

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Autômatos Celulares Aplicados à Dinâmica de Doação Emparelhada de Rim

Mariana de Mendonça Melo¹

Programa de Mestrado em Modelagem Matemática Computacional, CEFET, Belo Horizonte, MG

Thiago Gomes de Mattos²

Departamento de Física e Matemática, CEFET, Belo Horizonte, MG

José Geraldo Peixoto de Faria³

Departamento de Física e Matemática, CEFET, Belo Horizonte, MG

1 Introdução

A doação emparelhada de rim ou simplesmente troca renal é um método em desenvolvimento nos Estados Unidos para diminuir o número de pacientes que estão na fila de espera por um transplante renal de doador falecido. Por intermédio de um doador vivo biologicamente compatível ou incompatível ao seu receptor associado (doador-receptor), a doação emparelhada permite a troca de rim entre os pares [1].

De acordo com a referência [2], integram a troca renal as formas de doação cíclica e em cadeia. A doação cíclica é uma troca bidirecional entre pares distintos onde o doador é incompatível com o receptor associado a ele porém compatível com o receptor de outro par, tornando os pares distintos mutuamente compatíveis. Nesse aspecto, os transplantes são realizados simultaneamente para evitar recuo do doador e, conseqüentemente, o acometimento do par doador-receptor, favorecendo uma nova oportunidade de emparelhamento. A proposta de transplantes não simultâneos, com intuito de preservar o par, é uma alternativa da doação em cadeia. A cadeia é iniciada por um doador altruísta e pode ser estendida por um doador-ponte, que estreia outro segmento de cadeia com a chegada de mais pares. Pares compatíveis podem participar de ambas as trocas renais com propósito altruísta de aumentar o número de transplantes e a chance de compatibilidade [2].

O problema da troca renal [1] refere-se ao problema de encontrar o número máximo de transplantes a partir de um conjunto de pares doador-receptor organizados em ciclos e cadeias. Dispondo das concepções descritas, o presente trabalho baseia-se no estudo de uma abordagem dinâmica do problema de troca renal com objetivo obter o número máximo de transplantes.

¹mamenmelo@gmail.com

²tgmatos@des.cefetmg.br

³jgpfaria@des.cefetmg.br

2 O Modelo

Para empregar um modelo matemático dinâmico, adotamos autômatos celulares para representar o método de doação emparelhada de rim organizado em uma rede quadrada constituída de pares. O sistema é mapeado de forma que cada sítio representa um par doador-receptor tal que o estado de cada par depende e influencia o estado de outro par, alterando o comportamento coletivo do sistema. A ótica macroscópica do sistema caracteriza-se pela propagação de transplante renal, conforme a interação entre os pares. Sugere-se, como interação, um círculo social baseado em um laço comunitário como elemento fundamental, em que os pares compatíveis e incompatíveis estão motivados intrinsecamente a participarem da troca renal, isentos de uma análise de fim-meios. Podemos nos basear na dinâmica de Altmann [3] em que os encontros ocorrem a partir de uma rede de parcerias, tal como os pares doador-receptor neste modelo.

O sistema evolui em tempo discreto segundo as mesmas regras de transição para a atualização dos estados de cada sítio. Neste modelo, associamos variáveis binárias para dizer se o par doador-receptor $(\sigma_D, \sigma_R) = 0$ (1) se está inativo (ativo) para a realização do transplante, onde ativo significa que o par participará da doação emparelhada e do contrário, inativo. Abordamos uma propriedade do modelo em que regras de transição respeitam a probabilidade de transição em que um estado inativo não pode levar a um estado ativo, ou seja, um par cujo doador que tem como característica ser altruísta ou egoísta e está inativo e seu receptor associado está no estado inativo, não poderá voltar a ser um par onde doador e receptor são ativos. No geral, estamos interessados em uma configuração em que maximizamos o número de transplantes.

Com auxílio das simulações computacionais podemos investigar o comportamento do modelo matemático proposto. Os resultados teóricos obtidos podem ser deduzidos a partir de simulações fornecendo resultados semelhantes aos sistemas reais propostos em [1].

Agradecimentos

À CAPES, pelo apoio financeiro.

Referências

- [1] R. Anderson., I. Ashlagi, D. Gamarnik and A. E. Roth. Finding long chains in kidney exchange using the traveling salesman problem. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 112, n. 3, p. 663-668, 2015. DOI:10.1073/pnas.1421853112.
- [2] M. Rees, J. E. Kopke, R. P. Pelletier, D. R. Segev, M. E. Rutter, A. J. Fabrega, J. Rogers, O. G. Pankewycz, J. Hiller, A. E. Roth, T. Sandholm, U. and R. A. Montgomery. A nonsimultaneous, extended, altruistic-donor chain. *New Engl J Med*, 360(11):1096-1101, 2009.
- [3] M. Altmann. Susceptible-infected-removed epidemic models with dynamic partnerships. *Journal of Mathematical Biology*, v. 33, n. 6, p. 661-675, 1995.