

Heurísticas para o Escalonamento Dinâmico de Pacientes em Prontos-Socorros¹

Thiago Alves de Queiroz²

Instituto de Matemática e Tecnologia, Universidade Federal de Catalão, 75704-020, Catalão, GO, Brasil.
Manuel Iori

Department of Sciences and Methods for Engineering, University of Modena and Reggio Emilia, 42122,
Reggio Emilia, Italy.

Arthur Kramer

Mines Saint-Étienne, University Clermont Auvergne, UMR 6158 LIMOS, F-42023 Saint-Étienne,
France.

Yong-Hong Kuo

Department of Industrial and Manufacturing Systems Engineering, The University of Hong Kong,
Pokfulam Road, Hong Kong, China.

A superlotação em unidades de pronto-socorro tem sido relatada continuamente em várias regiões do mundo [1]. O pronto-socorro é a porta de entrada do hospital para pacientes que precisam de serviços médicos de emergência imediatos. O congestionamento dentro dessa unidade pode impedir que os pacientes acessem os tratamentos necessários em tempo hábil. Tais atrasos nos tratamentos médicos podem levar a piora na saúde (ou até mesmo ao óbito).

Esta pesquisa está relacionada ao problema de escalonamento de pacientes em unidades de pronto-socorro. As informações sobre os pacientes (horários de chegada, horários de atendimento e níveis de urgência) e a disponibilidade de médicos são reveladas dinamicamente em um horizonte de tempo. Busca-se uma solução em que o atraso ponderado dos atendimentos dos pacientes seja mínimo. Este é um problema de otimização desafiador, devido ao número e heterogeneidade dos pacientes que chegam para receber atendimento de urgência. Propomos diferentes métodos, desde simples heurísticas de reotimização até abordagens mais complexas baseadas em cenários, fazendo também uso de componentes metaheurísticos internos. Também estudamos a influência do número de médicos e a possibilidade de receber informações preliminares sobre os pacientes como formas de melhorar a eficiência do pronto-socorro. Em particular, as contribuições são:

- uma pesquisa que se origina de dois grandes hospitais, um localizado em Hong Kong, China, e outro no norte da Itália. A definição do problema deriva das atividades realizadas nesses hospitais, ao passo que os testes computacionais são baseados em instâncias realistas derivadas de dados do mundo real;
- a proposta de métodos de solução preditivos-reativos e orientados a eventos:

¹Esta pesquisa é financiada pelo Conselho de Bolsas de Pesquisa de Hong Kong (processos ECS 27200419), pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - processos 405369/2021-2 e 311185/2020-7) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG).

²taq@ufcat.edu.br

- uma heurística de reotimização simples que escalona pacientes para médicos de acordo com os níveis de urgência dos pacientes. Os mais urgentes são atendidos o mais rápido possível. Também se investiga o caso em que os pacientes recebem atendimento com base em sua chegada. Outras variantes consideram que os pacientes menos urgentes têm seu nível de urgência aumentado à medida que o tempo passa e os médicos podem ficar “ociosos” por um período de tempo quando existir apenas pacientes de baixa prioridade aguardando atendimento;
 - uma heurística aprimorada que escalona com uma busca em vizinhança variável (VNS) sempre que um evento ocorre (por exemplo, a chegada de um paciente). As decisões passadas e as em andamento são fixadas, enquanto a heurística escalona novos pacientes e aquelas já designados a médicos;
 - uma abordagem baseada em cenários, que faz uso de cenários amostrados com pacientes fictícios gerados de acordo com as distribuições de probabilidade inferidas a partir de dados históricos. A VNS obtém uma solução para cada cenário e uma função de consenso calcula a pontuação do cenário conforme as decisões mais comuns em termos de designação de pacientes a médicos;
- o estudo da variante do problema em que (parte de) a triagem é antecipada durante o transporte de pacientes. Isso pode ser vantajoso, especialmente quando se espera a chegada de pacientes urgentes.

Os métodos de resolução são testados em instâncias realistas baseadas em dados dos dois hospitais. A heurística de reotimização simples funciona bem apenas quando há muitos médicos disponíveis. Por outro lado, a sua combinação com a VNS traz melhorias relevantes na redução dos atrasos ponderados, sem demandar muito tempo computacional. A abordagem por cenários traz melhorias adicionais, mas à custa de um esforço computacional não desprezível. Experimentos adicionais foram conduzidos para também analisar os principais parâmetros da VNS e suas estruturas de vizinhança, bem como a influência do número de cenários, o tamanho do horizonte de tempo para pacientes fictícios e os benefícios do uso de informações preliminares dos pacientes.

Observa-se que melhores resultados podem de fato ser obtidos se informações estocásticas forem usadas para antecipar decisões futuras. Nesse caso, a abordagem por cenários (combinada com a VNS), usando uma função de consenso baseada nas decisões mais comuns, forneceu os melhores resultados gerais. Acredita-se que esses resultados representam uma contribuição essencial para o importante problema de escalonamento dinâmico de pacientes em unidades de pronto-socorro [2].

Referências

- [1] S. di Somma, L. Paladino, L. Vaughan, I. Lalle, L. Magrini e M. Magnanti. Overcrowding in emergency department: an international issue. *Internal and Emergency Medicine*, 10(2): 171-175, 2015.
- [2] T. A. Queiroz, M. Iori, A. Kramer e Y.-H Kuo. Scheduling of patients in emergency departments with a variable neighborhood search. Em: N. Mladenović, A. Sleptchenko, A. Sifaleras, e M. Omar (editores), *Variable Neighborhood Search*, 138-151, Springer International Publishing, 2021.