36	2,62	1,31
Paraná	2,29	1,14	1,96	0,98	2,37	1,19	5,09	2,55	5,05	2,52	9,39	4,69
Pernambuco	9,07	4,54	9,06	4,53	6,16	3,08	8,50	4,25	8,34	4,17	7,28	3,64
Piauí	15,03	7,51	15,34	7,67	19,36	9,68	-	-	-	-	-	-
Rio de Janeiro	9,49	4,74	17,24	8,62	38,88	19,44	11,10	5,55	13,11	6,55	12,02	6,01
Rio Grande do Norte	5,02	2,51	3,38	1,69	3,94	1,97	-	-	-	-	-	-
Rio Grande do Sul	1,92	0,96	3,48	1,74	1,70	0,85	2,34	1,17	4,86	2,43	4,59	2,29
Santa Catarina	4,13	2,07	4,49	2,25	3,68	1,84	1,19	0,60	1,93	0,97	0,95	0,48
São Paulo	1,64	0,82	1,54	0,77	0,91	0,46	8,57	4,29	7,48	3,74	8,75	4,38
Sergipe	3,67	1,84	3,11	1,56	7,20	3,60	-	-	-	-	-	-
Total	3,03	1,51	2,94	1,47	2,49	1,25	6,76	3,38	6,88	3,44	7,53	3,77

(continua)

(continuação)

UFs	Tempo de espera (em anos)											
	Pulmão						Pâncreas					
	2004		2005		2006		2004		2005		2006	
	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1
Alagoas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amazonas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bahia	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-
Ceará	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Distrito Federal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Espírito Santo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Goiás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maranhão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mato Grosso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mato Grosso do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minas Gerais	1,95	0,98	1,37	0,68	0,81	0,40	2,27	1,13	5,00	2,50	1,29	0,65
Pará	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paraíba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paraná	-	-	-	-	-	-	9,91	4,95	1,99	1,00	39,98	19,99
Pernambuco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piauí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio de Janeiro	0,95	0,47	0,8	0,4	0,68	0,34	-	-	-	-	-	-
Rio Grande do Norte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio Grande do Sul	2,88	1,44	4,29	2,15	3,52	1,76	3,44	1,72	1,49	0,75	4,45	2,22
Santa Catarina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Paulo	1,54	0,77	1,78	0,89	1,27	0,63	4,79	2,40	0,89	0,45	0,71	0,35
Sergipe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	2,28	1,14	2,94	1,35	2,06	1,03	3,55	1,77	1,55	0,78	1,35	0,68

(continua)

(continuação)

UFs	Tempo de espera (em anos)											
	Rim/pâncreas						Total					
	2004		2005		2006		2004		2005		2006	
	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1	M/M/1	M/D/1
Alagoas	-	-	-	-	-	-	20,24	10,12	23,87	11,94	22,7	11,35
Amazonas	-	-	-	-	-	-	45	22,5	21,71	10,86	9,42	4,71
Bahia	-	-	-	-	-	-	20,18	10,09	12,99	6,5	16,93	8,46
Ceará	-	-	-	-	-	-	3,81	1,9	3,2	1,6	5,23	2,62
Distrito Federal	-	-	-	-	-	-	8,59	4,29	8,35	4,18	5,6	2,8
Espírito Santo	-	-	-	-	1,72	0,86	5,58	2,79	6,23	3,11	7,46	3,73
Goiás	-	-	-	-	-	-	2,74	1,37	2,58	1,29	2,74	1,37
Maranhão	-	-	-	-	-	-	8,21	4,103	5,11	2,56	8,52	4,26
Mato Grosso	-	-	-	-	-	-	16,13	8,06	6,52	3,26	31,15	15,57
Mato Grosso do Sul	-	-	0,00	0,00	-	-	2,14	1,07	4,94	2,47	3,14	1,57
Minas Gerais	0,73	0,36	0,69	0,34	1,23	0,61	4,52	2,26	3,55	1,77	4,69	2,34
Pará	-	-	-	-	-	-	9,57	4,78	9,41	4,71	9,8	4,9
Paraíba	-	-	-	-	-	-	3,26	1,63	2,27	1,13	3,64	1,82
Paraná	6,43	3,21	2,46	1,23	5,22	2,61	4,81	2,41	4,28	2,14	4,86	2,43
Pernambuco	0,00	0,00	-	-	-	-	11,68	5,84	11,86	5,93	8,85	4,43
Piauí	-	-	-	-	-	-	10,81	5,41	11,66	5,83	16,16	8,08
Rio de Janeiro	2,82	1,41	5,99	2,99	-	-	9,86	4,93	13,38	6,69	18,72	9,36
Rio Grande do Norte	-	-	-	-	-	-	10,07	5,03	6,84	3,42	7,53	3,77
Rio Grande do Sul	0,27	0,14	0,91	0,46	1,35	0,67	2,62	1,31	4,63	2,32	2,9	1,45
Santa Catarina	-	-	-	-	3,79	1,90	3,6	1,8	3,94	1,97	2,9	1,45
São Paulo	3,23	1,61	1,94	0,97	3,55	1,78	3,97	1,99	3,19	1,6	2,59	1,29
Sergipe	-	-	-	-	-	-	6,28	3,14	5,63	2,81	9,14	4,57
Total	1,80	0,90	1,49	0,75	2,97	1,48	5,04	2,52	4,71	2,35	4,54	2,27

Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.

No conjunto das UFs fica evidente um predomínio do menor tempo de espera nas regiões Sul e Sudeste, que também concentram a maior parte dos transplantes realizados e dos pacientes em filas. As exceções na região Nordeste são os estados de Pernambuco e Ceará que se destacam positivamente, tanto por apresentarem tempo estimado de espera relativamente baixo, quanto por suas relativamente elevadas frequências de realização de transplantes (principalmente de rim, fígado e córnea). Na região Sudeste, e no país, o destaque positivo é o Estado de São Paulo. Esse bom desempenho pode ser observado pelo exame do relativamente menor tempo de espera naquele estado, face às elevadas frequências de realização de todos os tipos de transplantes. O Estado de São Paulo realizou, no total do período estudado, 16.230 transplantes, em um total nacional de 38.828 transplantes, ou seja, aproximadamente 42% do total. São Paulo também se destaca pela redução do tempo de espera nos principais órgãos transplantados no país (com exceção de coração que aumentou de 0,4 ano em 2004 para 0,8 ano em 2006, e de rim/pâncreas, com prazo praticamente

estagnado em torno de 1,8 ano). Observa-se, ainda, a melhoria de sua posição relativa no tempo de espera em geral no país. Um estado destoante em termos negativos, na região Sudeste, é o Rio de Janeiro. A posição do estado, avaliada pelo tempo de espera, no conjunto da federação, é ruim na maior parte dos órgãos analisados, com exceção do transplante de pulmão, onde apresenta os menores prazos de espera do país. Mas ressalve-se que, nesse caso, apenas quatro estados (São Paulo, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Minas Gerais) realizaram transplantes (135 procedimentos no total) nos três anos analisados, e que o Rio de Janeiro realizou apenas 14 desses transplantes. Além disso, o Estado do Rio de Janeiro vem piorando a sua posição relativa em praticamente todos os órgãos pesquisados (com exceção já citada de transplantes de pulmão). O referido estado teve o maior tempo de espera para transplante de córnea no ano de 2006 (19,4 anos, no modelo otimista, o que significa que, praticamente, essa atividade não é realizada na rede pública ligada ao SNT no Estado do Rio de Janeiro). No quadro geral médio do tempo de espera, o Rio de Janeiro (média de espera otimista de 9,36 anos) somente supera os estados de Alagoas (espera otimista de 11,35 anos) e Mato Grosso (espera otimista de 15,57 anos) no ano de 2006. As quantidades de transplantes realizadas no Rio de Janeiro, em geral, também declinaram de 596 transplantes em 2004, para 524 em 2005, e para apenas 400 transplantes (uma queda de praticamente 1/3 da quantidade inicial) no ano de 2006. A fila aumentou de 5.874 pessoas em 2004 para 7.012 em 2005 e 7.487 pessoas em 2006 (ver os apêndices A, B e C). No país, conforme já se comentou, embora as filas venham aumentando (59.167 pessoas em lista em 2004, 61.119 em 2005 e 63.975 pessoas em 2006) as quantidades de transplantes, nos órgãos que estamos analisando, aumentaram de 11.750 no ano de 2004, para 12.978 em 2005, e para 14.100 em 2006. Ou seja, o movimento no Rio de Janeiro é oposto ao observado, até então, no restante do Brasil. As quantidades de transplantes realizadas no Estado do Rio de Janeiro, no período estudado, foram baixas quando comparadas com os demais estados das regiões Sul e Sudeste (com exceção do Espírito Santo, em todos os anos, e de Santa Catarina até o ano de 2005). Fora das regiões Sul e Sudeste, no ano de 2005, o Estado do Ceará, com 554 transplantes, e o Estado de Goiás, com 857 transplantes, ultrapassaram o Rio de Janeiro, que fez 524 procedimentos. No ano de 2006, além de todos os estados das regiões Sul e Sudeste (com exceção do Espírito Santo) os Estados de Goiás e Pernambuco fizeram mais transplantes do que o Rio de Janeiro. Tais resultados negativos, para o Estado do Rio de Janeiro, não se coadunam com a capacidade econômica nem com a reconhecida pujança de recursos sanitários (humanos e materiais) desse importante estado da federação.

Os resultados, para 2006, obtidos para o tempo de espera nas UFs, retirados das tabelas anteriores, são apresentados graficamente no apêndice B.

7 A PRODUÇÃO DE TRANSPLANTES NOS ESTADOS

A análise realizada na seção precedente permite inferir, preliminarmente, a necessidade de estender a análise do desempenho nos estados um pouco além do tempo de espera para transplantes. Idealmente, deveríamos investigar variáveis quantitativas e qualitativas bastante importantes como as taxas de mortalidade pré e pós-transplantes, a sobrevivência atuarial dos pacientes e dos enxertos, os custos das cirurgias, dos medicamentos e do acompanhamento pós-transplantes etc. Uma lista não exaustiva de algumas dessas

variáveis está em Marinho e Cardoso (2007). A partir das informações fornecidas pelo SNT em sua página na internet, computamos, para 2006, alguns indicadores que julgamos importantes nas UFs: a quantidade de transplantes realizados *per capita* (que é um indicador do atendimento das necessidades da população); a razão entre a quantidade de transplantes realizados e a quantidade de equipes de transplantes (que é um indicador da produtividade das equipes de transplantes); e a quantidade de equipes de transplantes *per capita* (que é um indicador da disponibilidade dos serviços). Esses resultados estão analisados nas tabelas 4, 5, 6, e 7, e nos gráficos 2, 3, 4, e 5. Inicialmente, para não confundir o leitor, analisaremos apenas as tabelas. A análise dos gráficos será feita após apresentação dos mesmos. A amostra contém 1.040 centros, ou estabelecimentos de transplantes. Como a efetiva atuação, o tamanho, e a composição desses centros de transplantes não podem ser inferidos a partir dos dados disponíveis, restringimos a utilização desse indicador. Ressalte-se que reconhecemos as limitações do conjunto de indicadores utilizados. Não são contemplados, por exemplo, em nossa análise, entre outros indicadores importantes, elementos representativos das necessidades sanitárias das populações de cada uma das UFs, as disponibilidades mais gerais de recursos, as migrações das pessoas em busca de transplantes, e nem mesmo as diferenças de composição entre as equipes transplantadoras. Ainda assim, algumas percepções iniciais podem ser obtidas com os indicadores descritos, sendo algumas delas reveladoras de inconsistências muito sistemáticas e acentuadas que, em princípio, não deveriam ocorrer sem maiores justificativas.

Nas tabelas 4, 5, 6, e 7, e nos gráficos 2, 3, 4, e 5, a seguir, vemos que os estados do Sul e Sudeste, e Centro-Oeste, em geral, e o Estado de Pernambuco, fazem maiores números de transplantes *per capita*, e apresentam maiores quantidades de equipes de transplante *per capita*, do que os demais estados da federação. Entretanto, as relações entre as quantidades de transplantes realizados e as quantidades de equipes de transplantes também são elevadas em alguns estados do Nordeste. O Estado de São Paulo, além de apresentar baixo tempo de espera e elevada quantidade de transplantes realizados, conforme discutimos na seção precedente, apresenta a maior taxa nacional de transplantes realizados *per capita* (156,69 transplantes por milhão de habitantes, para uma média nacional de 77,39 transplantes por milhão de habitantes). Esse estado exhibe também a maior taxa de equipe de transplantes *per capita* (14,69 por milhão de habitantes para uma média nacional de 8,45 por milhão de habitantes), e apresenta valores medianos (10,67 transplantes por equipe, para uma média nacional de 9,15 transplantes por equipe) para a taxa total de transplantes realizados por equipes. Na região Sudeste, o Estado do Rio de Janeiro apresenta valores questionáveis para os indicadores que estamos discutindo. O Rio de Janeiro tem, em geral, relações de transplantes *per capita* apenas medianas (rim, 14,14 por milhão de habitantes; e fígado 6,23 por milhão de habitantes), ou muito baixas. Verifica-se, nesse estado, a taxa mais baixa de transplantes *per capita* do país em transplantes de córneas (4,95 transplantes por milhão de habitantes, quando a média nacional foi de 54,06 por milhão). O mesmo ocorre no total de transplantes, que no Estado do Rio de Janeiro foi 25,70 transplantes por milhão de habitantes, para a média nacional de 77,39 por milhão. As taxas de transplantes realizados por equipes no Rio de Janeiro são elevadas para os transplantes de fígado, com 32,33 transplantes de fígado por equipe, para uma média nacional de 13,746 transplantes por equipe. Mas não são elevadas para o rim (10,48 transplantes de rim por

equipe, para uma média nacional de 12,40 transplantes por equipe). O quadro não seria mesmo favorável, pois o Rio de Janeiro tem as menores taxas do país nos transplantes de córnea (com 0,93 transplante por equipe, quando a média nacional é 12,22 transplantes por equipe). Um mau desempenho, nesse estado, também é observado no total geral de transplantes (com 1,92 transplantes por equipe, para uma média nacional de 9,15 transplantes por equipe). Em um aparente paradoxo com esse desempenho, o Estado do Rio de Janeiro é razoavelmente bem aquinhado em termos de disponibilidades de equipes de transplantes *per capita*. Basta observar que o Rio de Janeiro tem a segunda maior taxa total de equipes de transplantes *per capita* (13,37 equipes por milhão de habitantes), inferior somente à de São Paulo (14,69 equipes por milhão de habitantes), e bem acima da média nacional de 8,45 equipes por milhão de habitantes. Assim, o quadro negativo fica reforçado pela aparente disponibilidade de recursos. No momento não podemos avaliar as restrições, que devem ser bastante significativas, que colocam o Estado do Rio de Janeiro em uma situação relativa, no quadro nacional, bem pior do que a esperada. Informações prévias sobre esse quadro negativo no Estado do Rio de Janeiro já estavam relatadas em Vieira (2001). No quadro nacional, e na região Nordeste, o Estado da Bahia tem um desempenho ruim em todos os indicadores, ainda mais se considerarmos o elevado potencial econômico, humano e sanitário desse estado.

TABELA 4

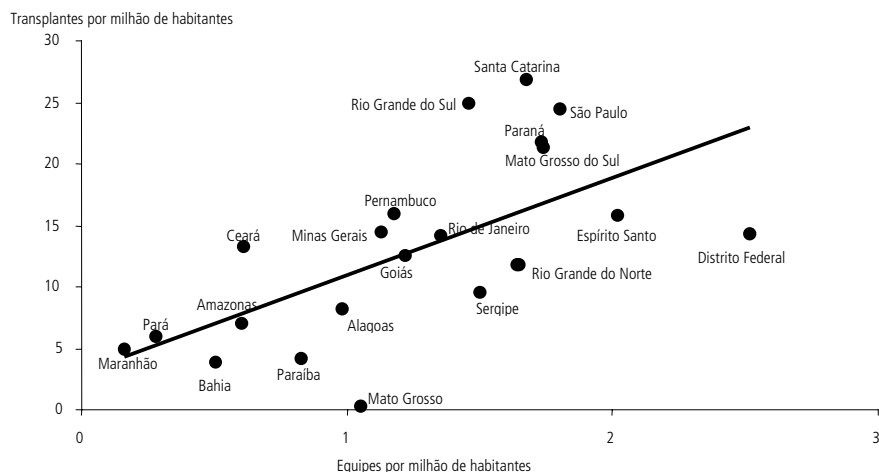
Quantidades de transplantes, equipes e centros de transplante de rim por UFs em 2006

UF	Quantidade de transplantes realizados	Transplantes realizados <i>per capita</i> ^a	Número de equipes de transplantes	Transplantes realizados por equipe ^a	Equipes de transplantes <i>per capita</i> ^a	Centros de transplantes	Centros de transplantes <i>per capita</i> ^a
Alagoas	25	8,19	3	8,33	0,98	3	0,98
Amazonas	23	6,95	2	11,50	0,60	2	0,60
Bahia	54	3,87	7	7,71	0,50	5	0,36
Ceará	109	13,27	5	21,80	0,61	6	0,73
Distrito Federal	34	14,26	6	5,67	2,52	7	2,94
Espírito Santo	55	15,88	7	7,86	2,02	7	2,02
Goiás	72	12,56	7	10,29	1,22	5	0,87
Maranhão	30	4,85	1	30,00	0,16	1	0,16
Mato Grosso	1	0,35	3	0,33	1,05	4	1,40
Mato Grosso do Sul	49	21,32	4	12,25	1,74	1	0,44
Minas Gerais	282	14,48	22	12,82	1,13	24	1,23
Pará	42	5,91	2	21,00	0,28	2	0,28
Paraíba	15	4,14	3	5,00	0,83	5	1,38
Paraná	226	21,76	18	12,56	1,73	19	1,83
Pernambuco	136	16,00	10	13,60	1,18	9	1,06
Piauí	36	11,86	5	7,20	1,65	3	0,99
Rio de Janeiro	220	14,14	21	10,48	1,35	22	1,41
Rio Grande do Norte	36	11,83	5	7,20	1,64	4	1,31
Rio Grande do Sul	274	24,99	16	17,13	1,46	15	1,37
Santa Catarina	160	26,85	10	16,00	1,68	8	1,34
São Paulo	1.004	24,45	74	13,57	1,80	47	1,14
Sergipe	19	9,50	3	6,33	1,50	2	1,00
Total	2.902	15,93	234	12,40	1,28	201	1,10

Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.

^a Por milhão de habitantes.

GRÁFICO 2

Desempenho dos estados em transplantes de rim e equipes em 2006

Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.

TABELA 5

Quantidades de transplantes, equipes e centros de transplante de córnea por UFs em 2006

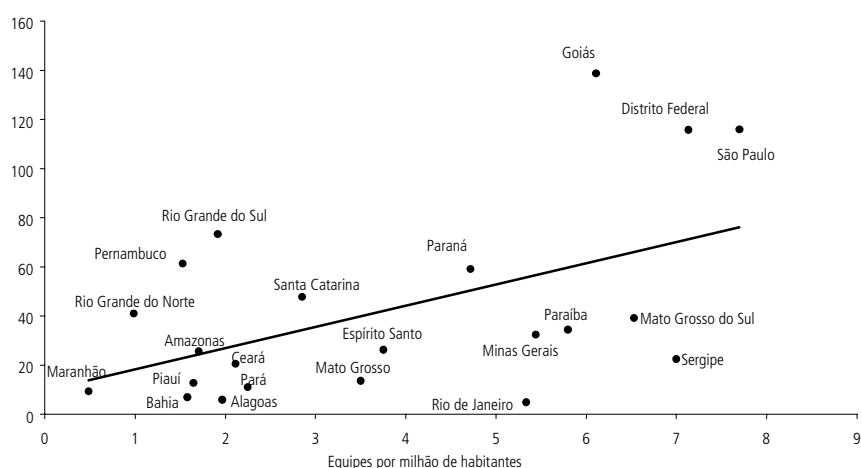
UFs	Número de transplantes realizados	Transplantes realizados <i>per capita</i> ^a	Número de equipes de transplantes	Transplantes realizados por equipe ^a	Equipes de transplantes <i>per capita</i> ^a	Centros de transplantes	Centros de transplantes <i>per capita</i> ^a
Alagoas	18	5,90	6	3,00	1,97	5	1,64
Amazonas	68	20,54	7	9,71	2,11	6	1,81
Bahia	98	7,03	22	4,45	1,58	16	1,15
Ceará	210	25,56	14	15,00	1,70	13	1,58
Distrito Federal	276	115,78	17	16,24	7,13	22	9,23
Espírito Santo	91	26,27	13	7,00	3,75	7	2,02
Goiás	795	138,73	35	22,71	6,11	13	2,27
Maranhão	58	9,38	3	19,33	0,49	1	0,16
Mato Grosso	39	13,65	10	3,90	3,50	6	2,10
Mato Grosso do Sul	90	39,16	15	6,00	6,53	7	3,05
Minas Gerais	632	32,44	106	5,96	5,44	60	3,08
Pará	79	11,11	16	4,94	2,25	10	1,41
Paraíba	125	34,50	21	5,95	5,80	13	3,59
Paraná	615	59,21	49	12,55	4,72	38	3,66
Pernambuco	522	61,39	13	40,15	1,53	9	1,06
Piauí	39	12,84	5	7,80	1,65	5	1,65
Rio de Janeiro	77	4,95	83	0,93	5,33	53	3,41
Rio Grande do Norte	125	41,07	3	41,67	0,99	3	0,99
Rio Grande do Sul	805	73,43	21	38,33	1,92	20	1,82
Santa Catarina	285	47,83	17	16,76	2,85	17	2,85
São Paulo	4.756	115,84	316	15,05	7,70	126	3,07
Sergipe	45	22,49	14	3,21	7,00	9	4,50
Total	9.848	54,06	806	12,22	4,42	459	2,52

Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.
^a Por milhão de habitantes.

GRÁFICO 3

Desempenho dos estados em transplantes de córnea e equipes em 2006

Transplantes por milhão de habitantes



Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.

TABELA 6

Quantidades de transplantes, equipes e centros de transplante de fígado por UFs em 2006

UFs	Número de transplantes realizados	Transplantes realizados <i>per capita</i> ^a	Número de equipes de transplantes	Transplantes realizados por equipes ^a	Equipes de transplantes <i>per capita</i> ^a	Centros de transplantes	Centros de transplantes <i>per capita</i> ^a
Alagoas	0	0,00	-	-	-	-	-
Amazonas	0	0,00	-	-	-	-	-
Bahia	14	1,00	2	7,00	0,14	2	0,14
Ceará	46	5,60	1	46,00	0,12	1	0,12
Distrito Federal	0	0,00	1	0,00	0,42	2	0,84
Espírito Santo	10	2,89	1	10,00	0,29	1	0,29
Goiás	0	0,00	1	0,00	0,17	1	0,17
Maranhão	0	0,00	-	-	-	-	-
Mato Grosso	0	0,00	-	-	-	-	-
Mato Grosso do Sul	0	0,00	2	0,00	0,87	1	0,44
Minas Gerais	50	2,57	3	16,67	0	3	0,15
Pará	0	0,00	-	-	-	-	-
Paraíba	8	2,21	1	8,00	0,28	2	0,55
Paraná	54	5,20	8	6,75	0,77	8	0,77
Pernambuco	57	6,70	5	11,40	0,59	6	0,71
Piauí	0	0,00	-	-	-	-	-
Rio de Janeiro	97	6,23	3	32,33	0,19	5	0,32
Rio Grande do Norte	0	0,00	-	-	-	-	-
Rio Grande do Sul	99	9,03	6	16,50	0,55	5	0,46
Santa Catarina	42	7,05	1	42,00	0,17	1	0,17
São Paulo	453	11,03	34	13,32	0,83	21	0,51
Sergipe	0	0,00	-	-	-	-	-
Total	930	5	69	13,48	0,38	59	0,32

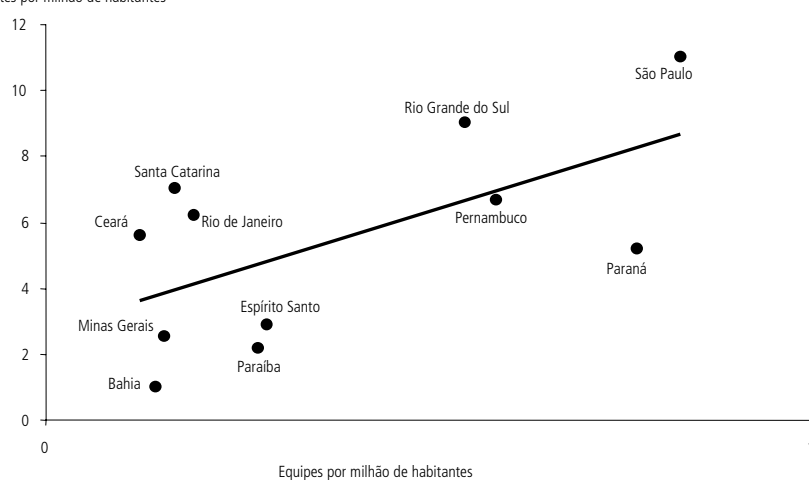
Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.

^a Por milhão de habitantes.

GRÁFICO 4

Desempenho dos estados em transplantes de fígado e equipes em 2006

Transplantes por milhão de habitantes



Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.

TABELA 7

Quantidades totais de transplantes, equipes e centros por UFs em 2006

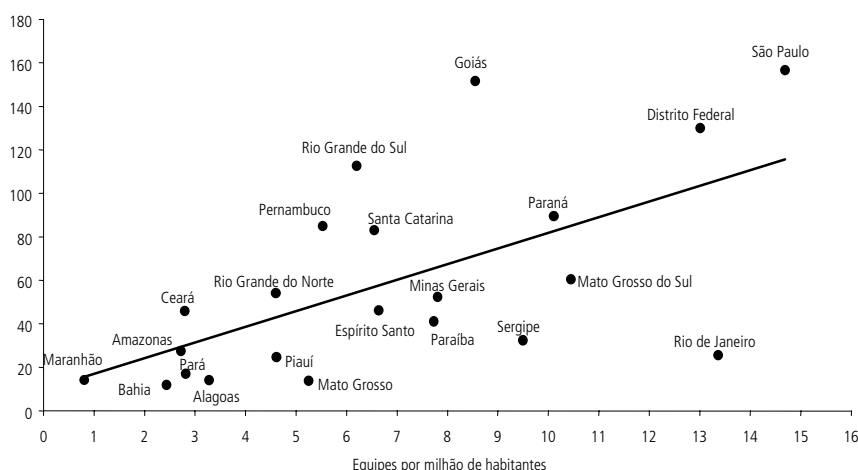
UFs	Número de transplantes realizados	Transplantes realizados <i>per capita</i> ^a	Número de equipes de transplantes	Transplantes realizados por equipe ^a	Equipes de transplantes <i>per capita</i> ^a	Centros de transplantes	Centros de transplantes <i>per capita</i> ^a
Alagoas	43	14,10	10	4,30	3,28	10	3,28
Amazonas	91	27,48	9	10,11	2,72	8	2,42
Bahia	166	11,90	34	4,88	2,44	28	2,01
Ceará	377	45,88	23	16,39	2,80	26	3,16
Distrito Federal	310	130,05	31	10,00	13,00	39	16,36
Espírito Santo	160	46,19	23	6,96	6,64	18	5,20
Goiás	869	151,64	49	17,73	8,55	24	4,19
Maranhão	88	14,23	5	17,60	0,81	3	0,49
Mato Grosso	40	14,00	15	2,67	5,25	12	4,20
Mato Grosso do Sul	139	60,49	24	5,79	10,44	11	4,79
Minas Gerais	1.021	52,41	152	6,72	7,80	105	5,39
Pará	122	17,16	20	6,10	2,81	15	2,11
Paraíba	149	41,12	28	5,32	7,73	24	6,62
Paraná	931	89,63	105	8,87	10,11	100	9,63
Pernambuco	723	85,03	47	15,38	5,53	41	4,82
Piauí	75	24,70	14	5,36	4,61	12	3,95
Rio de Janeiro	400	25,70	208	1,92	13,37	121	7,78
Rio Grande do Norte	165	54,21	14	11,79	4,60	14	4,60
Rio Grande do Sul	1.236	112,74	68	18,18	6,20	64	5,84
Santa Catarina	495	83,08	39	12,69	6,55	39	6,55
São Paulo	6.433	156,69	603	10,67	14,69	312	7,60
Sergipe	65	32,49	19	3,42	9,50	14	7,00
Total	14.098	77,39	1540	9,15	8,45	1040	5,71

Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.
^a Por milhão de habitantes.

GRÁFICO 5

Desempenho dos estados em transplantes e equipes em 2006: total de transplantes

Transplantes por milhão de habitantes



Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.

A quantidade de estabelecimentos, ou centros de transplantes *per capita*, conforme já assinalamos, é um indicador complexo, em virtude da provável heterogeneidade de tamanho, efetividade e composição dos mesmos no espaço nacional e entre os vários tipos de órgãos. Uma análise inicial da distribuição *per capita* assinala valores como 16,36 centros por milhão de habitantes, no Distrito Federal (a maior densidade do país). Atinge 7,78 centros, por milhão de habitantes, no Estado do Rio de Janeiro; chega a 7,60 centros por milhão de habitantes, no Estado de São Paulo; e apenas 0,49 centro por milhão de habitantes no Estado do Maranhão, a menor do país.

Os gráficos anteriores sintetizam três indicadores: a taxa de transplantes realizados *per capita* (T/H) pode ser obtida pela multiplicação da taxa de transplantes realizados por equipe (T/E) pela taxa de equipes de transplantes *per capita* (E/H). Então, $T/H = (T/E) \times (E/H)$. Assim, nos gráficos, quanto maior a taxa de transplantes *per capita*, dada a taxa de equipes *per capita*, maior será a taxa de transplantes por equipe. *Ceteris paribus*, quanto maior a taxa de transplantes *per capita*, maior será o acesso da população aos transplantes, o que é desejável. Trata-se de um indicador de efetividade. Então, quanto mais elevada (para cima) estiver a localização de um estado, melhor será a situação do mesmo. Por outro lado, quanto maior a taxa de transplantes realizados por equipe transplantadora, maior será a produtividade das equipes de transplantes nos estados o que, novamente, implica que as posições mais elevadas no gráfico são favoráveis. A taxa de equipes *per capita* é um indicador que merece análise um pouco mais complexa. Como se trata de um recurso utilizado, que gera custos, uma análise muito estrita de eficiência econômica recomendaria a sua redução ao mínimo possível. Mas essa recomendação deve ser cuidadosa, pois não se fazem transplantes sem equipes, e uma redução exacerbada pode implicar deseconomias de escala e redução de capacidade de oferta. Assim, em princípio, a melhor região nos gráficos seria o quadrante superior esquerdo (noroeste dos gráficos), onde a efetividade (transplantes *per capita*), a produtividade (transplantes por equipe), e a economicidade (inverso da razão de equipes *per capita*) do sistema estariam sendo maximizadas. Mas, como as economias de escala e o potencial efetivo têm de ser preservados, a região Nordeste dos gráficos também seria bastante

aceitável. Em princípio, a pior região do gráfico, em termos econômicos, seria a região inferior direita (sudeste do gráfico), onde existem quantidades razoáveis de equipes transplantadoras *per capita* (baixa economicidade), baixa produtividade (poucos transplantes realizados por equipe) e pouca efetividade (baixa relação de transplantes *per capita*) na realização de transplantes. Em uma análise menos economicista, pode-se dizer que a pior região seria a região inferior esquerda (sudoeste do gráfico) pois, nessa região, além da baixa produção (poucos transplantes *per capita*) e da baixa produtividade (poucos transplantes por equipe), nem mesmo capacidade potencial de execução de transplantes (equipes transplantadoras *per capita*) existe. As linhas de tendência, por sua vez, fornecem uma referência da média do desempenho agregado em cada gráfico. Os estados situados acima, ou sobre essas linhas, em cada gráfico, teriam desempenho satisfatório. Abaixo dessas linhas, a situação seria, em princípio, problemática. Note-se que o Estado de São Paulo está sempre na posição mais ao nordeste dos gráficos, acima das linhas de tendência. O Estado da Bahia está sempre na posição mais ao sudoeste dos gráficos, abaixo das linhas de tendência.

8 OS DETERMINANTES DAS QUANTIDADES DE TRANSPLANTES REALIZADOS NOS ESTADOS

Com o intuito de investigar os determinantes das quantidades de transplantes realizados no SNT, foram executados modelos transversais (*cross-sections*) de regressão simples (OLS), onde a variável dependente é a quantidade de transplantes *per capita* realizados nas UFs, observada no ano de 2006. A variável explicativa é a quantidade de equipes transplantadoras *per capita*. As variáveis foram obtidas na página do SNT na internet, atualizada em 21/03/2007. A quantidade de equipes transplantadoras *per capita* é, por hipótese, representativa da capacidade de realização de transplantes nas UFs. Espera-se um sinal positivo na regressão, indicando uma associação positiva entre a capacidade de realização de transplantes e a quantidade efetivamente realizada. Nem todos os estados realizam todos os tipos de transplantes. Em consequência, apresentamos uma regressão para o total geral de transplantes, uma regressão para os transplantes de rim e uma regressão para os transplantes de córnea. Variáveis potencialmente importantes, para as quais não obtivemos dados oficiais, e que foram omitidas nas regressões, entre outras, seriam a taxa de notificação de mortes encefálicas; taxa de aproveitamento de doadores efetivados; e a percentagem de negativa familiar.

Como existem filas no SNT, caracterizando excesso de demanda, o sistema se equilibra sobre a curva de oferta. Assim, as regressões estimadas representam, em termos estritos, a capacidade de oferta do sistema. Os resultados constam das tabelas 8, 9 e 10, a seguir. O número de equipes transplantadoras *per capita* é significativo em todas as regressões, no nível de teste de 5%, com o sinal positivo esperado. Desse modo, não podemos descartar a hipótese de que a quantidade de equipes *per capita* é positivamente associada com a quantidade de transplantes realizados, no ano de 2006. Quando introduzimos a renda *per capita* ou o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos estados, e os gastos em saúde *per capita* nos estados, nenhuma variável é significativa.

Tentamos, em modelos de regressão similares aos anteriores, testar os determinantes do tempo de espera nas filas. A variável dependente utilizada foi o valor estimado para o tempo de espera, e foram mantidas as mesmas variáveis explicativas dos modelos anteriores (equipes transplantadoras *per capita* e renda *per capita* (ou IDH), e gastos *per capita* com saúde). Nesse caso, entretanto, nenhuma associação estatisticamente significativa pôde ser observada.

TABELA 8
Determinantes dos transplantes de córnea nas UFs em 2006

Transplantes de córnea <i>per capita</i>	Coeficientes	Erro-padrão	t	P > t	Intervalo de confiança	
					Inf.	Sup.
Equipes <i>per capita</i>	8,629	3,218	2,680	0,014	1,916	15,341
Constante	0,096	0,140	0,690	0,500	-0,196	0,388

Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.
 $R^2 = 0,2645$.

TABELA 9
Determinantes dos transplantes de rim nas UFs em 2006

Transplantes de rim <i>per capita</i>	Coeficientes	Erro-padrão	T	P > t	Intervalo de confiança	
					Inf.	Sup.
Equipes <i>per capita</i>	7,921	2,148	3,690	0,001	3,440	12,401
Constante	0,031	0,030	1,050	0,307	0,031	0,093

Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.
 $R^2 = 0,4047$.

TABELA 10
Determinantes do total de transplantes nas UFs em 2006

Total de transplantes <i>per capita</i>	Coeficientes	Erro-padrão	t	P > t	Intervalo de confiança	
					Inf.	Sup.
Equipes <i>per capita</i>	7,197	2,082	3,460	0,002	2,853	11,540
Constante	0,098	0,162	0,610	0,551	-0,2391	0,435

Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.
 $R^2 = 0,3739$.

9 COMENTÁRIOS FINAIS

Existem assimetrias consideráveis na realização de transplantes dos órgãos estudados (rim, córnea, coração, fígado, pulmão, pâncreas, rim/pâncreas) entre as UFs do país nos anos de 2004, 2005 e 2006. Os indicadores que utilizamos em nosso estudo, embora limitados, são razoavelmente abrangentes: tempo de espera; quantidades de transplantes realizados (total e *per capita*); quantidades de equipes de transplante (total e *per capita*); quantidades de centros transplantadores (total e *per capita*); e quantidades de transplantes por equipe (total e *per capita*).

Existe uma clara predominância da atividade transplantadora nos estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, embora alguns estados da região Nordeste, principalmente Ceará e Pernambuco, também se destaquem. O Estado de São Paulo é o destaque positivo na amostra, exibindo grande atividade transplantadora, aliada a um bom desempenho relativo em todos os indicadores estudados. Por outro lado, aparentemente, na região Sudeste, o Estado do Rio de Janeiro estaria em uma

situação inferior ao potencial sanitário, humano e econômico que tem à disposição. O Estado da Bahia, aparentemente, também não apresenta bons indicadores nos níveis regional e nacional.

Deve-se ressaltar que o Estado de São Paulo – além de suas reconhecidas pujanças econômica e sanitária – dispõe, no que se refere aos transplantes de órgãos, de um sistema organizacional um pouco diferente dos demais estados. Em São Paulo, entre outros aspectos importantes, existem dez Organizações de Procura de Órgãos/Córneas (OPO/OPC), cada uma delas responsável por uma região geográfica do estado. De modo muito simplificado pode-se dizer que quando uma OPO recebe da Central Estadual de Transplantes de São Paulo a informação de que existe um doador com morte encefálica em um hospital, faz-se contato com o hospital e viabiliza-se a doação. Após a realização dos exames pertinentes e da consulta da lista de espera, o transplante é realizado. Esse modelo é diferente do existente nos demais estados, onde não existem OPOs. Para uma descrição detalhada, ver Pereira *et al.*(2006).

A disponibilidade de equipes transplantadoras *per capita* parece ser bastante importante para a determinação da quantidade de transplantes *per capita* nos estados, no ano de 2006. O mesmo não se pode afirmar a respeito da renda *per capita* do IDH, e dos gastos *per capita* com saúde nos estados.

Reconhecemos a necessidade de detalhar, estender e aprofundar a análise exploratória realizada no presente texto. Para realizar essa complexa tarefa, seria necessário incorporar outros indicadores (inclusive de caráter qualitativo) e acessar dados e informações que não estão disponíveis no momento. Contudo, acreditamos que o presente estudo, que seria pioneiro sob certos aspectos, pode ser útil na análise do quadro atual e na formulação de políticas relacionadas com os transplantes de órgãos no Brasil.

REFERÊNCIAS

BAHIA, L.; SIMMER, E.; OLIVEIRA, D. C. Coberturas de planos privados de saúde e doenças crônicas: notas sobre utilização de procedimentos de alto custo. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 9, n. 4, p. 921-929, 2004.

BRASIL. *Relatório de avaliação de programa. Programa doação, captação e transplante de órgãos e tecidos*. Relator: Ministro Marcos Vinícios Vilaça. Brasília: Tribunal de Contas da União, 2006.

_____. *Entenda a doação de órgãos. Decida-se pela vida*. Associação Brasileira de Transplante de Órgãos, Ministério da Saúde, Conselho Federal de Medicina, encarte, documento sem data.

COELHO, J. C. U.; TRUBIAN, P. S.; FREITAS, A. C. T.; PAROLIN, M. B.; SCHULZ, G. J.; MARTINS, E. L. Comparação entre o custo do transplante hepático cadavérico e o intervivos. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 51, n. 3, p. 158-163, 2005.

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*, Amsterdam: Elsevier-North-Holland, v. 1B, p. 1.201-1.249, 2000.
- FURUKUBO, M.; OHUCHI, A.; KUROKAWA, T. Analysis of the congestion of medical care centers. In: proceedings of the 5th Conference of the Association of Asian-Pacific Operations Research Society; 2000 July 5th-7th; Singapore. Disponível em: <<http://www.ise.nus.edu.sg/proceedings/apors2000/fullpapers/13-04-fp.htm>>. Acessado em 10/31/2002.
- GARCIA, V. D.; ABBUD FILHO, M.; NEUMANN, J.; PESTANA, J. O. M. *Transplante de órgãos e tecidos*. 2^a ed., 2006, Segmento Farma, São Paulo.
- GODOY, M. R.; NETO, G. B.; RIBEIRO, E. P. Estimando as perdas de rendimento devido à doença renal crônica no Brasil. Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006 (Texto para discussão, n. 2006/1).
- HILLIER, S. F.; LIEBERMAN, G. J. Introduction to operations research, 6th edition. Singapore: McGraw-Hill Book Co., 1995.
- 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, p. 55-71, 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, 1997.
- JCAHO. Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations. *Health care at crossroads: strategies for narrowing the organ donation gap and protecting patients*. USA, 2004.
- LITTLE, J. D. C. A proof for the queuing formula: $L = \lambda W$. *Operations Research*, v. 9, p. 383-387, 1961.
- MANGO, P. D.; SHAPIRO, L. A. Hospitals get serious about operations. *The McKinsey Quarterly*, v. 2, p. 74-85, 2001.
- MARINHO, A. Um estudo sobre as filas para internações e para transplantes no Sistema Único de Saúde Brasileiro. Rio de Janeiro, Ipea, nov. 2004 (Texto para discussão, n. 1.055).
- _____. Um estudo sobre as filas para transplantes no Sistema Único de Saúde Brasileiro. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 22, n. 10, p. 2.229-2.239, out. 2006.
- MARINHO, A.; CARDOSO, S. S. Avaliação da eficiência técnica e da eficiência de escala do Sistema Nacional de Transplantes. Rio de Janeiro, Ipea, fev. 2007 (Texto para discussão, n. 1.260).
- PEREIRA, L. A.; CORIA, S. A.; MONTEIRO, F.; SCANDIUZZI, M. C. Sistema estadual de transplantes em São Paulo: histórico, resultados e perspectivas. In: BITTAR, O. J. N. V.; CECÍLIO, M. A. M. (Eds.). *Planejamento de saúde: conhecimento e ações 2006*. Secretaria de Estado de Saúde de São Paulo, 2006.
- RIBEIRO, C. D. M.; SCHRAMM, F. R. Atenção médica, transplante de órgão e tecidos e políticas de focalização. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 22, n. 9, p. 1.945-1.953, 2006.

VIEIRA, M. A agonia dos transplantes no Rio. HU na imprensa. 2001. Disponível em: <http://www.hucff.ufrj.br/na_imprensa/2002/transplante.html> Acessado em 26/08/2004).

APÊNDICE A

TABELA A.1

Quantidades de pessoas nas filas (listas) e quantidades de transplantes por UFs em 2004

UF	Coração		Córnea		Fígado		Pâncreas		Pulmão		Rim		Rim/ Pâncreas		Total	
	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.
Alagoas	4	1	211	10	-	0	-	0	-	0	695	34	-	0	910	45
Amazonas	0	0	291	6	-	0	-	0	-	0	293	7	-	0	584	13
Bahia	0	0	543	43	110	4	-	0	-	0	1.162	43	-	0	1.815	90
Ceará	5	19	1.131	240	80	28	-	0	-	0	370	130	-	0	1.586	417
Distrito Federal	0	0	1.101	158	2	0	-	0	2	0	526	32	-	0	1.631	190
Espírito Santo	1	1	328	117	-	0	-	0	-	0	787	82	-	0	1.116	200
Goiás	7	2	1.524	585	-	0	-	0	-	0	340	97	-	0	1.871	684
Maranhão	0	0	237	1	-	0	-	0	-	0	-	28	-	0	237	29
Mato Grosso	2	0	236	30	-	0	-	0	-	0	648	25	-	0	886	55
Mato Grosso do Sul	15	1	85	118	-	0	-	0	-	0	294	66	-	0	394	185
Minas Gerais	4	17	2.063	948	135	58	58	26	5	3	4.303	334	53	74	6.621	1.466
Pará	0	3	452	80	-	0	-	0	-	0	542	21	-	0	994	104
Paraíba	0	0	47	132	4	0	-	0	-	0	394	5	-	0	445	137
Paraná	68	8	1.105	483	437	86	9	1	-	0	2.061	189	44	7	3.724	774
Pernambuco	6	12	2.821	311	322	38	-	0	-	0	2.315	106	-	1	5.464	468
Piauí	0	6	585	39	-	0	-	0	-	0	398	46	-	0	983	91
Rio de Janeiro	7	5	2.437	257	765	69	-	0	3	4	2.646	255	16	6	5.874	596
Rio Grande do Norte	2	0	486	97	-	0	-	0	-	0	749	26	-	0	1.237	123
Rio Grande do Sul	24	10	1.009	527	296	127	6	2	71	25	1.317	312	10	40	2.733	1.043
Santa Catarina	16	1	854	207	11	10	-	0	-	0	270	102	-	0	1.151	320
São Paulo	70	95	5.080	3.100	3.205	374	114	24	16	11	9.715	963	241	75	18.441	4.645
Sergipe	3	0	245	67	-	0	-	0	-	0	222	8	-	0	470	75
Total	234	181	22.871	7.556	5.367	794	187	53	97	43	30.047	2.911	364	203	59.167	11.750

Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.

TABELA A.2

Quantidades de pessoas nas filas (listas) e quantidades de transplantes por UFs em 2005

UFs	Coração		Córnea		Fígado		Pâncreas		Pulmão		Rim		Rim/pâncreas		Total	
	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.
Alagoas	1	2	225	10	0	0	0	0	0	0	728	28	0	0	954	40
Amazonas	0	0	384	19	0	0	0	0	0	0	527	23	0	0	911	42
Bahia	0	0	579	57	199	16	0	2	0	0	1.300	85	0	0	2.078	160
Ceará	8	23	1.202	325	122	52	0	0	0	0	440	154	0	0	1.772	554
Distrito Federal	0	0	1.130	185	2	0	0	0	2	0	519	13	0	0	1.653	198
Espírito Santo	1	0	340	100	3	0	0	0	0	0	832	89	0	0	1.176	189
Goiás	6	5	1.809	757	0	0	0	0	0	0	396	95	0	0	2.211	857
Maranhão	0	0	270	4	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	270	53
Mato Grosso	17	0	64	31	0	0	0	0	0	0	309	29	0	0	390	60
Mato Grosso do Sul	2	0	307	165	0	0	0	0	0	0	712	40	0	2	1.021	207
Minas Gerais	4	24	2.133	1.226	146	71	64	13	2	2	3.961	382	50	74	6.360	1.792
Pará	4	2	529	69	0	0	0	0	0	0	605	50	0	0	1.138	121
Paraíba	4	0	16	184	10	4	0	0	0	0	407	3	0	0	437	193
Paraná	60	20	1.189	606	438	87	13	7	0	0	2.284	205	36	15	4.020	940
Pernambuco	5	8	3.044	336	366	44	0	0	0	0	2.480	109	0	0	5.895	497
Piauí	0	5	674	44	0	0	0	0	0	0	421	45	0	0	1.095	94
Rio de Janeiro	6	2	2.705	157	1.192	91	0	0	4	6	3.082	264	23	4	7.012	524
Rio Grande do Norte	2	1	465	138	0	0	0	0	0	0	729	36	0	0	1.196	175
Rio Grande do Sul	36	3	1.224	352	393	81	11	8	72	17	1.501	219	20	23	3.257	703
Santa Catarina	16	1	942	210	28	15	1	0	0	0	325	110	10	0	1.322	336
São Paulo	81	104	5.134	3.331	3.389	453	56	64	24	14	7.596	1.095	160	83	16.440	5.152
Sergipe	3	0	273	88	0	0	0	0	0	0	235	3	0	0	511	91
Total	256	200	24.638	8.394	6.288	914	145	94	104	39	29.389	3.126	299	201	61.119	12.978

Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.

TABELA A.3

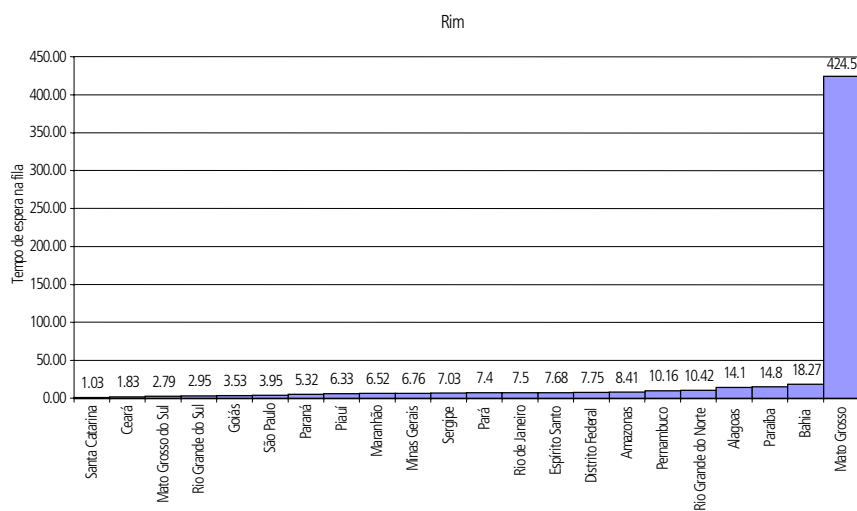
Quantidades de pessoas nas filas (listas) e quantidades de transplantes por UFs em 2006

UFs	Coração		Córnea		Fígado		Pâncreas		Pulmão		Rim		Rim/pâncreas		Total	
	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.	Lista	Transp.
Alagoas	2	0	269	18	0	0	0	0	0	0	704	25	0	0	975	43
Amazonas	0	0	470	68	0	0	0	0	0	0	386	23	0	0	856	91
Bahia	0	0	603	98	234	14	0	0	0	0	1.972	54	0	0	2.809	166
Ceará	8	12	1.407	210	159	46	0	0	0	0	398	109	0	0	1.972	377
Distrito Federal	0	0	1.209	276	0	0	0	0	0	0	526	34	0	0	1.735	310
Espírito Santo	3	0	329	91	10	10	0	0	0	0	844	55	6	4	1.192	160
Goiás	13	2	1.858	795	0	0	0	0	0	0	507	72	0	0	2.378	869
Maranhão	0	0	359	58	0	0	0	0	0	0	390	30	0	0	749	88
Mato Grosso	2	0	395	39	0	0	0	0	0	0	848	1	0	0	1.245	40
Mato Grosso do Sul	16	0	147	90	0	0	0	0	0	0	272	49	0	0	435	139
Minas Gerais	12	14	873	632	42	50	21	17	1	2	3.809	282	26	22	4.784	1.021
Pará	5	1	569	79	0	0	0	0	0	0	621	42	0	0	1.195	122
Paraíba	3	1	75	125	20	8	0	0	0	0	443	15	0	0	541	149
Paraná	70	26	1.459	615	506	54	39	1	0	0	2.403	226	46	9	4.523	931
Pernambuco	7	8	3.215	522	414	57	0	0	0	0	2.762	136	0	0	6.398	723
Piauí	2	0	754	39	0	0	0	0	0	0	455	36	0	0	1.211	75
Rio de Janeiro	7	2	2.993	77	1.165	97	0	0	2	4	3.299	220	21	0	7.487	400
Rio Grande do Norte	2	4	491	125	0	0	0	0	0	0	749	36	0	0	1.242	165
Rio Grande do Sul	42	13	1.367	805	453	99	8	2	73	21	1.618	274	26	20	3.587	1.236
Santa Catarina	14	7	1.048	285	39	42	1	0	0	0	329	160	3	1	1.434	495
São Paulo	98	56	4.336	4.756	3.963	453	45	65	32	26	7.930	1.004	230	65	16.634	6.433
Sergipe	4	1	323	45	0	0	0	0	0	0	266	19	0	0	593	65
Total	310	147	24.549	9.848	7.005	930	114	85	108	53	31.531	2.902	358	121	63.975	14.100

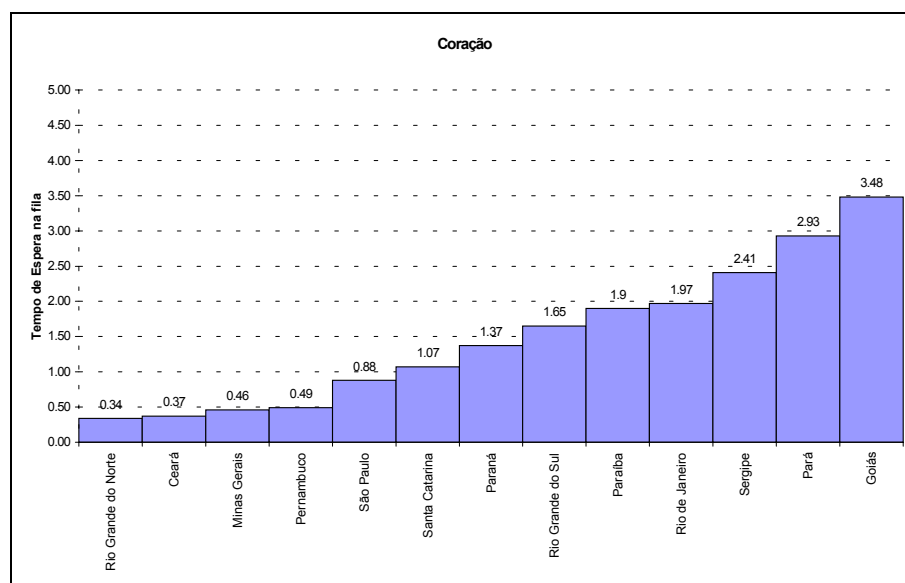
Fonte primária: SNT/Datusus. Elaboração: autores.

APÊNDICE B

Limites inferiores (modelo $M/D/1$) do tempo de espera (em anos) dos transplantes para cada órgão por UFs em 2006

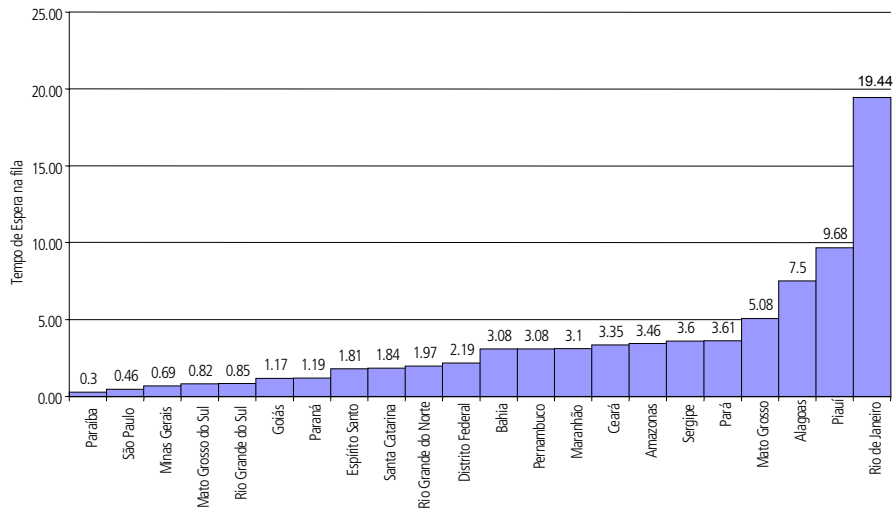


Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.



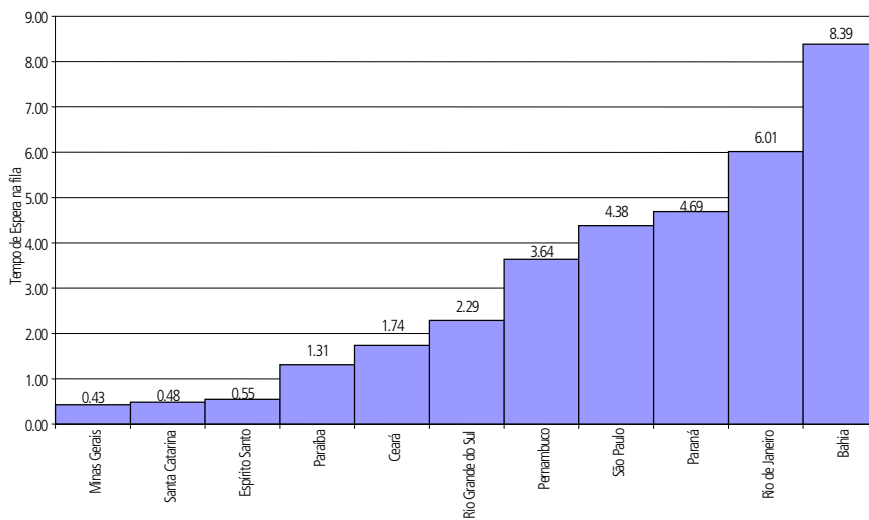
Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.

Córnea

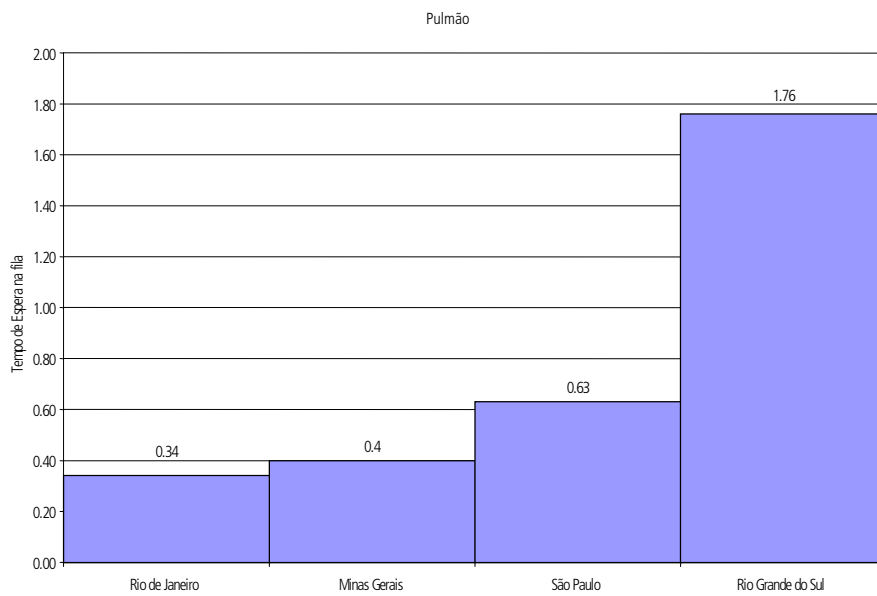


Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.

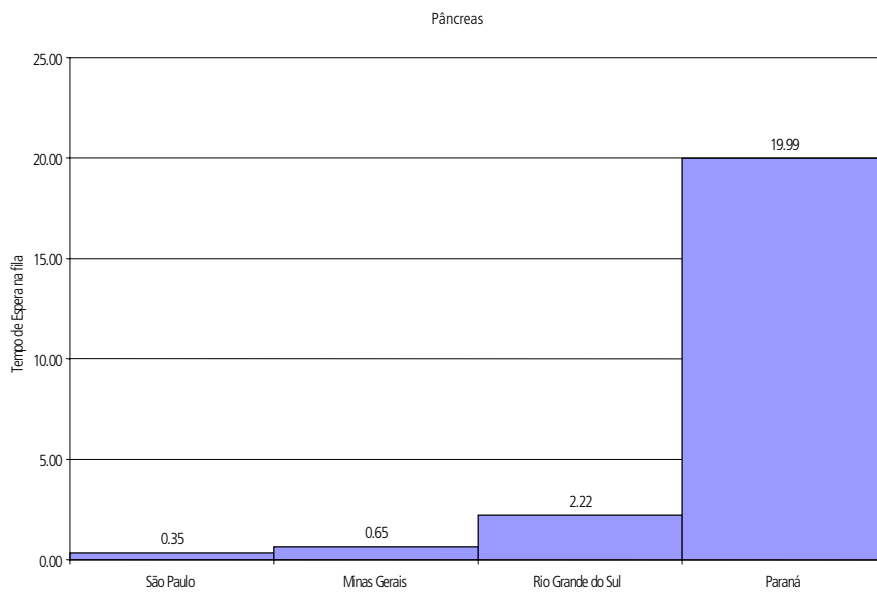
Fígado



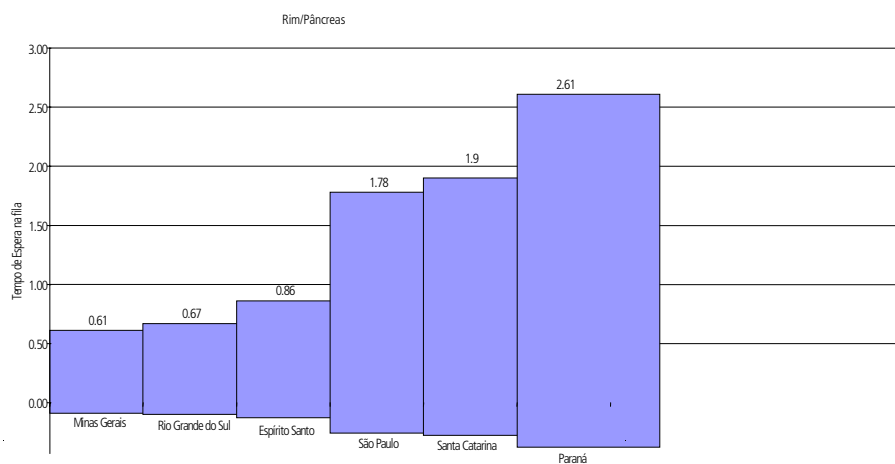
Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.



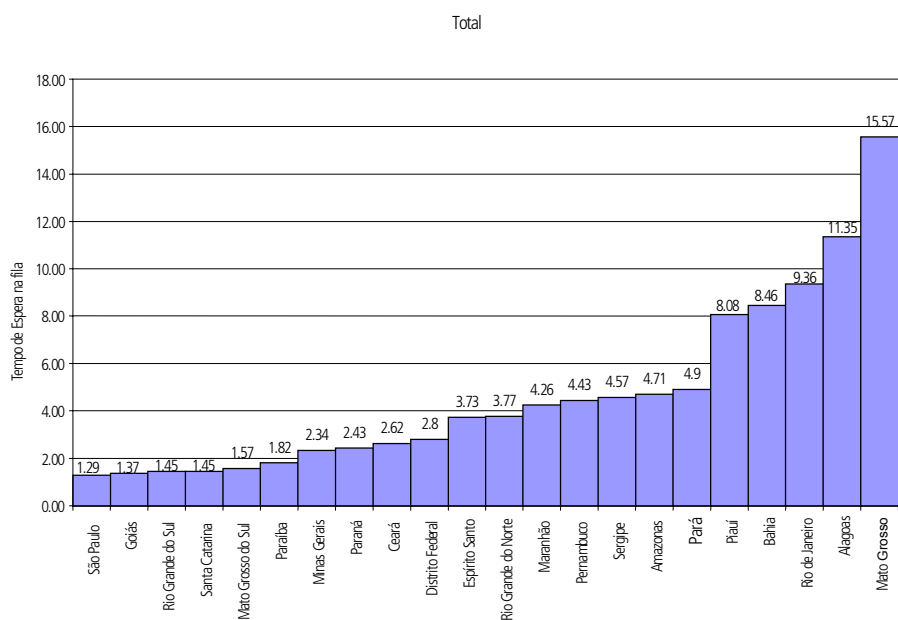
Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.



Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.



Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.



Fonte primária: SNT/Datasus. Elaboração dos autores.

APÊNDICE C

A fórmula de Little

Em Little (1961) são obtidos importantes resultados relacionados com a dinâmica das filas, explicitando a relação entre o tamanho destas e os prazos de espera. Apresentamos uma visão simples e intuitiva dos resultados, adaptada ao nosso problema. Essencialmente, para que uma fila não aumente e nem diminua de tamanho, ou seja, para que ocorra o *steady-state*, as seguintes relações têm de ser observadas:

$$\frac{\text{Quantidade de pacientes na fila}}{\text{Prazo de espera na fila}} = \frac{\text{Quantidade de pacientes internados}}{\text{Prazo de internação}} = \frac{\text{Quantidade de pacientes no sistema}}{\text{Prazo de espera no sistema}}$$

Suponhamos que todos os pacientes que cheguem à fila sejam atendidos. Para que a fila seja estável (não aumente e nem diminua de tamanho), as “velocidades” dos pacientes em cada um dos “componentes” do sistema têm de ser iguais entre si, e iguais à velocidade do sistema como um todo, que é composto pela fila e pelos pacientes internados. A razão entre a quantidade de pacientes e o tempo médio de espera tem de ser igual para os pacientes na fila, para os pacientes internados e para o conjunto de pacientes no sistema.

Sejam:

N_q : quantidade de pacientes na fila;

W_q : prazo de espera na fila;

N_a : quantidade de pacientes internados;

T : prazo médio de internação;

N_s : quantidade de pacientes no sistema (aguardando na fila + internados). $N_s = N_q + N_a$; e

W : prazo de espera no sistema (aguardando na fila + internado). $W = W_q + T$.

De modo um pouco mais formal, devem ser observadas as relações:

$$\frac{N_q}{W_q} = \frac{N_a}{T} = \frac{N_q + N_a}{W_q + T} = \frac{N_s}{W}$$

Observa-se nas relações anteriores que $N_q = (N_s / W) \times W_q$. Mas a razão N_s / W é a própria taxa média de chegada (R) de pacientes no sistema. Então, vemos que $N_q = RW_q$.

Observa-se, também, que $N_s = (N_q / W_q)W$. Daí, decorre que $N_s = RW$.

As duas relações finais obtidas, $N_q = RW_q$ e $N_s = RW$ são conhecidas como *Fórmulas de Little* ou *Leis de Little*.

APÊNDICE D

As fórmulas para N_s , N_q , W e W_q

Seja $N(t)$ a quantidade de pacientes no sistema no instante t , composta de $N_q(t)$ a quantidade de pacientes na fila e $N_s(t)$ a quantidade de pacientes internados. Sejam as probabilidades $p_n(t) = Pr \{N(t) = n\}$ e $p_n = Pr \{N = n\}$ no *steady-state*. O valor esperado da quantidade de pacientes no sistema será $N_s = E[N] = \sum_0^\infty np_n$.

Seja S a taxa de serviços (ou de saída) e R a taxa de chegada de pacientes no sistema. No *steady-state* a equação de balanço assegura que para cada “estado”, ou situação do sistema $n = 0, 1, 2, \dots$, a taxa média de entrada no “estado” será igual à taxa média de saída, ou seja, $R_1 \times P_1 = R_0 \times P_0$ (para mais detalhes, ver Hillier, *op. cit.*).

Generalizando, após n mudanças de estado, fazendo $C_n = \frac{R_{n-1}R_{n-2}\dots R_0}{S_n S_{n-1}\dots S_1}$ para $n = 1, 2, \dots$,

com $C_n = 1$ para $n = 0$ e com S e R fixos, teremos $C_n = \left(\frac{R}{S}\right)^n = U^n$. No *steady-state*, as probabilidades serão $p_n = C_n p_0$. Então, $p_n = U^n p_0$.

Como $\sum_0^\infty p_n = 1$, temos $\sum_0^\infty C_n p_0 = 1$. Então, $p_0 \sum_0^\infty C_n = 1$ e $p_0 \sum_0^\infty U^n = 1$.

Logo, $p_0 = \left(\sum_0^\infty U^n\right)^{-1} = \left(\frac{1}{1-U}\right)^{-1} = 1-U$. Assim, $p_n = U^n p_0 = (1-U)U^n$. Então

$$N_s = E[N] = \sum_0^\infty np_n = \sum_0^\infty n(1-U)U^n.$$

Após algumas manipulações, obtemos $N_s = \left(\frac{U}{1-U}\right) = \left(\frac{R/S}{1-R/S}\right) = \frac{R}{S-R} \cdot (I)$

Das fórmulas de Little, sabemos que $N_s = RW$ e que $N_q = RW_q$. Daí, $N_s - N_q = R(W - W_q)$.

Por definição, $W = W_q + T$. Assim, $W - W_q = T = 1/S$.

Como $N_s - N_q = R(W - W_q)$, então $N_s - N_q = R/S = U$.

Dado que, usando Little, vemos que $W = N_s / R$, então, utilizando (I) vemos que $W = 1/(S - R)$.

Como $N_s - N_q = R/S$, após algumas manipulações, obtemos $N_q = (R/S) N_s = UN_s$.

Como, utilizando Little, obtemos $W_q = N_q / R = UN_s / R$, chegamos a $W_q = UW$.

APÊNDICE E

As distribuições de probabilidades para W e W_q

Assumindo W como uma variável aleatória com distribuição exponencial:

$$E(W) = \frac{1}{S-R}$$

$$U = \frac{R}{S} \text{ então } R = US$$

$$E(W) = \frac{1}{S-US} = \frac{1}{S(1-U)}$$

$$f(w) = \begin{cases} S(1-U)e^{-S(1-U)w}, & w \geq 0 \\ 0, & w < 0 \end{cases}$$

$$P(W > t) = \int_t^{\infty} S(1-U)e^{-S(1-U)w} dw = S(1-U) \left[-\frac{1}{S(1-U)} e^{-S(1-U)w} \right]_t^{\infty} = e^{-S(1-U)t}$$

Sabe-se que $P(W_q = 0) = 1 - U$. Teoricamente, a probabilidade de que o sistema esteja vazio é diferente de 0. Portanto, W_q não teria uma distribuição exponencial.

Assim, $P(W_q > 0) = 1 - (1 - U) = U$. Assumindo-se, entretanto, $W_q > 0$ como uma variável aleatória com distribuição exponencial e observando-se que $W_q = UW$, teremos:

$$E(W_q > t / W_q > 0) = UE(W_q) / U = \frac{1}{S(1-U)}$$

$$f(w_q > t / w_q > 0) = \begin{cases} S(1-U)e^{-S(1-U)w_q}, & w_q \geq 0 \\ 0, & w_q < 0 \end{cases}$$

$$P(W_q > t / W_q > 0) = \int_t^{\infty} S(1-U)e^{-S(1-U)w_q} dw_q = S(1-U) \left[-\frac{1}{S(1-U)} e^{-S(1-U)w_q} \right]_t^{\infty} = e^{-S(1-U)t}$$

EDITORIAL

Coordenação

Iranilde Rego

Supervisão

Marcos Hecksher

Revisão

Lucia Duarte Moreira

Alejandro Sainz de Vicuña

Eliezer Moreira

Elisabete de Carvalho Soares

Míriam Nunes da Fonseca

Editoração

Roberto das Chagas Campos

Camila Guimarães Simas

Camila Oliveira de Souza

Carlos Henrique Santos Vianna

Brasília

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES,

9º andar – 70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 3315-5090

Fax: (61) 3315-5314

Correio eletrônico: editbsb@ipea.gov.br

Rio de Janeiro

Av. Nilo Peçanha, 50, 6º andar — Grupo 609

20044-900 – Rio de Janeiro – RJ

Fone: (21) 3515-8433 – 3515-8426

Fax (21) 3515-8402

Correio eletrônico: editrj@ipea.gov.br

COMITÊ EDITORIAL

Secretário-Executivo

Marco Aurélio Dias Pires

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES,

9º andar – sala 912

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 3315-5406

Correio eletrônico: madp@ipea.gov.br

Tiragem: 135 exemplares