

SIMULAÇÃO DE POLÍTICAS DE FILA COM PRIORIDADE EM UM PRONTO SOCORRO HIPOTÉTICO

PEREIRA, Luiz Eduardo¹; RIBEIRO, Flávia Santos²; VIEIRA, Rafaela Martins³; MENDES, Bruna Cristina⁴; SILVA, Diego Mello da⁵

¹Estudante do curso Ciência da Computação do IFMG - *Campus* Formiga. E-mail: luizedupereira000@gmail.com.

²Estudante do curso Ciência da Computação do IFMG - *Campus* Formiga. E-mail: flaviarbr25@gmail.com.

³Estudante do curso Ciência da Computação do IFMG - *Campus* Formiga. E-mail: rafaelamartinsv@gmail.com.

⁴Estudante do curso Ciência da Computação do IFMG - *Campus* Formiga. E-mail: brumendes102@gmail.com

⁵Professor orientador do IFMG - *Campus* Formiga. E-mail: diego.silva@ifmg.edu.br

Resumo: Este trabalho apresenta duas implementações de simulador de eventos discretos que implementam o processo de atendimento de pacientes em prontos-socorros visando a simulação de cenários hipotéticos inspirados em situações comuns encontradas nestes estabelecimentos de saúde, tais como cadastro de pacientes, triagem, atendimento médico e aplicação de medicamentos e/ou exames pós consulta. No trabalho foram testadas duas diferentes políticas de fila com objetivo de medir as diferenças no tempo de espera das filas e ociosidade do quadro de funcionários diante de cenários que variam a quantidade de atendentes, enfermeiros e médicos. Os resultados encontrados apontaram que enfermeiros impactam mais no desempenho do PS modelado do que os médicos, e que as políticas de fila experimentadas são adequadas para situações diferentes de acordo com o perfil do PS.

Palavras-chave: Simulação. Pronto-Socorro. Simulação de Eventos Discretos.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Miyagi (2006), a simulação pode ser entendida como a “imitação” de uma operação ou de um processo do mundo real com a finalidade de análise de características operacionais sem interferir no sistema real. Isto é feito pela simples experimentação do modelo que o representa, que pode identificar a ocorrência de gargalos e fluxos comprometidos, e investigar o comportamento do sistema modelado sob diferentes políticas, a baixo custo.

Este trabalho propôs a análise de possíveis melhorias na política de fila em Prontos Socorros (PS) utilizando simulação. Nele implementou-se dois simuladores com diferentes protocolos de atendimento de filas com prioridades, experimentados em três cenários diferentes com o objetivo de comparar o desempenho do sistema diante de cada política e da variação na quantidade de atendentes, enfermeiros e médicos. Os dados de entrada utilizados para a simulação dos cenários foram inspirados em dados reais retirados de Silva (2017), que coletou informações de um hospital de pronto atendimento em Ponta Grossa-PR.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho utilizou para seu desenvolvimento a ferramenta DIA para desenho do processo e a linguagem Python, linguagem de programação interpretada de alto nível,

orientada a objetos, funcional, imperativa e de tipagem forte (VENNERS, 2003). Experimentos foram conduzidos em máquinas Intel Core I7 da 6ª geração, com 8GB de memória RAM, e sistema operacional Ubuntu 18.04.

O funcionamento do PS foi modelado de maneira simplificada, considerando apenas situações comuns nas quais um paciente está sujeito quando precisa ser atendido neste estabelecimento: cadastro do paciente (que exige atendentes), triagem para determinar a criticidade de atendimento (que exige enfermeiros), atendimento médico (que exige médicos), e possível administração de medicamentos e novos exames pós consulta (que exige, novamente, enfermeiros). À cada paciente que chega ao PS atribui-se um dos cinco níveis de prioridade de atendimento, que vão de ‘Não Urgente’ (1) à ‘Emergência’ (5). Pacientes em emergência não precisam passar pelo processo de triagem, e são encaminhados diretamente para o atendimento médico. O início de cada uma destas atividades está sujeita à disponibilidade de recursos humanos. Quando são finalizadas, liberam os recursos humanos envolvidos, que ficam ociosos até serem novamente requeridos.

Cada simulador implementou uma política de fila diferente baseada em prioridades. Na implementação (I) associou-se um valor de probabilidades para cada nível de criticidade, não uniforme, de tal forma que pacientes mais prioritários têm mais chances de serem atendidos. O próximo atendimento depende do nível sorteado, seguindo a ordem de chegada dos pacientes do mesmo nível. Já a implementação (II) utilizou uma fila de prioridade simples, onde sempre o primeiro a sair é o paciente com maior nível prioridade. Outra diferença existente entre as implementações foi na forma como um enfermeiro atende a triagem ou exames/medicamentos. A implementação (I) utilizou uma regra de atendimento para enfermeiros que estabelece que eles atendam prioritariamente a fila de pacientes da mesma atividade que acabaram de realizar, exercendo outras atividades apenas quando não houver mais pacientes na fila da atividade atual. Já a implementação (II) sorteou qual atividade o enfermeiro atende, podendo permanecer na atividade ou chavear para outras atividades que o requerem.

Em termos de *setup* experimental, cada simulador operou sobre três diferentes cenários, descritos a seguir pela 3-tupla (num. atendentes/num. enfermeiros/num. médicos): Cenário 1 (1/2/1); Cenário 2 (1/3/1); e Cenário 3 (1/4/2). A distribuição de probabilidades associada com cada atividade foi dada por: EXP(0.1) para chegada de pacientes, TRI(2,4,10) para cadastramento de pacientes, NORM(5.25,1.21) para a triagem, NORM(8.45,3.23) para consulta médica, e NORM(28.3,5.63) para administração de medicamentos/novos exames.

Como saída, mediu-se o valor médio de ociosidade da equipe (em %); tempo de fila geral (em minutos), isto é, a soma de todas as filas; tempo de fila dos pacientes emergenciais (em minutos) e tempo de fila dos pacientes não emergenciais (em minutos). Cada implementação replicou o modelo 100 vezes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com a execução dos Cenários 1, 2 e 3 foram sintetizados nos gráficos apresentados nas Figuras (1.a) e (1.b), que reportam os indicadores de saída mencionados para as implementações (I) e (II), respectivamente.

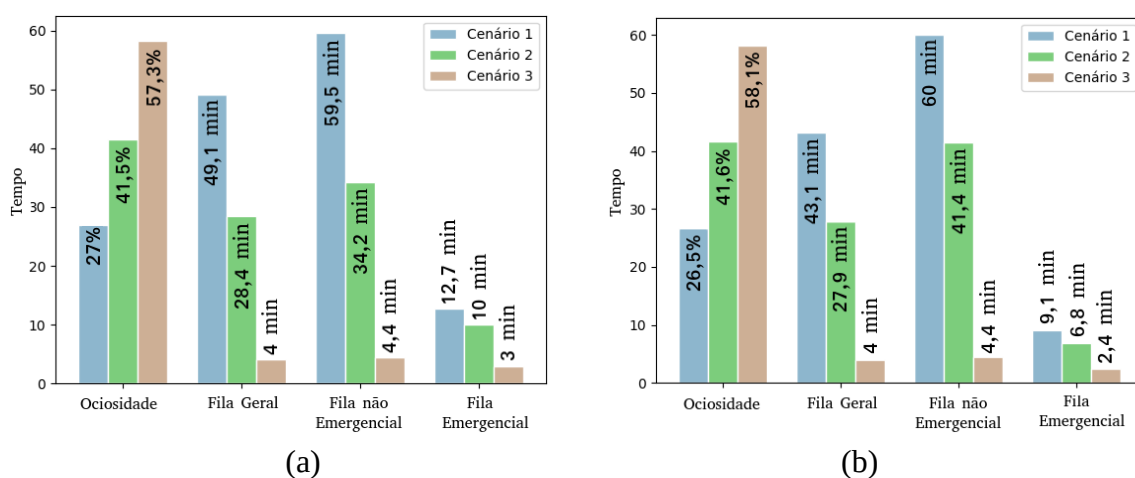


Figura 1 – Comparação de desempenho entre cenários utilizando a implementação (I) e (II)
Fonte: Elaborado pelos autores.

Pelos resultados obtidos observa-se na Figura (1.a) que à medida que aumenta-se o número de enfermeiros e médicos (isto é, do Cenário 1 para o Cenário 3), a ociosidade da equipe aumenta de 27% para quase 60%, indicando que os recursos ficam ociosos em boa parte do tempo, enquanto que as filas geral, não emergencial e emergencial apresentaram redução no tempo de espera de cerca de 91%, 92% e 76%, respectivamente. Em conjunto esses números suportam a idéia de que existe algum gargalo no processo observado pela diferença entre os tempos de espera em fila do Cenário 1 para o Cenário 3 que é remediado com aumento do número de enfermeiros e médicos, possivelmente na triagem, administração de medicamentos e na própria consulta, visto que reduzem drasticamente este tempo de espera. O mesmo fato se repete nos resultados observados na Figura (1.b), com aumento de ociosidade da equipe de 26% para 58% aproximadamente, e com redução de 90% na fila geral, 92% na fila não emergencial, e 73% na fila emergencial.

Tirando pequenas variações nos resultados, em ambas as implementações o impacto do aumento do número de recursos foi positivo para o tempo médio de espera de um paciente

em fila. A possível explicação para o fato é que aumentar o número de enfermeiros agiliza o encaminhamento dos pacientes para o atendimento, enquanto aumentar a disponibilidade de médicos causa redução tanto no tempo de fila de pacientes emergenciais, que não compartilham fila com os demais por serem mais prioritários, quanto no tempo de fila dos pacientes não emergenciais pois conseguem atender à mais de um paciente por vez. Apesar disso, o aumento da ociosidade sugere que parte dos recursos ficam sem atuar em grande parte do tempo (possivelmente enfermeiros, visto que médicos são recursos críticos do processo), mas ainda assim são necessários para obter um bom custo-benefício (*tradeoff*) entre o tempo que pacientes esperam em fila e o custo operacional de manter este dimensionamento de equipe.

Para completar a análise, o Cenário 2 (isto é, 1/3/1) foi novamente experimentado por ambas as implementações (I) e (II) para ver o impacto das políticas de fila no desempenho do sistema. Os resultados estão disponíveis na Figura (2).

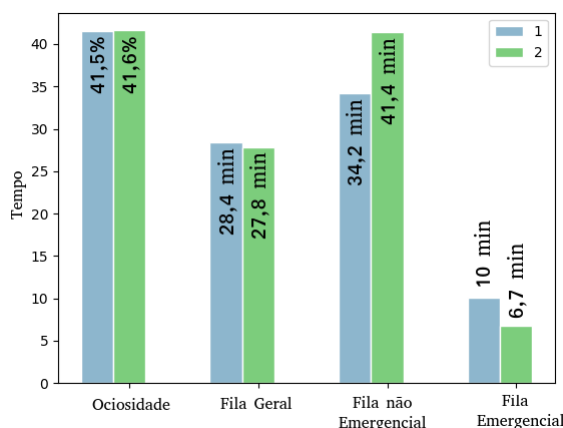


Figura 2 - Desempenho do sistema devido às políticas de fila nas implementações (I) e (II)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se que, independente da política de filas de prioridade adotada, o percentual de ociosidade da equipe e o tempo de pacientes na fila geral não foram afetados. Entretanto, quando observa-se o tempo em fila emergencial e não emergencial, nota-se que a política da implementação (II) favoreceu, na consulta médica, o atendimento de pacientes emergenciais em detrimento aos pacientes não emergenciais, fato esperado visto que na implementação (II) a política adotada consome primeiro as filas das prioridades mais altas, seguido pelas menos críticas, que pelos dados apresentados na Figura (2) reduziu o tempo em fila emergencial em cerca de 33%.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho analisou três diferentes cenários com diferentes alocações de recursos humanos para um PS hipotético por meio da simulação de diferentes políticas de atendimento de filas de prioridade, a saber, (i) atender cada fila de prioridades com uma dada probabilidade, ou (ii) utilizar a regra simples de atender primeiro o paciente que está em estado mais crítico. Resultados obtidos mostraram que quantidade de enfermeiros impacta mais no desempenho do atendimento de pacientes regulares do que o número de médicos e que a política de sortear que nível de prioridade para atender é mais justa no caso geral, mas pode não ser adequada para locais que recebem muitos pacientes emergenciais.

O trabalho também mostrou que é possível experimentar novas alternativas em um PS por simulação antes de implementá-las em ambiente real, a baixo custo e sem impactos na saúde dos pacientes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos alunos Ana Paula Fernandes, Eduardo Mezêncio, Fernanda Medeiros, Lise Arantes e Thales Otávio que contribuíram para realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

MIYAGI, Paulo E. Introdução à simulação discreta. **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos. São Paulo, 2006.**

SILVA, Leticia Pavan da. **Análise de cenários em um sistema de pronto atendimento utilizando simulação discreta.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

VENNERS, Bill. **The Making of Python.** Disponível em <<https://www.artima.com/intv/pythonP.html>> Acesso em 6 de Setembro de 2019.

Como citar este trabalho:

PEREIRA, Luiz Eduardo; RIBEIRO, Flávia Santos; VIEIRA, Rafaela Martins; MENDES, Bruna Cristina; SILVA, Diego Mello da. Projeto de Simulação de um Pronto Socorro. *In: SEMINÁRIO DE PESQUISA E INOVAÇÃO (SemPI), III., 2019. Formiga. Anais eletrônicos [...]. Formiga: IFMG – Campus Formiga, 2019.*