

Um estudo sobre as filas para transplantes no Sistema Único de Saúde brasileiro

A study on organ transplantation waiting lines in Brazil's Unified National Health System

Alexandre Marinho ^{1,2}

Abstract

This study analyzes the waiting lines for solid organ transplants in Brazil's Unified National Health System. By using a queuing theory model, we estimate the waiting times for different organs under alternative scenarios. The model reveals the elasticity of various waiting times with respect to arrival and service rates for organ transplantation within the system. Average waiting time for a solid organ transplant is very long and highly elastic in Brazil. The article discusses some important possibilities for reducing such waiting times.

Organ Transplantation; Waiting Lists; Directed Tissue Donation; National Health System (BR)

Introdução

O presente trabalho estuda as filas para transplantes no Sistema Único de Saúde (SUS). O Brasil dispõe do maior programa público de transplantes do mundo, tendo realizado mais de 8.500 transplantes em 2003 e tendo uma fila de espera de quase 60 mil pessoas no mesmo ano. Trata-se de uma conquista incontestável do nosso sistema de saúde, mas alguns aprimoramentos ainda são possíveis no interesse da sociedade brasileira. O principal objetivo deste texto é avaliar os prazos de espera para transplantes de diversos órgãos no país, bem como estudar as principais variáveis intervenientes na determinação de tais prazos, dando contribuição para a efetiva redução dos mesmos. Embora exploratório, este é um trabalho pioneiro na literatura nacional sobre transplantes no Brasil. Mas entendemos que seja importante, na medida em que avalia, com instrumentos metodológicos consagrados, os tempos de espera para a totalidade do sistema, para os principais órgãos sólidos transplantados no Brasil. Ressalte-se, ainda, que não existem dados oficiais globais disponíveis sobre tais prazos de espera nem informações precisas das relações destes com variáveis relevantes no SUS. Maiores informações sobre esse tema podem ser obtidas na página da Associação Brasileira de Transplantes de Órgãos (ABTO) na Internet (<http://www.abto.org.br>) e na do Siste-

¹ Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Rio de Janeiro, Brasil.
² Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Correspondência

A. Marinho
Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
Av. Presidente Antonio Carlos 51, sala 1002,
Rio de Janeiro, RJ
20020-010, Brasil.
amarinho@ipea.gov.br

ma Nacional de Transplantes (SNT) (<http://dtr2001.saude.gov.br/transplantes>).

As origens e as conseqüências das filas em saúde: considerações preliminares

Cullis et al.¹ ressaltam 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.

A demora no atendimento exerce impactos significativos sobre o bem-estar, as probabilidades de cura, a natureza e 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 exerçam atividades laborais.

Os transplantes de órgãos: discussão inicial

Os transplantes de órgãos foram um dos maiores avanços obtidos pela medicina no século XX, com índice de sucesso acima de 80% (Associação Brasileira de Transplantes de Órgãos/Ministério da Saúde/Conselho Federal de Medicina. *Entenda a Doação de Órgãos. Decida-se pela Vida*. Encarte). O primeiro transplante humano (de rim) ocorreu nos Estados Unidos, no ano de 1954². O primeiro transplante humano de órgão sólido (rim) no Brasil ocorreu no ano de 1965³. Atualmente, grandes parcelas dos indivíduos transplantados têm sobrevida superior a cinco, ou mesmo dez anos após o transplante⁴.

Desde o início da década de 1990, o progresso brasileiro na realização de transplantes tem sido notável. Dados fornecidos pelo Ministério da Saúde – MS (<http://dtr2001.saude.gov.br/transplantes>, acessado em 08/Set/2004) indicam que foram realizados 8.554 transplantes de órgãos em 2003 (aproximadamente 24 transplantes por dia). Existiriam, em novembro de 2003, em torno de 56 mil pessoas aguardando transplantes no país, de acordo com o MS. No ano de 2003 foram realizadas as seguintes quantidades de transplantes: córnea (3.683), rim (2.719), medula óssea (972), fígado (609), esclera (168), coração (143), rim e pâncreas (139), pulmão (28), pâncreas (36), pâncreas após rim (7). Foram realizados, no mesmo ano, 39 retransplantes de fígado e 1 retransplante de pulmão. Outros órgãos, como válvulas cardíacas, ossos, veias, tendões, pele e intestino também

podem ser transplantados. O Brasil é o segundo país do mundo em número de transplantes, sendo superado somente pelos Estados Unidos, onde 300 pessoas são adicionadas nas listas de transplantes diariamente, e 70 transplantes são realizados por dia, com 86.801 pessoas na fila às 15h35min de 3 de setembro de 2004 (os dados são atualizados permanentemente na Internet em <http://www.optn.org/data/>). Em termos de dispêndios públicos, o Brasil tem o maior programa do mundo, pois financia 92% dos procedimentos feitos no país, com gastos totais (incluindo transplantes, procedimentos associados e medicamentos) de R\$ 333.944.120,00 em 2003. Os planos de saúde suplementar somente são obrigados a cobrir os transplantes de rim e de córnea de seus segurados. Tramita, no Congresso Nacional, o *Projeto de Lei 4.164/2004* visando a ampliar a cobertura dos planos de saúde para os transplantes⁵. A venda de órgãos é proibida no Brasil (Associação Brasileira de Transplantes de Órgãos/Ministério da Saúde/Conselho Federal de Medicina. *Entenda a Doação de Órgãos. Decida-se pela Vida*. Encarte), o mesmo ocorrendo nos Estados Unidos e na maioria dos outros países^{2,6}.

No Brasil, o órgão responsável pela coordenação de transplantes no SUS é o SNT, cujo órgão administrativo e gerencial é a Central Nacional de Notificação, Captação e Distribuição de Órgãos (CNCDO). A CNCDO conta com o auxílio de 22 Centrais de Notificação, Captação e Distribuição de Órgãos estaduais e oito centrais regionais, cobrindo praticamente todo o território nacional. Em 2003 estavam credenciados 449 estabelecimentos de saúde e 1.033 equipes especializadas para a realização de transplantes. O SNT não administra os casos de doações entre pessoas vivas (por exemplo, a doação de um rim entre irmãos), mas apenas as doações feitas pelas famílias ao Estado. A meta do MS é, até 2007, zerar a espera por córnea e reduzir a fila por órgãos sólidos (por exemplo, rim, coração e pulmão) em 3% em 2004, em 6% em 2005, 9% em 2006 e em 12% em 2007⁷.

No Brasil, o transplante de órgãos, por doação ao Estado, somente pode ser feita 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 de transplante. A fila para transplantes no SUS para cada órgão ou tecido é única, e o atendimento é por ordem de chegada, considerados critérios técnicos, de urgência e geográficos específicos para cada órgão, de acordo com a *Portaria n. 91/GM/MS*, de 23 de janeiro de 2001. A fila é disciplinada pela *Portaria n. 3.407/GM/MS*, de 5 de agosto de 1998 (<http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2001/gM/gm-091.htm>). Apesar desses critérios, vários fatores limitam a expansão do número de transplantes no SUS. Comentaremos alguns desses fatores na presente seção.

- **Problemas de compatibilidade e de incentivos**

No Brasil, a priorização por fila única ocorre sob restrições que convém assinalar. É necessário que haja completa compatibilidade clínica entre o órgão doado e o receptor. Os potenciais receptores podem escolher o local de realização do transplante, o que os coloca na dependência de disponibilidade da equipe médica no momento em que o órgão é encontrado. Por lei, todos os hospitais são obrigados a notificar a existência de um potencial doador (Associação Brasileira de Transplantes de Órgãos/Ministério da Saúde/Conselho Federal de Medicina. *Entenda a Doação de Órgãos. Decida-se pela Vida*. Encarte), mas isso nem sempre ocorre por vários motivos. Existe uma série de problemas no processo de doação/extração de órgãos/transplante. A equipe médica que deveria notificar a doação não recebe nenhum incentivo adicional por este ato o qual, inclusive, pode não fazer parte de suas rotinas. Em muitos hospitais falta infra-estrutura, recursos ou pessoal disponível para manter vivos, por 48 ou 72 horas, os pacientes com morte cerebral, dado que entre a confirmação da doação e a localização de um doador compatível, não decorrem, provavelmente, menos do que 24 horas, inclusive em virtude das exigências legais. Os médicos podem se deparar com o dilema de ter de escolher entre a manutenção de um doador com morte cerebral ou atender um paciente vivo na UTI. Adicionalmente, vai contra a formação de nossos médicos, e dos demais profissionais de saúde, admitir a possibilidade de perda de pacientes⁸. Por diversas razões, inclusive religiosas, as pessoas resistem a doar os seus órgãos. Outro fator negativo é o medo de ter o tratamento negligenciado ao ser identificado como doador⁹. No momento, existe uma Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) na Câmara Federal sobre o tráfico de órgãos no Brasil¹⁰, onde estão sendo feitas acusações de as-

sassinato de pacientes para a extração e venda de órgãos para transplantes, além de favorecimentos nas filas por indicações de médicos, políticos e autoridades.

- **Limitação das doações a partir de mortos**

De todos os indivíduos que morrem, menos de 1% tem morte encefálica antes de apresentar parada cardíaca, o que limita o número de potenciais doadores. Muitos doadores morrem antes que um potencial receptor seja encontrado^{11,12}. Coimbra¹³ estima, no Brasil, cerca de 10 mil potenciais doadores por ano, predominantemente jovens, vítimas de traumatismo craniano. No Brasil, de cada oito potenciais doadores, apenas um é notificado e somente 20% destes são utilizados como doadores de múltiplos órgãos (Associação Brasileira de Transplantes de Órgãos/Ministério da Saúde/Conselho Federal de Medicina. *Entenda a Doação de Órgãos. Decida-se pela Vida*. Encarte). Nos Estados Unidos, a taxa de aproveitamento de órgãos é em torno de 50%, com uma taxa de 21,8 doadores por milhão de habitantes por ano, enquanto na Espanha, citada como referência em transplantes de órgãos em todo o mundo, observam-se 33,6 doadores por milhão de habitantes por ano².

- **As limitações nas doações entre vivos**

Doações entre pessoas vivas também são possíveis mas sofrem percalços devido às incertezas e prejuízos que acarretam aos potenciais doadores. Nos Estados Unidos, a taxa de mortalidade para os doadores vivos atinge 1% e a taxa de reinternação é de 30%, com longos prazos de recuperação (3,5 meses em média). Os doadores vivos também estão bastante expostos a preconceitos, perdas de renda e mesmo de emprego, e dificuldades de relacionamento com planos de saúde. Ainda assim, desde o ano de 2001, os transplantes envolvendo doadores vivos (6.618) são superiores àqueles envolvendo doadores com morte cerebral (6.182), fato este devido, principalmente, aos transplantes de rim². Roth et al.¹⁴ argumentam que trocas "casadas", envolvendo doadores vivos, ou mortos, poderiam implicar a melhoria de bem-estar nas filas de transplantes. Tais trocas significariam que pacientes que obtivessem doadores entre seus familiares poderiam receber prioridades nas filas. Becker & Elias⁶ e Pattinson⁴, entre outros, advogam maior liberalização do comércio de órgãos para transplantes. Mas a implementação de tais proposições esbarra em uma série de questões éticas e legais.

- **O tamanho dos hospitais**

Nos Estados Unidos 80% das doações vêm de 20% dos hospitais, todos com mais de 150 leitos, e com serviços de neurologia, UTI e de emergência ². O tamanho dos hospitais é um fator limitante dos transplantes. Além dos custos fixos envolvidos, existe uma curva de aprendizado em procedimentos médicos de alta complexidade. O volume dos procedimentos é um dos principais determinantes das taxas de sucesso ¹⁵.

- **A deterioração dos órgãos e a expansão da demanda**

Potenciais doadores não duram muito mais do que 72 horas. Os órgãos transplantáveis duram poucos dias ou mesmo poucas horas. Um coração dura entre 4 e 6 horas, um pulmão entre 4 e 6 horas, um pâncreas entre 12 e 24, um fígado entre 12 e 24 e um rim até 48 horas. Uma córnea pode durar até sete dias. Ossos podem durar até 5 anos ^{2,9}. Não existem dados sobre a disponibilidade exclusiva de leitos para transplantes. Entretanto, o maior gargalo para redução dos tempos de espera reside nos problemas para a captação e para o aproveitamento dos órgãos ^{16,17}. Os avanços da medicina devem impulsionar a demanda por transplantes, na medida em que os procedimentos se tornem mais disponíveis e seguros, e que a sobrevivência dos transplantados e a esperança de vida da população aumentem ^{7,17}.

- **As taxas de mortalidade nas filas**

De acordo com o Department of Health and Human Services do Health Resources and Services Administration, que é a instituição oficial para administração dos transplantes nos Estados Unidos, setenta pessoas fazem transplantes de órgão por dia nos Estados Unidos (para mais detalhes, ver o sítio <http://www.organdonor.gov/>). Entretanto, 16 pacientes morrem diariamente na fila de espera por órgãos. Nos Estados Unidos a taxa de mortalidade geral é de 7% ². Não são difundidos dados oficiais gerais de mortalidade nos transplantes no Brasil.

- **A discriminação das minorias**

Um tema candente nos Estados Unidos reside na questão do acesso de minorias (negros, pobres e portadores de deficiências físicas e mentais) aos transplantes ^{2,18}. As probabilidades de conseguir um rim para transplantes são 50% menores (e os prazos de espera aproximada-

mente duas vezes maiores) para os negros norte-americanos do que para os brancos ².

- **Administração e gerência das filas**

Os problemas administrativos e gerenciais de ordem geral são importantes óbices na expansão do número de transplantes no SUS. Um relatório da Câmara dos Deputados, relacionado com o transplante de órgãos, aponta a “*normatização insuficiente sobre critérios da lista de espera para transplante e a reduzida capacidade de o Ministério da Saúde, por meio do Sistema Nacional de Transplante, articular uma política abrangente para o setor*” ¹⁹.

Metodologia

O arcabouço teórico

O modelo conhecido como “*Markovian/Markovian/single model*” (modelo M/M/s) é clássico e o mais simples disponível na literatura ^{20,21}. Esse modelo recebe esse nome porque assume uma distribuição *Markoviana* dos intervalos de chegada, que são distribuídos de acordo com uma distribuição exponencial independente e identicamente distribuída (*i.i.d.*). A distribuição dos tempos de internação segue um 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 uma distribuição 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, porque os indicadores são todos relacionados ao SUS como um todo.

Mesmo esse modelo simples e largamente recomendado ^{22,23,24,25,26}, é difícil aplicá-lo em sistemas de saúde complexos. São necessários, em princípio, dados sobre os intervalos de tempo decorridos entre as chegadas dos pacientes e entre os inícios e os términos dos tratamentos nas várias especialidades, clínicas ou hospitais.

O modelo M/M/s, 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 anteriores podem ser obtidos os seguintes elementos, supondo $S > R$, de modo que o modelo seja estável (para detalhes, ver Cox & Smith²⁰ ou Hillier & Lieberman²¹):

- $N_s = R/(S-R)$: 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 transplantes no SUS (igual ao tempo esperado na fila somado ao tempo médio de internação);
- $N_q = (R/S)N_s = (R^2/S)/(S-R)$: número esperado de pessoas na fila de transplantes por dia (exclui os pacientes que já estão sendo atendidos);
- $W_q = (R/S)W = (R/S)/(S-R)$: tempo médio esperado na fila dos transplantes (exclui o tempo médio de internação).

O número de transplantes realizados no ano de 2003 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 SUS. 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 SUS, 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 Ministério da Saúde disponibiliza a taxa média de serviço (S) e o número de pessoas na fila (N_q) para vários órgãos transplantados. Com manipulações algébricas triviais todas as demais variáveis podem ser obtidas. Também podem ser obtidas algumas relações de interesse entre as variáveis, entre as quais se destacam as variações percentuais do tempo médio de espera na fila (W_q), dadas as variações da taxa média de serviço (S) e da taxa média de chegada (R). Essas relações são chamadas de *elasticidades* e serão explicitadas a seguir.

No presente trabalho, serão analisadas das elasticidades do tempo médio de espera na fila (W_q) em relação à taxa média de serviço (S), em relação à taxa média de chegada (R) e em relação à diferença entre estas duas taxas ($S-R$) para o SUS. As elasticidades representam a variação percentual ocorrida em uma variável hi-

potética “ X ” que está relacionada com a variação percentual em uma outra variável hipotética “ Y ”. Se o módulo da elasticidade é maior do que um, diz-se que a relação é elástica. Se esse módulo for igual a um, diz-se que a elasticidade é unitária. Se o módulo é menor do que um, diz-se que a relação é inelástica. Quanto maior (menor) a elasticidade, maior (menor) será a variação percentual, e a sensibilidade da variação da variável “ X ” em relação à variável “ Y ”. Esse conceito, bastante usual em economia, está detalhadamente explicado, por exemplo, em Varian²⁷. Quando as variáveis envolvidas são diferenciáveis, a elasticidade, dita elasticidade no ponto, de “ X ” em relação à “ Y ” será dada pela fórmula $(X/Y)(\partial Y/\partial X)$. Um sinal positivo na elasticidade significa que as variáveis se movem no mesmo sentido, possuindo correlação positiva. Um sinal negativo implica que as variáveis se movem em sentidos opostos, possuindo correlação negativa. Conforme vimos, o tempo de espera nas filas converge para $W_q = (R/S)/(S-R)$ (valor de *steady-state*). Sejam S (taxa média de serviço) e R (taxa média de chegada), sempre positivos. Decorrem os seguintes resultados:

Observe-se a derivada $\partial W_q/\partial S = -R(2S-R)/S^2(S-R)^2 < 0$.

Decorre que $\eta_q = (S/W_q)(\partial W_q/\partial S) = -(2S-R)/(S-R) \leq -1$. A relação entre o tempo médio de espera na fila (W_q) e a taxa média de serviço (S) é elástica e negativa.

Essa elasticidade tem grande importância na formulação de políticas. Aumentos na taxa média de serviço reduzem o tempo médio de espera de modo mais do que proporcional. Reduções na taxa média de serviço aumentam o tempo médio de espera de modo mais do que proporcional. Se a taxa de média de serviço é muito maior do que a taxa média de chegada ($S \gg R$), ou seja, se o sistema opera com folga, a elasticidade da taxa média de serviço tende a ser igual a -2. Se o sistema estiver próximo da saturação, com a taxa média de serviço próxima da taxa média de chegada ($S \approx R$), a elasticidade tende a ser infinitamente negativa e o tempo médio de espera cai rapidamente quando a taxa de serviço aumenta e vice-versa. Esta última situação será observada para o SUS, conforme explicitado na próxima seção.

Pode-se calcular a elasticidade do tempo médio de espera na fila (W_q) em relação à taxa média de chegada (R). Como $\partial W_q/\partial R = 1/(S-R)^2 > 0$, a elasticidade será:

$$\epsilon_q = (R/W_q)(\partial W_q/\partial R) = S/(S-R) > 1.$$

A relação entre o tempo médio de espera na fila (W_q) e a taxa média de chegada (R) é elástica e positiva.

Se a taxa média de serviço é muito maior do que a taxa média de chegada ($S \gg R$), a elasticidade tende a ser igual a 1 e variações na taxa de chegada de pacientes são percentualmente iguais às variações do tempo de espera nas filas. Por outro lado, se S e R são próximos ($S \approx R$), o que indica sobrecarga no sistema (o que ocorre no SUS), a elasticidade da demanda tende a ser infinitamente grande e positiva. Nesse caso, qualquer incremento na taxa de chegada fará com que o tempo de espera aumente muito e vice-versa.

Pode-se demonstrar que se a diferença (S-R) entre as taxas aumenta, o tempo de espera total se reduz. Além disso, verifica-se o efeito peculiar que aumentos iguais na taxa de serviço e na taxa de chegada causam no tempo de espera total, observando o seguinte:

A derivada de interesse é $\partial W_q / \partial (S-R) = -(R/S) / (S-R)^2$.

A elasticidade, nesse caso, seria $\gamma_q = [(S-R) / W_q] [\partial W_q / \partial (S-R)] = -1$, ou seja, unitária e negativa.

Esse é um resultado algo surpreendente e que implica o fato de que aumentos na diferença entre a taxa média de serviço e a taxa média de chegada reduzem o tempo de espera na mesma proporção do aumento. Alternativamente, uma redução igual na diferença entre as taxas aumenta o tempo de espera na mesma proporção. Se, por exemplo, a taxa média de serviço por unidade de tempo dobra, e se a taxa média de chegada de pacientes também dobra, o prazo de espera se reduz pela metade, ao invés de ficar constante como poderia ser esperado. Aumentar igualmente a oferta e a demanda reduz o tempo de espera nas filas dos hospitais. Esse é um argumento a favor das grandes unidades hospitalares, e que pode ser verificado empiricamente no caso dos Estados Unidos onde, conforme relatado ^{2,15}, os grandes hospitais são responsáveis pela maioria dos transplantes.

A Secretaria de Assistência à Saúde do Ministério da Saúde (SAS/MS), fornece o quantitativo de pessoas nas filas (N_q) observados no mês de abril do ano de 2004 e o quantitativo dos transplantes realizados, ou seja, a taxa média de serviço (S) para diversos órgãos no ano de 2003 (últimos dados disponíveis no momento da realização do presente estudo). Pode-se, baseando-se nesses dados, com as fórmulas descritas no modelo da seção precedente, estimar-se, para cada tipo de órgão transplantado, o prazo médio (W_q) que cada paciente deverá esperar para ser atendido, bem como o número de pessoas na fila (N_q), a taxa média de chegada dos pacientes (R), a elasticidade da taxa de serviço (η_q) e a elasticidade da taxa de chegada (ϵ_q).

Para considerar o efeito da taxa de mortalidade na fila de espera, o modelo foi recalculado supondo 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 na fila à taxa R, pegassem eventuais senhas de atendimento, mas algumas delas nunca fossem atendidas. Esse é um exercício qualitativamente 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*” (modelo M/D/s). Pode-se demonstrar que esse modelo e o modelo M/M/s 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/s). Assim, o limite superior (no modelo M/M/s onde $k=1$) e o limite inferior (no modelo M/D/s onde $k=\infty$) dos tempos de espera (W_q), de todos os casos possíveis, ficam determinados no estudo ²¹. Os cálculos foram realizados na planilha eletrônica do programa Microsoft® Excel 2000 (Microsoft Corp., Estados Unidos) que suporta o programa Queueing Theory Software Plus Toolbox versão 2.1.

Resultados

Observa-se, na Tabela 1, que os prazos médios de espera na fila (W_q) calculados pelo modelo são bastante elevados para todos os tipos de órgãos, variando de 1,6 ano para coração até 11,1 anos para rim. Como os valores das taxas médias de serviço (S) e das taxas de chegada de pacientes (R) são muito próximos, pode-se concluir que o SUS está sobrecarregado. A elasticidade da taxa média de serviço (η_q) e da taxa média de chegada (ϵ_q) são extremamente elevadas, denotando a extrema sensibilidade do tempo de espera na fila aos parâmetros da taxa média de serviço (S) e da taxa média de chegada (R). Conclui-se que pequenas melhorias na taxa média de serviço podem reduzir bastante os prazos de espera. Por outro lado, se a taxa de chegada de candidatos a transplantes aumentar, mesmo que em pequena proporção, os tempos de espera na fila sofrerão elevações dramáticas.

Os resultados da Tabela 1 podem estar superestimados, dado que, infelizmente, nem to-

dos os pacientes na fila são efetivamente atendidos. O modelo supõe que os valores dos tempos de espera (W_q) sejam obtidos em uma dinâmica permanente de convergência, que inclui, no longo prazo, o atendimento a todos os componentes da fila.

As taxas de mortalidade variam entre os diferentes tipos de órgãos mas, na ausência de dados específicos, e supondo que 0% seja a taxa mínima (Tabela 1) e que 50% seja a taxa máxima plausível (Tabela 2) o exercício realizado permite inferir limites dos intervalos das variáveis relevantes. Após a consideração da taxa de mortalidade de 50% nas filas, vemos que os tempos médios de espera (W_q) caem a praticamente a metade do observado se a mortalidade nas filas não é considerada.

Os resultados da Tabela 2 também seriam válidos para simular reduções não permanen-

tes na taxa de chegada, ou para fenômenos que causem reduções não permanentes dos quantitativos de pessoas nas filas como mutirões, campanhas de publicidade com efeitos de curta duração, e outros choques positivos (mas transitórios) nas taxas de serviço. Tais fenômenos, não sendo perenes, reduzem menos as filas do que aumentos permanentes na taxa de serviço, mesmo que estes aumentos sejam de pequena magnitude.

A Tabela 3 simula uma situação em que as taxas médias de serviço fossem aumentadas em 10%, fazendo a nova taxa de serviço igual a 110%S para todos os tipos de órgãos. Esse esforço teria implicações extremamente positivas sobre os tempos médios de espera (W_q) e sobre os números de pessoas nas filas (N_q). O modelo avalia como realistas as metas oficiais ⁷

Tabela 1

Variáveis de interesse sobre as filas de transplantes no SUS.

Órgão	Pacientes na fila (N_q)*	Taxa de serviço (S)**	Taxa de chegada (R)***	Elasticidade de serviço (η_q)***	Elasticidade de chegada (ϵ_q)***	Prazo na fila em anos (W_q)***
Coração	234	143	142,4	-237,0	236,0	1,6
Córnea	22.871	3.683	3.682,8	-22.874,0	22.873,0	6,2
Fígado	5.367	609	608,9	-5.370,0	5.369,0	8,8
Pulmão	97	28	27,7	-100,0	99,0	3,5
Rim	30.047	2.719	2.718,9	-30.050,0	30.049,0	11,1
Rim + Pâncreas	364	139	138,6	-367,0	366,0	2,6
Pâncreas	187	36	35,8	-190,0	189,0	5,2

* Pacientes na fila em abril de 2004 (fonte: Secretaria de Assistência à Saúde, Ministério da Saúde);

** Transplantes realizados em 2003 (fonte: Secretaria de Assistência à Saúde, Ministério da Saúde);

*** Média estimada no modelo.

Tabela 2

Variáveis das filas para transplantes no SUS. Modelo ajustado pela mortalidade nas filas.

Órgão	Pacientes na fila ($N_q/2$)*	Taxa de serviço (S)**	Taxa de chegada (R)***	Elasticidade de serviço (η_q)***	Elasticidade de chegada (ϵ_q)***	Prazo na fila em anos (W_q)***
Coração	117	143	141,8	-120,0	119,00	0,8
Córnea	11.435,5	3.683	3.682,7	-11.438,5	11.437,5	3,1
Fígado	2683,5	609	608,8	-2.686,5	2.685,5	4,4
Pulmão	48,5	28	27,4	-51,5	50,5	1,8
Rim	15.023,5	2.719	2.718,8	-15.026,5	15.025,5	5,5
Rim + Pâncreas	182	139	138,2	-185,0	184,0	1,3
Pâncreas	93,5	36	35,6	-96,5	95,9	2,6

* Metade do número de pacientes na fila em abril de 2004 (fonte: Secretaria de Assistência à Saúde, Ministério da Saúde);

** Quantidades de transplantes realizados em 2003 (fonte: Secretaria de Assistência à Saúde, Ministério da Saúde);

*** Média estimada no modelo.

de zerar a fila por transplante de córnea em quatro anos. Com aumento de 10% nas taxas médias de serviço restariam apenas as filas para transplantes de pulmão e de pâncreas, com prazos de espera em torno de quatro meses e de três meses, respectivamente, e apenas oito pessoas nas filas.

A Tabela 4 demonstra uma situação em que a demanda por todos os tipos de órgãos, representada pela taxa média de chegada (R), aumenta em 10% em relação ao modelo inicial, mantendo-se a taxa média de serviço (S) original. Nesse caso, como a taxa média de chegada é maior do que a taxa média de serviço o modelo não tem equilíbrio estacionário. As filas “explodiriam” para todos os órgãos estudados e os tempos de espera se tornariam infinitos.

A Tabela 5 representa uma situação na qual tanto a taxa média de chegada (R) como a taxa

média de serviço (S) são acrescidas, simultaneamente, de 10% em relação aos seus respectivos valores originais que constam da Tabela 1. Conforme vimos na seção *Metodologia*, ocorrerão reduções no tempo de espera, pois ocorrem retornos crescentes de escala, dado que existe uma elasticidade unitária e negativa do tempo médio de espera em relação à diferença entre S e R. Como as variações percentuais em S e em R são idênticas, e S é próximo de R, o número de pessoas na fila praticamente não se altera. Entretanto, os tempos de espera na Tabela 5, apresentados a seguir, são, aproximadamente, 10% menores do que os observados na Tabela 1.

Tabela 3

As filas para transplantes no SUS com aumento de 10% na taxas médias de serviço.

Órgão	Pacientes na fila (N_q)*	Taxa de serviço aumentada (110%S)**	Taxa de chegada (R)*	Prazo na fila em anos (W_q)*
Coração	8,7	157,3	142,4	0,061
Córnea	7,4	4.051,3	3.682,8	0,002
Fígado	9,1	669,9	608,9	0,015
Pulmão	8,1	30,8	27,7	0,292
Rim	8,2	2.990,9	2.718,9	0,003
Rim + Pâncreas	8,7	152,9	138,6	0,063
Pâncreas	8,6	39,6	35,8	0,239

* Média estimada no modelo;

** Calculado a partir da quantidade de transplantes realizados em 2003 (fonte: Secretaria de Assistência à Saúde, Ministério da Saúde).

Tabela 4

As filas para transplantes no SUS com aumento de 10% na taxa média de chegada.

Órgão	Pacientes na fila (N_q)*	Taxa de serviço (S)**	Taxa de chegada (110%R)*	Prazo na fila em anos (W_q)*
Coração	Infinito	143	156,6	Infinito
Córnea	Infinito	3.683	4.051,1	Infinito
Fígado	Infinito	609	669,8	Infinito
Pulmão	Infinito	28	30,5	Infinito
Rim	Infinito	2.719	2.990,8	Infinito
Rim + Pâncreas	Infinito	139	152,5	Infinito
Pâncreas	Infinito	36	39,4	Infinito

* Média estimada no modelo;

** Quantidades de transplantes realizados em 2003 (fonte: Secretaria de Assistência à Saúde, Ministério da Saúde).

Tabela 5

As filas para transplantes no SUS com aumento de 10% na taxa média de chegada e aumento de 10% na taxa média de serviço.

Órgão	Pacientes na fila (N_q)*	Taxa de serviço (110% S)**	Taxa de chegada (110% R)*	Prazo na fila em anos (W_q)*
Coração	233,9	157,3	156,6	1,5
Córnea	22.884,8	4.051,3	4.051,1	5,6
Fígado	5.400,4	669,9	669,8	8,1
Pulmão	97,1	30,8	30,5	3,2
Rim	30.210,1	2.990,9	2.990,8	10,1
Rim + Pâncreas	363,8	152,9	152,5	2,4
Pâncreas	187,5	39,6	39,4	4,8

* Média estimada no modelo;

** Calculado a partir da quantidade de transplantes realizados em 2003 (fonte: Secretaria de Assistência à Saúde, Ministério da Saúde).

Discussão

Existem grandes oportunidades para diminuir as longas filas para transplantes no SUS. As metas governamentais de redução das filas para transplantes parecem ser realistas e factíveis com esforços moderados, desde que permanentes, dada a grande sensibilidade (elasticidade) das filas às melhorias permanentes nas taxas de atendimento dos pacientes. A melhoria do atendimento no SUS pode aumentar a predisposição geral para a doação de órgãos e a melhoria das filas para transplantes.

Uma parcela significativa dos pacientes candidatos a transplantes morre antes do atendimento. A Associação Brasileira dos Transplantados de Fígado Portadores de Doenças Hepáticas (TRANSPÁTICA) ²⁸ avalia que a mortalidade de pacientes na fila de transplantes de fígado no Brasil é de 54,5%. Caravatto et al. ²⁹, reportam uma taxa de mortalidade de 50% para diabéticos em diálise entre dois e três anos de tratamento na cidade de São Paulo. A Joint Commission to Accreditation of Healthcare Organizations (JCAHO) ² e Roth et al. ¹⁴ reportam uma taxa de mortalidade entre 6% e 7% nas filas de transplantes nos Estados Unidos. A taxa de mortalidade na fila exerceria maior impacto no caso do fígado, que teria menos alternativas de tratamento do que no caso do rim, onde a diálise, até certo ponto, é um sucedâneo parcial para os transplantes ^{6,15}. A TRANSPÁTICA ²⁸ e Vieira ³⁰ informam um prazo de espera em torno de dois anos para transplante de fígado. Em Coelho et al. ¹⁷ está reportado, também para fígado, um tempo de espera acima de três anos. Ao menos para esse órgão, os resultados da Tabela 2 parecem mais adequados do que os

da Tabela 1, onde a mortalidade não foi considerada.

Duas conclusões de caráter mais geral sobressaem no modelo. A primeira, é que as relações entre os prazos de espera nas filas para transplantes e as variáveis operacionais do sistema (a taxa média de serviço e a taxa média de chegada) não são lineares, e as diversas elasticidades podem ou não ser constantes. A segunda conclusão é que o prazo de espera na fila é bastante sensível (elástico) às variações naquelas duas taxas.

A boa administração das filas também requer que sejam analisados, e publicados, além dos tempos de espera, outros indicadores de resultados, tais como taxas de mortalidade nas filas ou pós-transplantes, e a distribuição espacial dos indicadores. O tamanho, e outras características dos hospitais que retiram órgãos ou realizam transplantes, também deveriam estar disponíveis.

Um maior compromisso do sistema de saúde com ações preventivas no âmbito da Atenção Básica e do Programa Saúde da Família (PSF) e do Programa de Agentes Comunitários de Saúde (PACS), com a prevenção e o controle de doenças crônicas prevalentes na população (por exemplo, hipertensão e diabetes) poderia ter efeitos redutores significativos na demanda por transplantes.

Pesquisas futuras deveriam investigar as interações entre as filas para transplantes dos diversos órgãos (*elasticidades cruzadas*). Existem economias de escala nas doações, pois um doador pode doar diversos órgãos. Mas pode ser que ocorra competição pelos recursos do SUS entre os diferentes tipos de transplantes. Portanto, a alocação de recursos entre os diferen-

tes tipos de transplantes deve ser balizada por critérios científicos e coordenados pelo SUS.

Observando-se a posição excepcional ocupada pelo Brasil no que se refere aos transplantes de órgãos, recomenda-se, adicionalmente, a produção e publicação detalhada e sistemática de dados sobre os transplantes no país. Essas informações adicionais deveriam, pelo menos, contemplar a segmentação dos dados por gênero, faixa etária, gravidade dos casos e ca-

racterísticas dos prestadores de serviços envolvidos. Sem essas informações, em que pesem a excelência das equipes de saúde e do aparato administrativo envolvidos nos transplantes, estaremos, desnecessariamente, privando a comunidade científica e a sociedade brasileira de oportunidades significativas de entender, valorizar, e aprimorar o Sistema Nacional de Transplantes brasileiro, que é um componente essencial do SUS.

Resumo

Este trabalho estuda as filas para transplantes no Sistema Único de Saúde, estabelecendo um quadro geral da situação deste problema no Brasil. Os tempos de espera para transplantes de diversos órgãos sólidos são estimados, em cenários alternativos, com o auxílio de um modelo de teoria das filas (queueing theory). O modelo permite estimar as elasticidades dos tempos de espera em relação às taxas de chegada de pacientes de prestação de serviços do sistema. Os prazos de espera são longos e bastante sensíveis às variações na demanda e na oferta de órgãos. Existem possibilidades significativas de redução dos prazos de espera nas filas.

Transplantes de Órgãos; Listas de Espera; Doação Dirigida de Tecidos; Sistema Único de Saúde

Agradecimentos

Agradeço as valiosas observações feitas por dois pareceristas anônimos. Todos os eventuais erros remanescentes são de minha inteira responsabilidade.

Referências

1. Cullis JG, Jones PR, Propper C. Waiting lists and medical care treatment: analysis and policies. In: Culyer AJ, Newhouse JP, editors. Handbook of health economics. v. 1B. Amsterdam: Elsevier/North-Holland; 2000. p. 1201-49.
2. Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations. Health care at crossroads: strategies for narrowing the organ donation gap and protecting patients. Washington DC: Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations; 2004.
3. García VD, Santiago-Delpín E. Organ donation and transplantation around the world: the Latin America experience. <http://www.abto.org.br/profissionais/profissionais.asp> (acessado em 03/Ago/2005).
4. Pattinson SD. Paying living organ providers, Web Journal of Current Legal Issues 2003; 3. <http://webjcli.ncl.ac.uk/2003/issue3/pattinson3.html> (acessado em 14/Mar/2005).
5. Agência Câmara. Projeto pode ampliar cobertura de transplante. <http://www.camara.gov.br/internet/agencia/materias.asp?pk=56483> (acessado em 19/Out/2004).
6. Becker GS, Elías JJ. Introducing incentives in the market for live and cadaveric donations. Chicago: Department of Economics, University of Chicago; 2002.
7. Ministério da Saúde. Doe vida. Seja um doador de órgãos. http://portalweb02.saude.gov.br/saude/aplicacoes/noticias/noticias_detalhe.cfm?co_seq_noticia=7534 (acessado em 26/Ago/2004).
8. Sadala MLA. Doação de órgãos. A experiência de enfermeiras, médicos e familiares de doadores. São Paulo: Editora Unesp; 2004.
9. Ministério da Saúde. Dúvidas mais frequentes sobre transplante. <http://dtr2001.saude.gov.br/transplantes/duvidas.htm> (acessado em 08/Set/2004).
10. Agência Câmara. CPI do tráfico de órgãos vota relatório nesta quinta. <http://www.camara.gov.br/internet/agencia/materias.asp?pk=56691> (acessado em 08/Set/2004).
11. Coelho J. Transplantes de órgãos no Brasil. Apesar da melhora, o desafio continua. http://www.george.pinheiro.nom.br/art001_01.htm (acessado em 26/Ago/2004).
12. UTI HC On Line. Transplantes e doação de órgãos e tecidos. <http://www.ufpe.br/utihc/transplante.htm> (acessado em 02/Ago/2005).
13. Coimbra C. Morte cerebral: falhas nos critérios de diagnóstico. Ciênc Hoje 2000; 27:26-30.
14. Roth AE, Sönmez T, Ünver MU. Kidney exchange. Q J Econ 2004; 119:457-88.
15. Committee on Organ Procurement and Transplantation Policy, Institute of Medicine. Organ procurement and transplantation: assessing current policies and the potential impact of the DHHS final rule. Washington DC: National Academies Press; 1999.
16. Guerra CICO, Bittar OJNV, Siqueira Junior MR, Araki F. O custo que envolve a retirada de múltiplos órgãos. Rev Assoc Med Bras 2002; 48:156-62.
17. Coelho JCU, Trubian PS, Freitas ACT, Parolin MB, Schulz GJ, Martins EL. Comparação entre o custo do transplante hepático cadavérico e o intervivos. Rev Assoc Med Bras 2005; 51:158-63.
18. Daniels DE, Smith K, Parks-Thomas T, Gibbs D, Robinson J. Organ and tissue donation: are minorities willing to donate? Ann Transplant 1998; 3:22-4.
19. Agência Câmara. Proposta muda lista de órgãos para transplante. <http://www.camara.gov.br/internet/agencia/materias.asp?pk=56551> (acessado em 19/Out/2004).
20. Cox RD, Smith WL. Queues. London/Colchester: Spottiswoode, Ballantyne & Co.; 1961.
21. Hillier FS, Lieberman GJ. Introduction to operations research. 6th Ed. Singapore: McGraw-Hill; 1995.
22. Iversen T. The effect of a private sector on the waiting time in a national health service. J Health Econ 1997; 16:381-96.
23. Iversen T. A theory of hospital waiting lines. J Health Econ 1993; 12:55-71.
24. Iversen T. An interaction model of public and private health services: surgical waiting lists. In: Culyer AJ, Jonsson B, editors. Public and private health services. Oxford: Basil Blackwell; 1986. p. 131-51.
25. 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. <http://www.ise.nus.edu.sg/proceedings/apors2000/fullpapers/13-04-fp.htm> (acessado em 31/Out/2002).
26. Mango PD, Shapiro LA. Hospitals get serious about operations. McKinsey Quarterly 2001; 2:74-85.
27. Varian HR. Microeconomia: princípios básicos. Rio de Janeiro: Editora Campus; 2003.
28. Associação Brasileira dos Transplantados de Fígado e Portadores de Doenças Hepáticas. Notícias: transplantes de fígado. http://www.transpatica.org.br/noticia.asp?cod_noticia=39 (acessado em 26/Ago/2004).
29. Caravatto PP, Dumarco RB, Rocha PG, Miranda MP, Genzini T, Gullo Neto S. Transplante de pâncreas e rim simultâneo com enxerto renal proveniente de doador vivo. Rev Med (São Paulo) 2001; 80:57-62.
30. Vieira M. A agonia dos transplantes no Rio. HU na Imprensa. http://www.hucff.ufrj.br/na_imprensa/2002/transplante.html (acessado em 26/Ago/2004).

Recebido em 23/Mar/2005

Versão final reapresentada em 14/Dez/2005

Aprovado em 03/Jan/2006