



Uso da Simulação a Eventos Discretos como ferramenta para análise dos impactos da COVID-19 em um centro de endoscopia

Gustavo Teodoro Gabriel (Universidade Federal de Itajubá)
gustavo.teodoro.gabriel@gmail.com

João Victor Soares do Amaral (Universidade Federal de Itajubá)
joao.victoramara196@hotmail.com

Gustavo Santos Coutinho (Universidade Federal de Itajubá)
gustavoscoutinho@hotmail.com

Rafael Hummel Santos (Universidade Federal de Itajubá)
rafaelhummel13@gmail.com

José Antonio de Queiroz (Universidade Federal de Itajubá)
ja.queiroz@unifei.edu.br

Com a pandemia do novo Coronavírus (COVID-19), algumas estratégias devem ser adotadas em ambientes hospitalares e clínicas de saúde para evitar a contaminação cruzada. Essas medidas estão relacionadas principalmente ao fluxo do paciente, layout e limpeza. Dessa forma, o estudo tem como objetivo utilizar a Simulação a Eventos Discretos para analisar os efeitos da pandemia em um Centro Ambulatorial de Endoscopia. O modelo foi construído no software FlexSim em seu estado atual e, depois de feitas as mudanças de segurança necessárias, os resultados mostraram um impacto bastante severo devido aos requisitos da COVID-19. Usando os princípios do Lean Healthcare, houve mudanças no layout, aumento no número de leito, alternativas de fluxo de paciente e funcionários, turnos, agendamento da chegada do paciente e alocação de recursos. Com essas medidas e os testes realizados, em média, o centro trabalhou 10,36 horas, obteve como lucro diário de \$9582,00, os pacientes foram expostos cerca de 16,92 vezes em situações de risco e o tempo de permanência girou em torno de 169,40 minutos. Na comparação com o cenário de COVID-19, houve uma redução de 11,38%, 51,73% e 25,60% para o total de horas trabalhadas, no total de situações de risco e tempo de permanência do paciente, respectivamente. Além disso, houve um aumento de 11,34% no lucro diário.

Palavras-chave: Simulação a eventos discretos, COVID-19, Serviços de Saúde.

1. Introdução

Em março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou a pandemia do novo Corona vírus, denominado COVID-19. De acordo com Shu et al. (2019), o vírus surgiu em Wuhan na China, no final de 2019 e, desde então, se espalhou pelo mundo. Vários países já foram considerados o epicentro da doença, como a Itália, Estados Unidos, Índia e mais recentemente o Brasil, provocando milhares de vítimas em mais de um ano.

Diante da alta transmissibilidade e contágio da doença, muitos hospitais e centros de atendimento de saúde tiveram que se adaptar as novas condições impostas pela COVID-19. Medidas de aumento da rigurosidade da triagem, distanciamento entre pacientes, planejamento do uso de recursos físicos e humanos e aumento das rotinas de limpeza são necessários para evitar a contaminação cruzada e, ao mesmo garantir o atendimento de pacientes de forma rápida e eficiente (WU et al., 2020). Apesar dessas medidas necessárias, há um aumento significativo no tempo de permanência do paciente nos locais, uma vez que a equipe gasta mais tempo realizando essas atividades que antes não eram necessárias.

Assim, a Simulação a Eventos Discretos (SED) torna uma alternativa para o planejamento rápido de processos. Ahsan et al. (2019) e Gunal (2012) afirmam que a SED é uma ferramenta adequada ao ambiente hospital pois apresenta flexibilidade na resposta a mudanças de escala e nível de detalhe, foco individual no paciente e desempenho relacionado ao tempo de espera e existência de filas. Além disso, Currie et al. (2020) afirmam que a SED é adequada para determinar o impacto da disponibilidade dos recursos nos tempos de espera e permanência de pacientes e no número de entidades aguardando por procedimentos ou passando pelo sistema. Dessa forma, o presente trabalho visa avaliar através da SED os impactos causados pelas mudanças impostas pela COVID-19 em um Centro Ambulatorial de Endoscopia (CAE). Além disso, se possível, melhorar o fluxo do processo mesmo atendendo a essas imposições.

O artigo está estruturado da seguinte maneira: a seção 1 apresentou a introdução e a contextualização do problema; a seção 2 apresenta a revisão bibliográfica; logo em seguida, na seção 3, é apresentado o método utilizado; os resultados e discussões estão na seção 4 e por fim, na seção 5 estão as conclusões.

2. Referencial Teórico

2.1. Simulação a Eventos Discretos

A Simulação a Eventos Discretos é considerada a imitação de um sistema através de um ambiente virtual sem que envolva riscos físicos e financeiros ao sistema estudado (BANKS et

al., 2010; MONTEVECHI et al., 2010). Além disso, é possível fazer experimentações para prever o comportamento de sistemas que muitas vezes são complexos e estão influenciados por um conjunto de fatores internos e externos, sendo as experiências muitas vezes inviáveis de se realizar (BUDGAGA et al., 2016). Assim, a SED é o primeiro passo para avaliar uma proposta de mudança, obtendo uma visão sobre os potenciais impactos e dando suporte para a gerência tomar decisões e implantar melhorias no mundo real (BEM-TOVIM et al., 2016; DENGIZ e BELGIN, 2014). É possível encontrar aplicações da SED em diversos setores, como manufatura, logística, transporte, saúde, entre outros (GABRIEL et al., 2020a).

Jahangirian et al. (2010) dizem que a ferramenta é apropriada para níveis táticos e operacionais nas tomadas de decisão. Segundo os autores, ela tende a ser conveniente para as análises detalhada dos processos, utilização dos recursos, enfileiramento e análises a curto prazo. Um aspecto chave na SED é descrição do estado do sistema, o qual inclui valores das variáveis dos processos, como a distribuição de probabilidade de chegadas das entidades, durações dos eventos, status dos eventos e os recursos necessários (DONG et al. 2012). Assim, Robinson (2014) conclui que ela é eficiente para modelar sistemas em que ocorrem filas devido a taxa de chegada em um local ser maior que a taxa de processamento da próxima atividade.

2.2. SED na área hospitalar

Os sistemas de saúde são considerados sistema complexos e que devem se adaptar a diferentes situações que mudam ao longo do seu dia a dia. Assim, há várias partes interessadas para tomar inúmeras decisões a níveis estratégicos, táticos e operacionais (CHAHAL e ELDABI, 2008). Devido à complexidade dos sistemas de saúde, tomadores de decisões vem usando a SED para análise e melhoria de processos e apoio a tomada de decisão.

Jacobson, Hall e Swisher (2006) dizem que o crescimento da SED no setor de saúde se dá pelo fato dela melhorar os processos e reduzir custos. Gunal (2012) afirma que os pacientes podem ser rastreados de forma individual e assim cada um apresenta diferentes atributos como tipo de paciente, tempos de processamento e roteamentos (MCMANUS, SACH e LEVELL, 2019). Recursos também podem ser analisados como médicos, enfermeiros, camas, equipamentos, entre outros.

A literatura apresenta uma vasta gama de estudos nesse setor. Pode-se encontrar estudos para melhoria e eficiência de departamentos de emergência (ZHOU e OLSEN, 2018), redução no tempo de permanência de pacientes (BABASHOV et al., 2017), alocação de recursos e dimensionamento de leitos (GABRIEL et al., 2020b) e horários de agendamento de pacientes

(BHATTACHARJEE e RAY, 2018). Além disso, Currie et al. (2020) afirmam que a SED é ideal para prever mudanças em sistemas e processos que terão que ser readaptados devido as exigências impostas pela COVID-19.

3. Método de Pesquisa

De acordo com Montevechi et al. (2010) um modelo de simulação deve ser construído através de três etapas: concepção, implementação e análise. Baseado no método proposto pelos autores, o trabalho segue as seguintes etapas:

1. Modelagem conceitual: o modelo conceitual foi construído utilizando a técnica do IDEF-SIM que tem como objetivo facilitar a tradução para o modelo computacional (MONTEVECHI et al., 2010; PEREIRA et al., 2015).

2. Modelagem computacional: o modelo foi construído no software FlexSim[®] no qual permite simular ambientes hospitalares. Além da SED (principal função do software), foi utilizado o sistema de agentes para medir o distanciamento entre os pacientes.

3. Execução do modelo e análises iniciais: o modelo foi replicado por 100 vezes no cenário atual para avaliar as seguintes métricas: Tempo Total de Horas Trabalhadas (TTHT), Lucro Total por Dia (LTD); Número de Situações de Risco (NSR) que compreende a quantidade de vezes que os pacientes têm contato em um raio inferior a 1.8 metros; Tempo de Permanência dos Pacientes (TPP) e Utilização dos Recursos (UR).

4. Modificações para o cenário de COVID-19: foi adicionado ao modelo dois enfermeiros de triagem no início do processo. Além disso, foi acrescentado cinco minutos em todas as rotinas de limpeza do centro. Por fim, houve um espaçamento de 1.8 metros entre as cadeiras da recepção. O modelo foi replicado por 100 vezes e, novamente, as cinco métricas foram avaliadas.

5. Experimentação: na fase de experimentação houve a mudança do layout, mudança no turno de funcionários e a hora de chegada de pacientes no CAE. Mais uma vez, o modelo foi replicado por 100 vezes.

4. Análise e Resultados

4.1. Objeto de Estudo

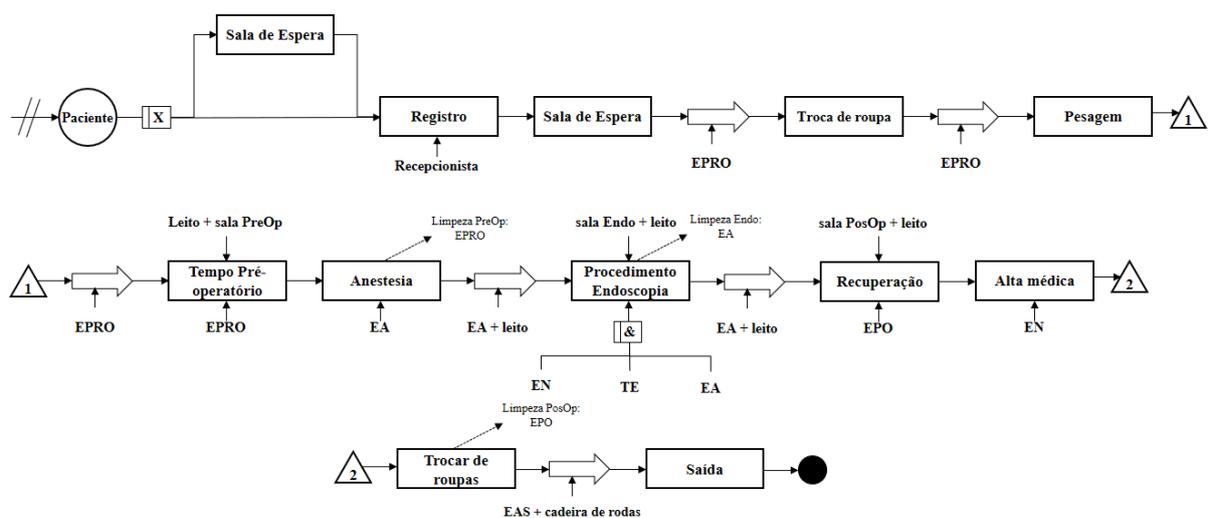
O objeto de estudo compreende em um Centro Ambulatorial de Endoscopia que atende 25 pacientes diariamente. Os pacientes chegam no CAE e se dirigem para o registro ou para a sala de espera. Depois do registro, um enfermeiro de pré-operatório (EPRO) acompanha o paciente

para que ele troque de roupa e realiza a sua pesagem. O mesmo enfermeiro o leva para uma sala de espera de pré-operatório e realiza os primeiros procedimentos. Em seguida, o paciente é anestesiado pela enfermeira responsável enquanto a sala de endoscopia é preparada. Após esse procedimento, ele é transportado pelo enfermeiro de anestesia (EA) e levado para sala, onde recebe um dos quatro procedimentos: endoscopia no esôfago, colonoscopia de triagem, colonoscopia de diagnóstico ou um procedimento duplo. Em todos os processos o paciente precisa estar acompanhado de um endoscopista (EN), um técnico em endoscopia (TE) e a EA. Após o procedimento, o EA transporta o paciente para o pós-operatório e recuperação ele permanece até estar estável com um enfermeiro de pós-operatório (EPO). Depois da recuperação, o EN passa as instruções finais, o paciente troca de roupa e um enfermeiro assistente (EAS) o transporta para a saída do CAE. Assim que o paciente deixa as salas de pré-operatório, sala de endoscopia e pós-operatório, o EPRO, o EA e o EPO fazem a limpeza, respectivamente. Estão disponíveis três EPROs, dois EAs, dois ENs, três TEs, três EPOs e um EAS.

4.2. Modelagem conceitual

Como descrito na seção de métodos, optou-se por utilizar a técnica de modelagem de processos IDEF-SIM devido a facilidade para a tradução para o modelo computacional. O processo descrito na seção 4.1 é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Modelagem conceitual



4.3. Modelagem computacional

O modelo foi construído no software FlexSim® utilizando os módulos de simulação a eventos discretos e agentes. O modelo foi verificado e validado pela equipe de profissionais e especialistas responsáveis, através da técnica face-a-face (SARGENT, 2013). A Figura 2 mostra o modelo no seu estado atual.

Figura 2 – Modelo computacional – estado atual



4.4. Execução do modelo e análises iniciais

Como dito anteriormente, o modelo foi submetido a 100 replicações para o estado atual para um dia de trabalho. Todos os dados em parênteses representam 95% de confiança:

- O CAE trabalhou cerca de 11,02 (10,93 – 11,10) horas;
- Na média, o centro obteve \$ 9622,00 (9447,00 – 9797,00) como lucro diário;
- Os pacientes foram expostos em cerca de 60,70 (58,90 – 62,50) vezes em situações de risco;
- O tempo de permanência do paciente girou em torno de 190,80 (187,80 – 193,80) minutos;
- Tabela 1 mostra a utilização dos recursos humanos:

Tabela 1 – Utilização da equipe – Estado Atual

Recurso	Média (%)	Intervalo de Confiança
Recepcionista	39,43	(39,06 – 39,79)
EPRO	38,82	(38,48 – 39,17)
EA	53,94	(53,41 – 54,46)
EN	53,49	(52,96 – 54,03)
TE	48,69	(48,14 – 49,24)
EPO	45,82	(45,43 – 46,21)
EAS	2,66	(2,64 – 2,68)

De acordo com o modelo, o número de pacientes dentro do CAE atingiu um pico médio de 11,19 pessoas, com um intervalo de confiança de (11,04 – 11,34). Além disso, o número máximo de pacientes na recepção foi de 6,25 (6,10 – 6,40). A recepção é o local crítico do centro, onde ocorre mais contato entre os pacientes devido a espera pelos procedimentos. O local também apresenta um alto número de pacientes pois eles esperam cerca de 69,26 (66,91 – 71,60) minutos para começar os primeiros procedimentos e seguir para a área de pré-operação, representando 91,75% do tempo de espera por todos os procedimentos. Isso ocorre devido ao número insuficiente de macas disponíveis no CAE.

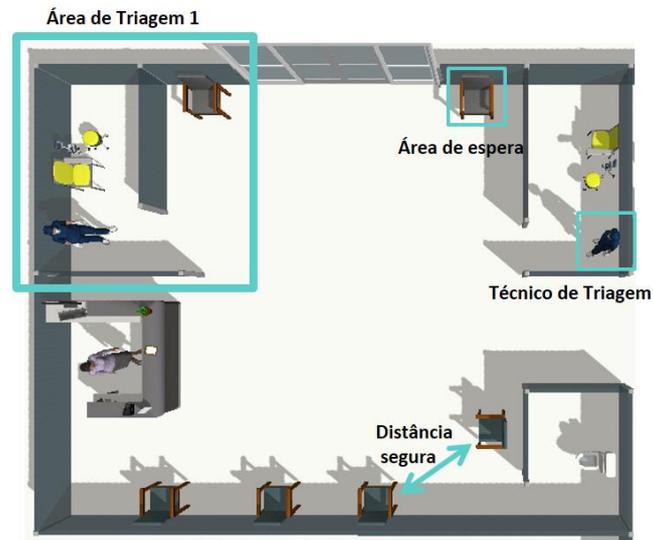
4.5. Cenário COVID-19

No cenário de COVID-19, foram aplicadas as mudanças necessárias impostas para evitar o contágio cruzado entre pacientes. Assim, foram feitas algumas mudanças na área de recepção, como o afastamento das cadeiras para uma distância de segurança de 1,8 metros e a adição de duas áreas de triagem que contém uma sala de triagem, um técnico de enfermagem para tiragem (ET). A triagem do paciente dura cerca de 30 minutos. Também foram acrescentados 5 minutos nas rotinas de limpeza de cada sala. A Figura 3 mostra a configuração da nova sala de espera e recepção.

Novamente o modelo foi replicado 100 vezes e obteve-se as seguintes métricas:

- O CAE trabalhou cerca de 11,69 (11,53 – 11,86) horas;
- Na média, o centro obteve \$ 8606,00 (8332,00 – 8879,00) como lucro diário;
- Os pacientes foram expostos em cerca de 35,05 (33,97 – 36,12) vezes em situações de risco;
- O tempo de permanência do paciente girou em torno de 227,70 (224,60 – 230,80) minutos;

Figura 3 – Mudanças na recepção para o Cenário COVID-19.



- Tabela 2 mostra a utilização dos recursos humanos:

Tabela 2 – Utilização da equipe – Cenário COVID-19

Recurso	Média (%)	Intervalo de Confiança
ET	58,08	(57,31 – 58,86)
Recepcionista	37,27	(36,71 – 37,82)
EPRO	36,25	(35,67 – 36,83)
EA	50,76	(49,84 – 51,68)
EN	50,35	(49,42 – 51,28)
TE	45,60	(44,68 – 46,52)
EPO	42,91	(42,12 – 43,71)
EAS	2,50	(2,46 – 2,55)

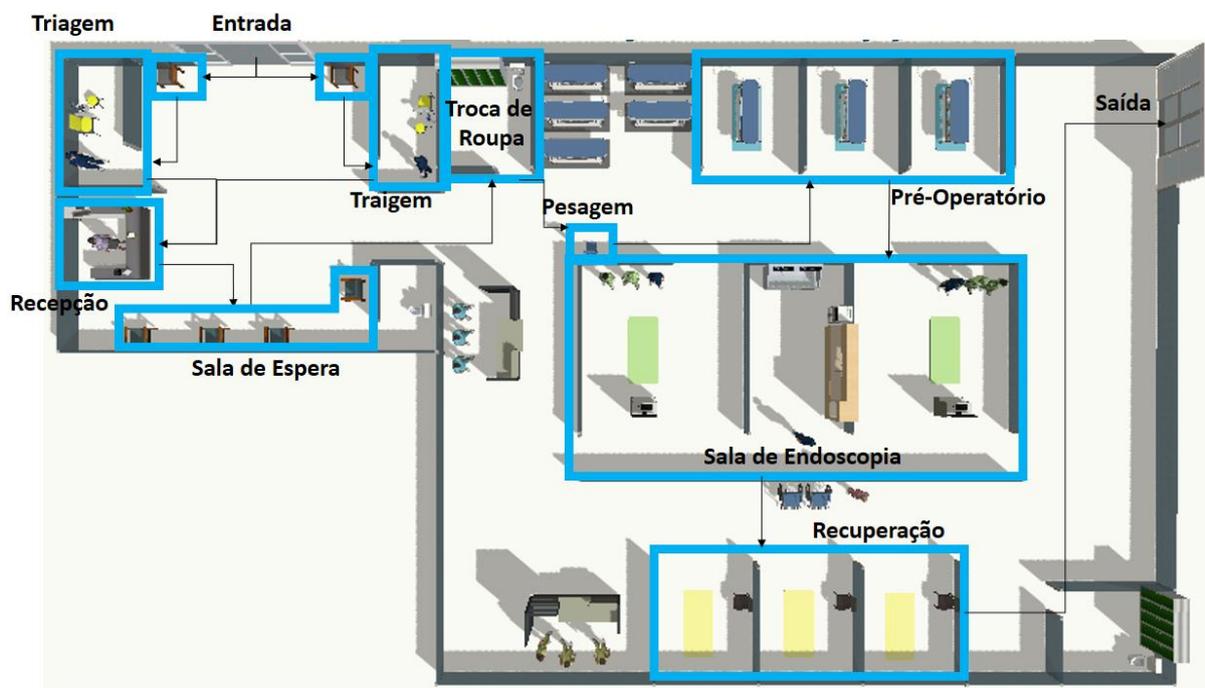
É possível observar que o NST diminuiu cerca de 42,26%, o que é necessário pois evita a contaminação cruzada dentro do centro. Por outro lado, o TTHT e o TPP aumentaram em 124,89% e 19,34%, respectivamente, enquanto o LTD diminuiu cerca de 10,56%. Além disso, os resultados mostraram que o CAE atingiu um número máximo de pacientes em suas dependências de 12,76 (12,61 – 12,91), correspondendo a um aumento de 14,06%. Entretanto, o número máximo de pacientes na área de espera foi de 4, uma vez que apenas quatro cadeiras estavam disponíveis para espera. Por fim, embora o TPP tenha diminuído, o tempo que os pacientes esperam para ir para a área de pré-operatório diminuiu para 52,83 (51,92 – 53,74) minutos.

4.6. Experimentação

Na fase de experimentação foram testadas melhorias em relação a um novo *layout*, fluxo do paciente, ordem de chegada e agendamento dos procedimentos, turno dos funcionários e alocação de recursos:

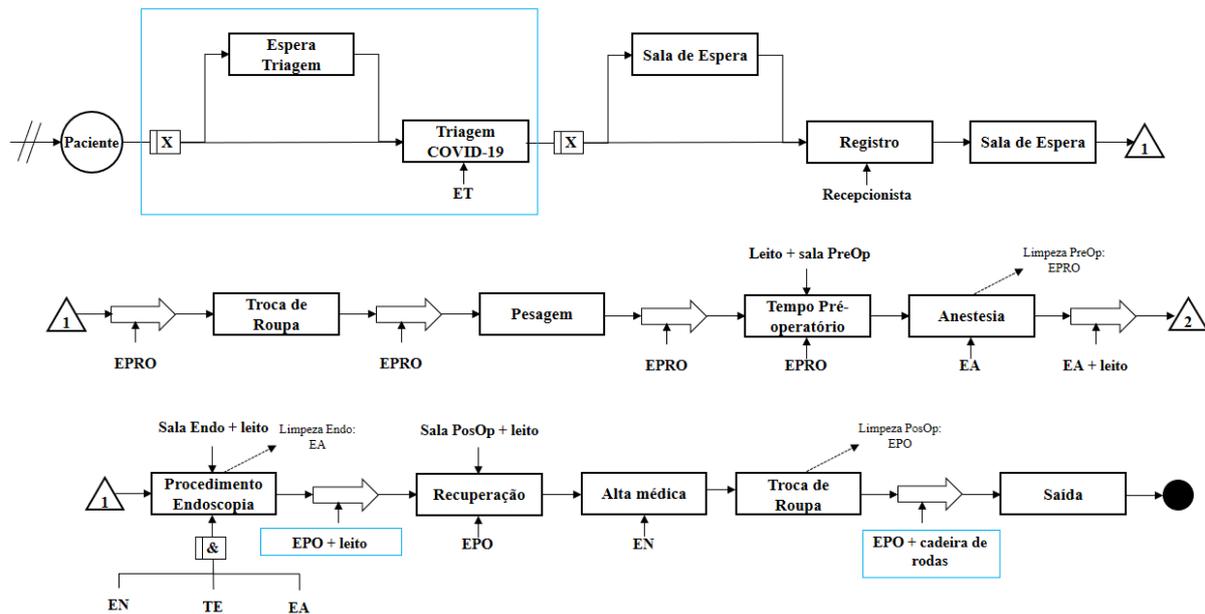
Utilizando os princípios do *Lean Healthcare*, o novo *layout* foi proposto com a finalidade de diminuir as distâncias percorridas pelos pacientes e pelos funcionários e, conseqüentemente, diminuir o tempo de espera entre os processos. Ainda, o novo *layout* propõe um fluxo unidirecional, onde o NSR pode ser diminuído. A Figura 4 mostra o *layout* proposto.

Figura 4 – Novo *layout* e fluxo.



A mudança em relação ao fluxo se diz respeito ao transporte do paciente da sala de endoscopia para a recuperação. Antes realizada pelo EAS, o transporte foi realocado para os EPOs. Com essa mudança, o EA pode começar os procedimentos de anestesia do paciente mais cedo. Além disso, o EAS apresenta cerca de 2,5% de utilização em um dia de trabalho e os EPOs frequentemente não são utilizados. Dessa maneira, as funções de transporte do EAS foram transferidas para os EPOs. Assim, os EPOs acompanham os pacientes até a saída do centro, transferem as macas para o lugar adequado e realiza as rotinas de limpeza. A Figura 5 mostra através do mapeamento de processo, as mudanças realizadas no fluxo.

Figura 5 – Novo fluxo do paciente.



Nos cenários anteriores, algumas aglomerações se deram porque chegam dois pacientes a cada 30 minutos no CAE, gerando muito contato entre eles. Assim, na nova proposta, os pacientes são agendados para chegarem a cada 15 minutos, evitando o cruzamento de pessoas. Além disso, os turnos dos funcionários sofreram pequenas alterações para que não houvessem descansos e horas de almoço de mais de um membro de um mesmo grupo simultaneamente. Por fim, foi alterado o número de macas disponíveis do centro de cinco para oito, uma vez que existe a possibilidade de oito lugares estarem ocupados ao mesmo tempo: salas de pré-operatório (3 salas), endoscopia (2 salas) e recuperação (3 salas).

O modelo foi replicado por 100 vezes, obtendo as seguintes métricas:

- O CAE trabalhou cerca de 10,36 (10,10 – 10,62) horas;
- Na média, o centro obteve \$ 9582,00 (9250,00 – 9913,00) como lucro diário;
- Os pacientes foram expostos em cerca de 16,92 (15,81 – 18,06) vezes em situações de risco;
- O tempo de permanência do paciente girou em torno de 169,40 (167,00 – 171,90) minutos;
- Tabela 3 mostra a utilização dos recursos humanos:

Tabela 3 – Utilização da equipe – Cenário COVID-19

Recurso	Média (%)	Intervalo de Confiança
ET	63,43	(62,35 – 64,52)
Recepcionista	42,14	(41,41 – 42,87)
EPRO	49,07	(48,20 – 49,94)
EA	56,73	(55,97 – 57,50)
EN	56,37	(55,17 – 57,58)
TE	59,78	(59,01 – 60,55)
EPO	73,96	(72,80 – 75,12)

No cenário final, todas as métricas tiveram grande melhoria quando comparados ao estado atual e ao cenário COVID-19. Quando comparado com o cenário de COVID-19, o TTHT, a NSR e o TPP obtiveram uma redução de 11,38%, 51,73% e 25,60%, respectivamente. Por outro lado, o LTD aumento em 11,34%.

O NSR caiu principalmente porque os pacientes chegaram a cada quinze minutos, evitando assim aglomerações na recepção. Consequentemente, o número de pacientes dentro do centro atingiu um pico de 10,58 (10,41 – 10,75), diminuindo cerca de 17,08%. O mesmo pode ser observado para o número máximo de pacientes esperando na recepção, atingindo 2,14 (2,01 – 2,27). Além disso, o tempo de espera para o pré-operatório caiu para 7,52 (6,47 – 8,58). Dessa forma, o tempo de espera por procedimentos caiu de 75,52 minutos para 22,41 minutos.

Por fim, mesmo aumentando dois enfermeiros de triagem no início do processo, foi possível retirar o EAS devido a sua pouca utilização. Assim, as cargas de trabalho foram balanceadas.

5. Conclusões

O presente teve como objetivo analisar os impactos causados pela pandemia do novo coronavírus em um centro ambulatorial de endoscopia. Assim, utilizou-se a SED como ferramenta de análise para o processo. O primeiro passo foi a construção do estado atual e, logo em seguida, aplicar as medidas necessárias de distanciamento, limpeza e segurança. Para isso, houve o aumento da distância entre as cadeiras da recepção em 1,8 metros, a adição de um centro de triagem com cerca de 30 minutos no início do fluxo do paciente, e o aumento em cinco minutos das rotinas de limpeza das salas. Os resultados mostram impactos significativos devido a essas mudanças;

Usando os princípios de *Lean Healthcare*, foram feitas mudanças no layout para obter um fluxo unidirecional e evitar cruzamento entre pacientes. Além disso, o número de macas foi aumentado de cinco para oito, pois assim oito pacientes poderiam ser atendidos ao mesmo

tempo. Outras medidas adotadas foram o fluxo de algumas equipes, turnos, chegadas de paciente e alocação de recursos.

O resultado final mostrou significativos resultados, pois mesmo após aplicar as medidas impostas pela COVID-19, as métricas se mostram melhores que as apresentadas no estado atual. O CAE trabalhou por 10,36, obteve um lucro diário de \$9582,00, os pacientes foram expostos em cerca de 16,92 vezes em situações de risco e o tempo de permanência girou em torno de 169,40 minutos. Além disso, foi possível realocar um dos enfermeiros para outras atividades do centro. Para trabalhos futuros, sugere-se o uso do *Design of Experiments* para a estruturação dos experimentos e testar novas maneiras de alocação de recursos.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEMIG, à CAPES, ao CNPq e à empresa objeto de estudo pelo apoio e suporte ao longo da pesquisa. Os autores ainda agradecem à SHS/FlexSim *Model Building Competition* pelo objeto de estudo.

REFERÊNCIAS

- AHSAN, K. B.; ALAM, M. R.; MOREL, D. G.; KARIM, M. A. Emergency department resource optimization for improved performance: a review. **Journal of Industrial Engineering International**, v. 15, n. 1, p. 253-266, 2019.
- BABASHOV, V.; AIVAS, I.; BEGEN, M. A.; CAO, J. Q.; RODRIGUES, G.; D’SOUZA, D.; LOCK, N.; ZARIC, G. S. Reducing patient waiting times for radiation therapy and improving the treatment planning process: a discrete-event simulation model (radiation treatment planning). **Clinical Oncology**, v. 29, n. 6, p. 385–391, 2017.
- BANKS, J.; NELSON, B. L.; CARSON, J. S.; NICOL, D. M. **Discrete-Event System Simulation**. ed. 5, Essex: Person, 2009.
- BEM-TOVIM, D.; FILAR, J.; HAKENDORF, P.; QIN, S.; THOMPSON, C.; WARD, D. Hospital Event Simulation Model: Arrivals to Discharge—Design, Development and Application’. **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 68, p. 80–94, 2016.
- BUDGAGA, W.; MALENSEK, M.; PALLICKARA, S.; HARVEY, N.; JAY BREIDT, F.; PALLICKARA, S. Predictive Analytics Using Statistical, Learning, and Ensemble Methods to Support Real-Time Exploration of Discrete Event Simulations, **Future Generation Computer Systems**, v. 56, p. 360–374, 2016.

CHAHAL, K.; ELDABI, T. Applicability of hybrid simulation to different modes of governance in UK healthcare. **In:** Winter Simulation Conference, **Proceedings...** Miami, FL, USA, p.1469-1477, 2008.

CURRIE, C. S. M.; FOWLER, J. W.; KOTIADIS, K.; MONKS, T.; ONGGO, B. S.; ROBERTSON, D. A.; TAKO, A. A. How simulation modelling can help reduce the impact of COVID-19. **Journal of Simulation**, v. 14, n. 2, p. 83-97, 2020.

DENGIZ, B.; BELGIN, O. Simulation Optimization of a Multi-Stage Multi-Product Paint Shop Line with Response Surface Methodology, **Simulation: Transactions of the Society for Modeling and Simulation International**, p. 1–10, 2014.

DONG, Y.; CHBAT, N. W.; GUPTA, A.; HADZIKADIC, M.; GAJIC, O. Systems modeling and simulation applications for critical care medicine. **Annals of Intensive Care**, v. 12, n. 18, p. 1-10, 2012.

GABRIEL, G. T.; CAMPOS, A. F.; LEAL, F.; MONTEVECHI, J. A. B. Good practices and deficiencies in conceptual modelling: A systematic literature review, **Journal of Simulation**, p. 1-18, 2020.

GABRIEL, G. T.; CAMPOS, A. T.; MAGACHO, A. L.; SEGISMONDI, L. C.; VILELA, F. F.; DE QUEIROZ, J. A.; MONTEVECHI, J. A. B. Lean thinking by integrating with discrete event simulation and design of experiments: an emergency department expansion. **PeerJ Computer Science**, v. 6, e. 284, 2020.

GUNAL, M. M. A guide for building hospital simulation models. **Health Systems**, v. 1, n. 1, p. 17-25, 2012.

JACOBSON S. H.; HALL S. N.; SWISHER J. R. Discrete-Event Simulation of Health Care Systems. In: Hall R.W. (eds) Patient Flow: Reducing Delay in Healthcare Delivery. **International Series in Operations Research & Management Science**, v. 91. Springer, Boston, MA. 2006.

JAHANGIRIAN, M.; ELDABI, T.; NASEER, A.; STERGIOLAS, L. K.; YOUNG, T. Simulation in manufacturing and business: A review. **European Journal of Operational Research**, v. 203, p. 1–13, 2010.

MCMANUS, E.; SACH, T. H.; LEVELL, N. J. An introduction to the methods of decision-analytic modelling used in economic evaluations for Dermatologists. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, v. 33, n. 10, p. 1829-1836, 2019.

MONTEVECHI, J. A. B.; LEAL, F.; PINHO, A. F.; COSTA, R. F. DA S.; DE OLIVEIRA, M. L. M.; DA SILVA, A. L. F. Conceptual Modeling in Simulation Projects by Mean Adapted IDEF: An Application in a Brazilian Tech Company. **In:** Winter Simulation Conference, **Proceedings...**, Baltimore, MD, USA, p. 1624–1635, 2010. Baltimore: Proceedings of Winter Simulation Conference.

PEREIRA, T. F.; MONTEVECHI, J. A. B.; MIRANDA, R. DE C.; FRIEND, J. D. Integrating soft systems methodology to aid simulation conceptual modeling. **International Transactions in Operational Research**, v. 22, n. 2, p. 265–285, 2015.

ROBINSON, S.; BROOKS, R. J. Independent Verification and Validation of an Industrial Simulation Model. **Simulation-Transactions of the Society for Modeling and Simulation**, v. 86, n. 7, p. 405-416, 2010.

SARGENT, R.G. Verification and validation of simulation models. **Journal of Simulation**, v. 7, n. 1, p. 12-24, 2013.

SHU, L.; JI, N.; CHEN, X.; FENG, G. Ark of Life and Hope: The Role of the Cabin Hospital in Facing COVID-19. **Journal of Hospital Infection**, v. 105, n. 1, p. 351-352, 2020.

WU, J. T.; LEUNG, K.; BUSHMAN, M.; KISHORE, N.; NIEHUS, R.; DE SALAZAR, P. M.; COWLING, B. J.; LIPSITCH, M.; LEUNG, G. M. Estimating Clinical Severity of COVID-19 from the Transmission Dynamics in Wuhan, China. *Nature Medicine* 26. Springer US: 506–510, 2020.

Zhou, Q. S; Olsen, T. L. Rotating the medical supplies for emergency response: a simulation based approach. **International Journal of Production Economics**, v. 196, p. 1–11, 2018.