

TECNOLOGIAS DE GESTÃO PARA AGENDAMENTO CIRÚRGICO: REVISÃO INTEGRATIVA

Recebido em: 03/07/2023

Aceito em: 01/08/2023

DOI: 10.25110/arqsaude.v27i8.2023-004

Viviane Godoy Galhardo¹

Daiane Gabiatti²

Danielly Negrão Guassú Nogueira³

RESUMO: Objetivo: Analisar quais tecnologias de gestão são utilizadas no processo de agendamento de cirurgias. Método: Revisão integrativa da literatura realizada nas bases de dados ACM, IEEE, Taylor & Francis, CINAHL, LILACS, Medline via PubMed, Scopus e *Web of Science*. As referências identificadas foram exportadas para o gerenciador *EndNote* e, em seguida, para o aplicativo web *Rayyan* para a seleção dos estudos. As etapas de amostragem, categorização dos estudos, avaliação dos estudos incluídos, interpretação dos resultados e síntese do conhecimento foram realizadas por dois revisores de forma independente e mascarada. Resultados: dos 822 artigos identificados, 38 foram selecionados para compor a presente revisão. Sobre categoria profissional dos autores 81,6% são de ciências exatas, 13,1% da área da saúde e 5,3% multiprofissional. A tecnologia de gestão mais utilizada foi de programação linear inteira mista. Conclusão: Houve grande diversidade de tecnologias de gestão para agendamento de cirurgias que visam a maximização do uso da sala de operação, redução de fila de espera, redução dos custos e melhoria nos indicadores de qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: Centro Cirúrgico; Agendamento Cirúrgico; Tecnologias; Enfermagem Perioperatória.

MANAGEMENT TECHNOLOGIES FOR SURGICAL SCHEDULING: INTEGRATIVE REVIEW

ABSTRACT: Objective: To analyze which management technologies are used in the surgery scheduling process. Method: Integrative literature review carried out in the ACM, IEEE, Taylor & Francis, CINAHL, LILACS, Medline via PubMed, Scopus, and *Web of Science* databases. The identified references were exported to the *EndNote* manager and then to the *Rayyan* web application for the selection of studies. The steps of sampling, categorization of studies, evaluation of included studies, interpretation of results and synthesis of knowledge were performed by two reviewers independently and independently and blindly. Results: Out the 822 articles identified, 38 were selected to compose the present review. Regarding the professional category of the authors, 81,6% are from the exact sciences, 13,1% from the health area and 5,3% from the multidisciplinary field. The most used management technology was mixed integer linear programming Conclusion: There was a great diversity of management technologies for

¹ Pós-Graduada em Enfermagem Perioperatória pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).

E-mail: vicagalhardo@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8400-3716>

² Mestre em Ciências da Saúde pelo Programa de Enfermagem Fundamental da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (PPGEF – EERP/USP). E-mail: daia-gabiatti@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0878-7149>

³ Pós-Doutora em Gestão de Custos pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).

E-mail: dani.saude@yahoo.com.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3070-4378>

scheduling surgeries aimed at maximizing the use of the operating room, reducing the waiting list, reducing costs, and improving quality indicators.

KEYWORDS: Operating Room; Surgical Scheduling; Technologies; Perioperative Nursing.

TECNOLOGÍAS DE GESTIÓN PARA EL PROGRAMA QUIRÚRGICO: EXAMEN INTEGRATIVO

RESUMEN: Objetivo: Revisar qué tecnologías de gestión se utilizan en el proceso de programación quirúrgica. Método: Revisión integral de la literatura en bases de datos ACM, IEEE, Taylor & Francis, CINAHL, LILACS, Medline a través de PubMed, Scopus y *Web of Science*. Las referencias identificadas se exportaron al gerente de *EndNote* y luego a la aplicación web *Rayyan* para la selección de estudios. Los pasos de muestreo, la categorización de los estudios, la evaluación de los estudios incluidos, la interpretación de los resultados y la síntesis de los conocimientos fueron realizados por dos examinadores de manera independiente y encubierta. Resultados: De los 822 artículos identificados, se seleccionaron 38 para realizar esta revisión. En cuanto a la categoría profesional de los autores, el 81,6% son de las ciencias exactas, el 13,1% del área de salud y el 5,3% multiprofesionales. La tecnología de gestión más utilizada fue la de programación lineal mixta. Conclusión: Había una amplia gama de tecnologías de gestión para programar cirugías con el fin de maximizar el uso de salas de operaciones, reducir las colas de espera, reducir los costos y mejorar los indicadores de calidad.

PALABRAS CLAVE: Centro Quirúrgico; Programación Quirúrgica; Tecnologías; Enfermería Periódica.

1. INTRODUÇÃO

O planejamento e o agendamento cirúrgico são considerados um grande desafio para os gerentes de centros cirúrgicos. Para a construção da programação cirúrgica é necessário conhecer algumas informações como: estrutura física, dimensionamento pessoal, recursos materiais, equipamentos e serviços de apoio (REIS *et al.*, 2019).

Para uma assistência perioperatória de qualidade, a programação cirúrgica deve ser minuciosa, atentando-se principalmente na seleção das cirurgias a serem realizadas, quantidade de salas operatórias na instituição, horários disponíveis para execução das cirurgias visando otimizar o uso de recursos médicos e obter a satisfação dos pacientes (SILVA; SOUZA, 2020).

Sobre a organização das atividades gerenciais é tradicionalmente confeccionado um mapa cirúrgico; nele deve conter as informações essenciais sobre os pacientes, como: idade, registro, origem, cirurgia a ser realizada e porte cirúrgico, para assim planejar o dimensionamento de salas, recursos humanos, materiais e equipamentos e serviços de apoio necessários (REIS *et al.*, 2019); (SILVA; AIDAR, 2023).

As tecnologias na área da saúde têm evoluído a cada dia e principalmente usada como ferramenta de apoio a gestão e sendo aliada na qualidade da assistência. Um exemplo de tecnologia temos a implementação de prontuários eletrônicos, agendamentos via internet, exames digitais, entre outras (FREITAS; ZAMBON; AUGUSTI, 2021).

Na saúde, as tecnologias são classificadas em: “Tecnologia dura”, que são equipamentos, máquinas e instrumentos, “Tecnologia leve-dura” correspondendo ao conhecimento das disciplinas em saúde e “Tecnologia leve” que são os processos relacionados a produção de cuidados, vínculos e acolhimento (FREITAS; ZAMBON; AUGUSTI, 2021).

As tecnologias de informação têm se tornado cada vez comum na assistência, resultando em melhorias na gestão, assistência e satisfação do paciente. Isto permite o desenvolvimento de métodos práticos, acesso a informações, aprimoramento de processos educacionais e suporte na tomada de decisões (SUDRÉ *et al.*, 2020).

Diante desse contexto, o presente estudo objetivou investigar quais são as tecnologias existentes no processo de agendamento cirúrgico, a fim de expor os modelos existentes aos gestores perioperatórios para que possam qualificar a tomada de decisão gerencial como base em tecnologias que levem a maior produtividade e eficiência no centro cirúrgico e conseqüente realização de mais cirurgias e assistência a um maior número de pacientes cirúrgicos.

2. MÉTODO

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, este método compila o conhecimento sobre uma temática de modo a analisar e sintetizar os resultados obtidos. Este estudo foi construído conforme as etapas: elaboração da pergunta de pesquisa, definição dos critérios de inclusão e exclusão, busca na literatura, coleta de dados, definição das informações extraídas dos estudos, avaliação dos estudos incluídos, interpretação dos resultados e síntese dos dados (GALVÃO; RICARTE, 2019).

A pergunta de pesquisa foi idealizada utilizando a estratégia PICO (acrônimo para População, Interesse e Contexto) ilustrado no Quadro 1 para auxiliar na busca por palavras-chaves e localização dos artigos nas bases de dados selecionadas (KARINO; FELLI, 2012).

Dessa forma, elaborou-se a seguinte pergunta de pesquisa: “Quais são as tecnologias de gestão utilizadas para o agendamento cirúrgico?”.

Quadro 1- Estratégia PICO para formulação da pergunta de pesquisa. Londrina, PR, Brasil, 2023.

Acrônimo	Definição	Descrição
P	População	Agendamento cirúrgico
I	Interesse	Tecnologias para agendamento cirúrgico
Co	Contexto	Centro cirúrgico

Fonte: O próprio autor.

A busca dos estudos primários ocorreu de fevereiro a março de 2023 pelo Portal de Periódicos da Capes, com acesso por meio da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe) nas seguintes bases de dados: *Association of Computing Machinery* (ACM), *Cumulative Index of Nursing and Allied Health Literature* (CINAHL), *Advancing Technology for Humanity* (IEEE), *Google Scholar*, Literatura Latino-Americana e do Caribe (Lilacs), *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (Medline) via *Nacional Library of Medicine* (PubMed), *Scopus e Web of Science*.

Os critérios de inclusão estabelecidos foram: artigos primários, disponíveis na íntegra, sem limite temporal, em qualquer idioma. Os critérios de exclusão foram: artigos não primários, como de opinião, cartas ao editor, comunicações breves, editoriais, artigos de revisão e artigos que não respondem à pergunta de pesquisa.

Para realização da busca, foram utilizadas combinações com os seguintes descritores em ciências da saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (Mesh): “Technology” e “Surgicenters”. Também foram utilizados descritores não controlados “Agendamento cirúrgico” e “Programação cirúrgica” sendo estes utilizados com o operador booleano “OR” e após combinados com o operador booleano “AND”.

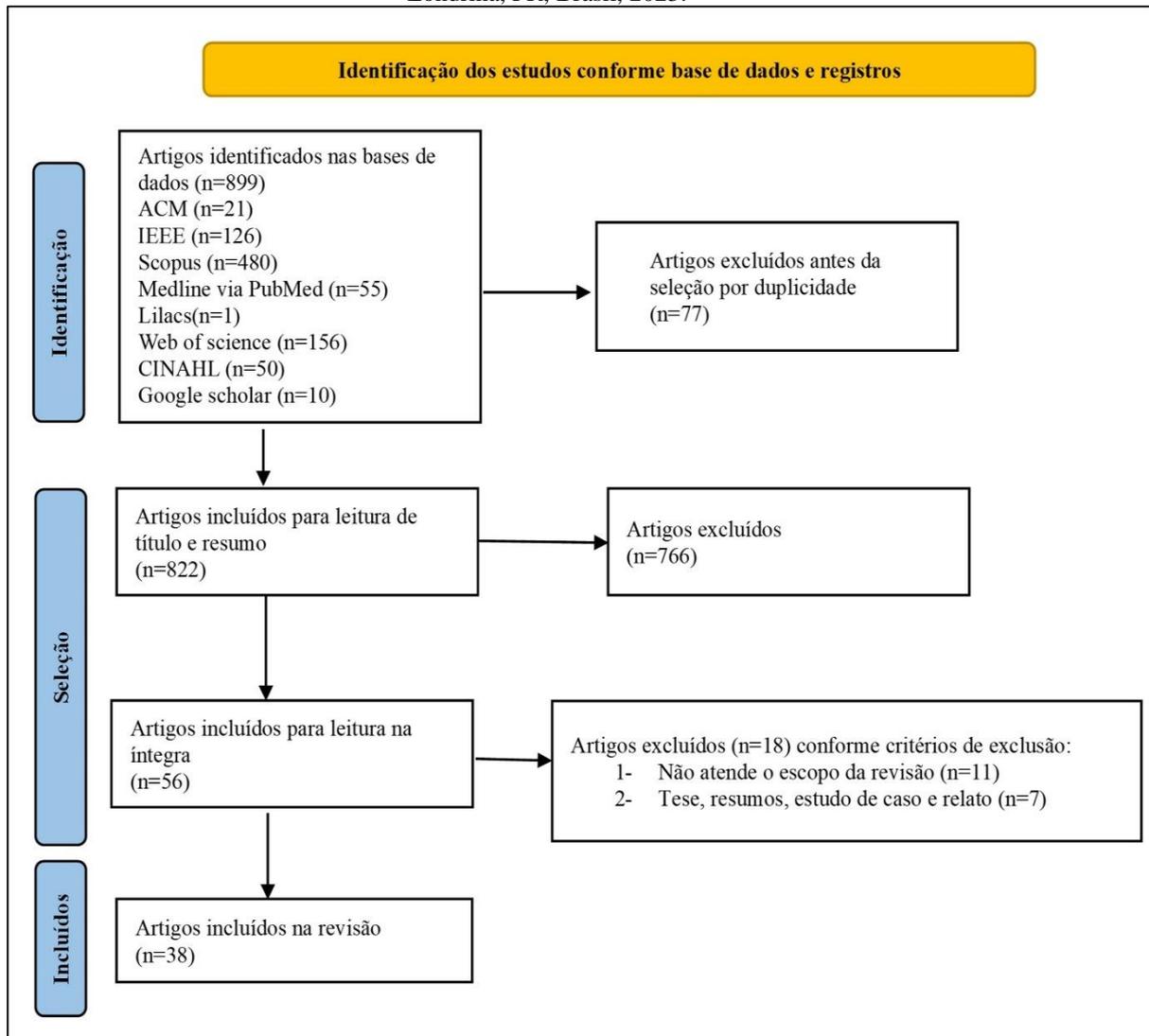
Após a busca, os resultados foram exportados para o gerenciador de referência *End Note Basic*, versão online, para a remoção das referências duplicadas e posteriormente importados para o aplicativo web Rayyan, utilizando o endereço eletrônico <https://rayyan.qcri.org>, para avaliação e seleção dos estudos a cegas por dois revisores de forma independente.

Foram encontrados 899 artigos, sendo: 21 na ACM, 50 na CINAHL, 126 na IEEE, 10 no *Google Scholar*, 1 na Lilacs, 55 na Medline via PubMed, 480 na *Scopus* e 156 na *Web of Science*. Destes, foram excluídos 77 artigos por duplicação em pelo menos duas bases de dados.

Para a leitura do título e resumo foram selecionados 822 artigos e após esta triagem, foram excluídos 766 por não atenderem aos critérios de elegibilidade. Identificou-se então 56 artigos para leitura e análise, resultando em 38 artigos incluídos na revisão. Para o processo de busca e seleção dos estudos, foi utilizado o fluxograma

recomendado pelo *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses* (PRISMA) conforme representação na Figura 1.

Figura 1 – Adaptação do fluxograma de seleção dos estudos da presente revisão integrativa (n=38), segundo modelo *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses* (PRISMA). Londrina, PR, Brasil, 2023.



Após a análise crítica e a síntese dos artigos evidenciados na revisão foi elaborado um quadro descritivo com resultados obtidos da pesquisa. Por se tratar de uma revisão integrativa da literatura, ela não foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa, entretanto os resultados obtidos pelos autores da publicação utilizadas nesta pesquisa foram mantidas.

3. RESULTADOS

A amostra da revisão integrativa foi composta de 38 estudos primários, sendo 2015 (com quatro artigos), 2020 (com seis artigos) e 2021 (com cinco artigos) os anos com maior número de publicações. Dos artigos, 55,3% foram publicados na *Scopus*, 31,6% na *Web of Science*, 2,6% na IEEE e 10,5% na Medline via PubMed. Em relação ao idioma, todos foram publicados em inglês.

Sobre a categoria profissional dos autores, a maioria dos profissionais são de ciências exatas com 81,6%, seguido por profissionais da área da saúde com 13,1% e multiprofissionais com 5,3%.

Houve grande diversidade de países que publicaram sobre a temática, a China liderou em pesquisa com sete artigos, seguido por Itália com seis artigos, Estados Unidos da América com cinco artigos, Canadá com quatro artigos, Espanha, Holanda, Irã com dois artigos, Bélgica, Reino Unido, Irlanda, Marrocos, Turquia, Iraque, Dinamarca, França, Brasil e Israel com um artigo.

A partir dos 38 artigos incluídos, foi elaborado um quadro (Quadro 2) contendo as principais informações de cada estudo.

Quadro 2- Síntese dos estudos primários incluídos na revisão integrativa (n=38). Londrina, PR, Brasil, 2023.

Estudo/Autor Ano/País	Título	Modelos	Principais resultados com aplicação gerencial no agendamento cirúrgico
E1 ERNST <i>et al.</i> , 1977 EUA	<i>Operating room scheduling by computer</i>	Agendamento manual e Programação EOSA (<i>Expand, Order, Sort and Assign</i>)	O agendamento manual apresentou falhas como: agenda dos finais de semana inapto, espaço e tempo inferior ao ideal, aumento de casos de urgência em programação cirúrgica eletiva, cronogramas ineficientes e injustos e causando conflito entre equipe perioperatória. Na programação EOSA as vantagens foram: programação de alta qualidade, redução de conflito, aumento da produtividade da equipe em suas atividades diárias e geração de registro cirúrgico.
E2 GLADISH <i>et al.</i> , 2005 Espanha	<i>Management of surgical waiting lists through a possibilistic linear multiobjective programming problem</i>	Programação Linear Multi-objetivo Possibilística	Permitiu melhorar o agendamento de cirurgias, reduzir filas de espera, possibilitou entender conflitos e pode ser utilizado como sistema de apoio a decisão para determinar o planejamento cirúrgico.
E3 CHAABANE <i>et al.</i> , 2008 Bélgica	<i>Comparison of two methods of operating theatre planning: Application in Belgian Hospital</i>	Programação linear e Programação linear mista	Estudo faz o cálculo operacional dos dois modelos e mostra que os mesmos têm bons resultados e podem ajudar o gerente do bloco operatório na construção da programação cirúrgica mestre.
E4 VAN OOSTRUM <i>et al.</i> , 2008 Holanda	<i>A master surgical scheduling approach for cyclic scheduling in operating room departments</i>	Programa matemático probabilístico	Resultou na redução de esforços para o gerenciamento, otimizou do uso de sala cirúrgica, enfermarias e Unidades de Terapia Intensiva, diminuiu cancelamento, reduziu do tempo de espera e contribuiu no planejamento dos processos hospitalares.
E5 BATUN <i>et al.</i> , 2010 EUA	<i>Operating room pooling and parallel surgery processing under uncertainty</i>	Programa inteiro misto (MIP) estocástico de dois estágios	O modelo minimizou a soma do custo fixo de abertura de sala cirúrgica, horas extras e ociosidade do cirurgião.
E6 CHOW, <i>et al.</i> , 2011 Canadá	<i>Reducing Surgical Ward Congestion Through Improved Surgical Scheduling and Uncapacitated Simulation</i>	Modelo de simulação de Monte Carlo e Programação inteira mista (MIP)	Mostrou que o rendimento cirúrgico pode ser aumentado e a ocupação de leitos diminuída. Correlacionou que agendar cirurgias da mesma especialidade uniformemente na semana não diminui a ocupação de leito.
E7 PANDIT; TAVARE, 2011 Reino Unido	<i>Using mean duration and variation of procedure times to plan a list of surgical operations to fit into the scheduled list time</i>	Método AD HOC e Método quantitativo simples	O método AD HOC obteve resultado ruim, com listas cirúrgicas subcontratadas e superlotadas. Quando utilizado equação simples conseguiram apresentar uma superação desta lista e melhorar o planejamento das cirurgias.
E8 BANDITORI; CAPPANERA; VISINTIN, 2013 Itália	<i>A combined optimization-simulation approach to the master surgical scheduling problem</i>	Programação inteira mista (MIP) e Modelo de simulação e otimização combinada	Essa combinação ofertou aos gestores um cronograma cirúrgico mestre bem construído, redução de pedidos cirúrgicos, diminuição do cancelamento cirúrgico e auxiliou os gestores na tomada de decisões.

E9 VIJAYAKUMAR <i>et al.</i> , 2013 EUA	<i>A dual bin-packing approach to scheduling surgical cases at a publicly-funded hospital</i>	Programação inteira mista (MIP) e Heurística baseada em <i>First Fit Descending</i> (FFD)	Esta proposta apresentou economia significativa, obteve redução de 20% no número de dias, aumento de 20% da utilização da sala de cirurgia e solucionaram 83% de casos.
E10 SIMON; CANACARI, 2014 EUA	<i>Surgical Scheduling: A Lean Approach to Process Improvement</i>	Projeto Lean	Esta estratégia impulsionou parcerias colaborativas, compreensão dos problemas, melhora da prática da equipe, agendamento eficiente, redução de cancelamentos, diminuição de mudanças na sequência dos procedimentos, melhor satisfação do paciente, agenda organizada, melhor alocação de urgência e emergências, agendamento online eficiente e melhor segurança do paciente em relação às divergências sobre local e lateralidade.
E11 PULIDO <i>et al.</i> , 2014 Itália	<i>Managing daily surgery schedules in a teaching hospital: a mixed-integer optimization approach</i>	Programação inteira mista (MIP) e Modelo de simulação	Obtiveram resultados de alta qualidade em um tempo razoável, ajudou os gestores a analisar e avaliar possíveis resultados lucrativos.
E12 CAPPANERA; VISINTIN; BANDITORI, 2014 Itália	<i>Comparing resource balancing criteria in master surgical scheduling: A combined optimisation-simulation approach</i>	Programação inteira mista (MIP)	Houve maior utilização de leitos, número de cirurgias programadas, melhor gerenciamento de sala de operação com menor número de horas extras. A simulação resultou em uma alta utilização de leitos e quando os pacientes ficam mais tempo que o programado houve escassez de leitos isto é causado pelo excesso de reservas, “ <i>overbooking</i> ”. Esta ferramenta auxilia os gestores a compreender os prós e contras associados ao uso de diferentes políticas de programação.
E13 DIOS <i>et al.</i> , 2015 Espanha	<i>A Decision Support System for Operating Room scheduling</i>	Programação inteira mista (MIP) e Sistema de Apoio à decisão (DSS)	Autores trazem a descrição matemática e computacional e conclui que sistema foi adotado com sucesso, mas não aborda os benefícios na prática.
E14 DUMA; ARINGHERI, 2015 Itália	<i>An online optimization approach for the Real Time Management of operating rooms</i>	Modelo híbrido de simulação e otimização	Este algoritmo online foi capaz de determinar uma melhoria nos índices de desempenho, lista cirúrgica, tempo de espera e qualidade do serviço. Serve para auxiliar os supervisores cirúrgicos no gerenciamento do cronograma cirúrgico e no uso de horas extras.
E15 BRUNI; BERARDI; CONFORTI, 2015 Turquia	<i>A stochastic programming approach for operating theatre scheduling under uncertainty</i>	Programação inteira mista (MIP) estocástica	Resultou em diminuição do tempo de sala parada e aumento do rendimento diário, porém o tempo total de espera do paciente mostrou-se pior, portanto, o gerente deve considerar cuidadosamente a compensação entre satisfação do paciente e o rendimento diário.
E16 YANG <i>et al.</i> , 2015 China	<i>A surgical scheduling method considering surgeons' preference</i>	Preferência do cirurgião	Foi colocado a demanda dos cirurgiões como fator importante e utilizado a teoria da correspondência (método matemático) para resolução do problema, na qual mostrou grande satisfação dos cirurgiões.

E17 LANDA <i>et al.</i> , 2016 Itália	<i>A hybrid optimization algorithm for surgeries scheduling</i>	Programação inteira estocástica Simulação de Monte Carlo	Forneceu uma estrutura algorítmica eficiente para resolução do problema e desenvolveram cronogramas robustos considerando a redução de cancelamentos e maximizando a utilização do centro cirúrgico.
E18 NAZIF, 2018 Irã	<i>Operating Room Surgery Scheduling with Fuzzy Surgery Durations Using a Metaheuristic Approach</i>	<i>Problema Fuzzy Flexible Job Shop Scheduling (FFJSP)</i> e Algoritmo metaheurístico de otimização de colônia de formigas (AOC)	Os resultados indicaram que o proposto é competitivo em termos de qualidade das soluções encontradas.
E19 ALI; LAMSALI; OTHMAN, 2019 Irã	<i>Operating Rooms Scheduling for Elective Surgeries in a Hospital Affected by War-Related Incidents</i>	Programação linear inteira mista (MIP)	O experimento mostrou-se viável, sendo necessário tempo maior para resolução do problema e tempo computacional. Modelo é indicado para países voláteis que lidam com vítimas de incidentes relacionados a guerra no qual o agendamento de cirurgias eletivas é frequentemente interrompido.
E20 SHAFAEI; MOZDGIR, 2019 Irã	<i>Master surgical scheduling problem with multiple criteria and robust estimation</i>	Programação Linear Inteira (ILP) <i>Case Mix Planning Problem (CMPP)</i>	Os resultados mostraram o aumento da disponibilidade da sala operatória em 6,1% e mostrou que mudanças na Unidade de Terapia Intensiva e enfermarias não tem efeito considerável sobre a programação cirúrgica mestre.
E21 LIU; WANG; WANG, 2019 China	<i>A combinatorial auction mechanism for surgical scheduling considering surgeon's private availability information</i>	Leilão Iterativo	Foi provado que a estratégia de licitação míope é fraca para os cirurgiões sob o mecanismo de agendamento proposto e que se a união de cirurgiões e gerentes de sala no trabalho conseguem uma melhor qualidade da solução da problemática.
E22 ZHU <i>et al.</i> , 2020 China	<i>Dynamic three-stage operating room scheduling considering patient waiting time and surgical overtime costs</i>	Algoritmo híbrido GWO-VNS <i>(Gray Wolf Optimizer-Variable Neighborhood Search)</i>	O proposto mostrou-se eficaz sobre o gerenciamento de lista de espera, otimização de recursos médicos, cirurgias com menor custo, melhor gerenciamento de salas cirúrgicas e cirurgiões, fornecendo um serviço satisfatório para os pacientes. Foi desenvolvido um modelo visando redução nos custos de espera e horas extras. Os resultados indicaram que o modelo é capaz de agendar especialidades, salas de cirurgias e cirurgiões para minimizar os custos das cirurgias.
E23 SCHNEIDER <i>et al.</i> , 2020 Holanda	<i>Scheduling surgery groups considering multiple downstream resources</i>	Programação linear inteira mista (MIP)	Obtiveram um impacto positivo para agendamento de cirurgias, a variação de leitos melhorou (de 53 leitos para 11 leitos) e a sala de cirurgia melhorada (de 71% para 85%).
E24 ANDERSEN; STIDSEN; REINHARDT, 2020 Dinamarca	<i>Simulation-Based Rolling Horizon Scheduling for Operating Theatres</i>	Processo de decisão de Markov	Este modelo foi validado e obteve melhoria significativa em relação ao agendamento manual.

E25 KHALFALLI <i>et al.</i> , 2020 França	<i>Technology enhancement of surgeries scheduling: a bi-objective optimization model</i>	Modelo de otimização bi-objetivo	Conseguiram ser efetivos na priorização dos pacientes com necessidades de múltiplas abordagens cirúrgicas e obtiveram redução do tempo de tratamento.
E26 ROSHANAEI <i>et al.</i> , 2020 Canadá	<i>Branch-and-check methods for multi-level operating room planning and scheduling</i>	Método Branch-and-check	Os resultados foram positivos, gerou melhorias significativas na solução do problema com resultados mais precisos.
E27 SILVA; SOUZA, 2020 Brasil	<i>Surgical scheduling under uncertainty by approximate dynamic programming</i>	Programação dinâmica aproximada (ADP)	Este modelo avalia a insatisfação tanto dos pacientes quanto dos cirurgiões, levando em consideração diversos parâmetros. O sistema enfrenta custos devido à recusa de cirurgias e cancelamentos, impactando na receita, despesas e imagem do hospital. Foi mostrado redução de custos quando comparada com outros métodos sequencial. O custo do cancelamento é usado como referência para atender outros custos, sendo o cancelamento de cirurgias de urgência/emergência o mais custoso. Em contrapartida, não agendar cirurgia eletiva tem um custo menor. Este modelo alcançou uma redução média de 25% a 27%.
E28 LI <i>et al.</i> , 2021 China	<i>Support optimal scheduling with weighted random forest for operation resources</i>	Modelo de aprendizagem baseado no algoritmo <i>Weighted Random Forest (WRF)</i>	O estudo apresentou bom desempenho principalmente no tempo de espera dos pacientes.
E29 WANG <i>et al.</i> , 2021 China	<i>Surgery scheduling in outpatient procedure centre with re-entrant patient flow and fuzzy service times</i>	Meta-heurística híbrida (GA-BAVNS) e Flow shop híbrido (HFS)	Consiste em agendamento de cirurgias ambulatoriais, os resultados mostraram um desempenho superior fornecendo uma abordagem promissora com fluxo de pacientes re-entrantes com tempos de serviço incerto. Oferecem aos gestores uma ferramenta para tomada de decisão.
E30 BRITT <i>et al.</i> , 2021 Canadá	<i>A stochastic hierarchical approach for the master surgical scheduling problem</i>	Abordagem Hierárquica estocástica	Resultados mostraram que a abordagem proposta é melhor quando comparado com outros modelos rivais, exceto quando é possível distribuir uniformemente o tempo e sala cirúrgica para cada cirurgião no mesmo dia da semana. Traz que é possível minimizar a subutilização das salas cirúrgicas e leito de recuperação anestésica, atendendo as metas sobre o tempo de espera.
E31 AGRAWAL <i>et al.</i> , 2021 EUA	<i>Minimax c th percentile of makespan in surgical scheduling</i>	Programa inteira não linear	Estudo descreve o modelo matemático e computacional na instituição, não apresentando os benefícios deste método na prática.
E32 DALY <i>et al.</i> , 2021 Irlanda	<i>Redesigning the Process for Scheduling Elective Orthopaedic Surgery: A Combined Lean Six Sigma and Person-Centred Approach</i>	Metodologia <i>Lean Six Sigma</i>	Trouxeram como resultado: melhora do tempo de agendamento de cirurgias, redução de retrabalho entre membros da equipe e processo desenhado de maneira efetiva.

E33 ABBOU <i>et al.</i> , 2022 Israel	<i>Optimizing Operation Room Utilization - A Prediction Model</i>	Modelo de aprendizagem de máquina (ML)	Ao ser comparado com o modelo do hospital da pesquisa, identificaram que este possui melhor desempenho, aumentando a utilização de salas operatórias, produtividade por meio do agendamento inteligente e escala da equipe apta para diversos tipos de procedimentos em prol do sistema e do paciente.
E34 WANG; YU; QIN, 2022 China	<i>An adaptive-learning-based genetic algorithm for collaborative scheduling of distributed operating rooms</i>	Algoritmo genético baseado em aprendizagem adaptativo (ALBGA)	Estudo descreve o modelo matemático e computacional na instituição, não apresentando os benefícios deste método na prática.
E35 BAI <i>et al.</i> , 2022 China	<i>Day Surgery Scheduling and Optimization in Large Public Hospitals in China: A Three-Station Job Shop Scheduling Problem</i>	Job Shop de três estações (JSSP) em Programação linear inteira mista (MIP)	Quando comparado a outras estratégias, este se mostrou eficiente, conseguiram aumentar a utilização da sala cirúrgica, reduzir o tempo de espera dos pacientes, melhorar o gerenciamento da equipe do bloco cirúrgico e o agendamento de cirurgias de emergência.
E36 XIAO; YOOGALINGAM, 2022 Canadá	<i>A simulation optimization approach for planning and scheduling in operating rooms for elective and urgent surgeries</i>	Abordagem de otimização e simulação	Pesquisa mostra que à medida que aumenta a probabilidade de demandas de urgência, apenas em termo de horas extras, o sequenciamento tem pouco efeito sobre a melhor política de agendamento. Agendar diversos tipos de procedimentos é melhor para reduzir o impacto negativo quando chega urgência.
E37 MAKBOUL <i>et al.</i> , 2022 Marrocos	<i>A two-stage robust optimization approach for the master surgical schedule problem under uncertainty considering downstream resources</i>	Modelo de otimização robusta	Estudo descreve o modelo matemático e computacional na instituição, não apresentando os benefícios deste método na prática.
E38 ARINGHIERI <i>et al.</i> , 2022 Itália	<i>Combining workload balance and patient priority maximisation in operating room planning through hierarchical multi-objective optimization</i>	Modelo hierárquico de otimização multiobjetivo	Estudo descreve o modelo matemático e computacional na instituição, não apresentando os benefícios deste método na prática.

ADP: Programação dinâmica aproximada; ALBGA: Algoritmo genético baseado em aprendizagem adaptativo; AOC: Algoritmo metaheurístico de otimização de colônia de formigas; CMPP: Case Mix Plannig Problem; DSS: Sistema de Apoio à decisão; EOSA: Expand, Order, Sort and Assign; EUA: Estados Unidos da América; FFD: First Fit Descending; FFJSP: Problema Fuzzy Flexible Job Shop Scheduling; GA-BAVNS: Meta-heurística híbrida; GWO-VNS: Gray Wolf Optimizer-Variable Neighborhood Search; ILP: Programação Linear Inteira; JSSP: Job Shop de três estações; MIP: Programação inteira mista; ML: Modelo de aprendizagem de máquina; SMIP: Programação inteira mista estocástica; WRF: Weighted Random Forest.

Fonte: O próprio autor.

4. DISCUSSÃO

No que diz respeito a agendamento cirúrgico e construção do programa cirúrgico, estudos apresentaram diversas estratégias para solucionar esta problemática, mas foi a programação inteira mista a mais frequente. Com base nos artigos selecionados, o objetivo dos modelos de gestão é maximizar o número de cirurgias a serem executadas, diminuir o tempo de espera dos pacientes cirúrgicos e melhorar os indicadores de qualidade refletindo em maior acesso às cirurgias, tão importante nos serviços públicos com longas filas de esperas.

Em busca pela eficiência, uma estratégia importante para o gestor avaliar os processos é através dos indicadores de qualidade. Este é definido como um conjunto de fatores quantitativos para auxiliar na melhoria da assistência (SOUSA *et al.*, 2022).

Exemplos de indicadores de qualidade que devem ser considerados no centro cirúrgico são a pontualidade das cirurgias, utilização das salas de operação, manejo de urgências e emergências, encaixe de cirurgias não programadas e baixa taxa de suspensão cirúrgica, todos derivam do agendamento cirúrgico e quando o gestor conhece as tecnologias já existentes, pode melhorar seu processo gerencial. (NASCIMENTO *et al.*, 2021);

A estratégia de agendamento cirúrgico mais utilizada foi a programação linear, que busca a otimização do processo com o objetivo de resolver problemas operacionais, minimizar custos e maximizar lucros e faturamentos. Este modelo analisa apenas uma variável. Outro modelo que se origina desta é a programação linear inteira mista, sendo utilizado quando o problema tem a necessidade de analisar mais de dois tipos de variáveis (RODRIGUES *et al.*, 2014).

A tecnologia para gestão mais usada nesta revisão foi a programação inteira mista. Esta estratégia foi testada e obteve como resultado: diminuição do custo (de sala, horas extras, ociosidade dos cirurgiões), aumento na utilização dos leitos, aumento do número de cirurgias programadas, melhor gerenciamento de sala de operação, diminuição do tempo de sala parada, viável para países com grande incidência de interrupções de cirurgias eletivas por urgências e sobre o tempo de espera, houve variação sobre a literatura, trazendo resultados que podem impactar na prática.

As salas cirúrgicas representam um custo elevado para o hospital e o uso consciente dos recursos são relevantes para aperfeiçoar o fluxo de pacientes, conter custos, eliminar ou reduzir listas de esperas. As cirurgias realizadas no horário

programado refletem em um setor eficiente e com boa gestão, pois os atrasos geram custos elevados com horas extras, insatisfação da equipe perioperatória e desgaste emocional ao paciente (MORAIS, 2022).

Estudos mostraram que em relação aos motivos de atraso, os principais foram: espera da equipe médica e liberação de vaga na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) para o pós-operatório, em menor frequência atrasos relacionados ao paciente, serviços de apoio, recursos humanos de enfermagem, problemas na organização do trabalho e previsão de materiais (MORAIS, 2022).

Outro fator importante que este estudo reforça na prática é a intencionalidade na confecção dos mapas cirúrgicos e compreender o funcionamento da sala de cirurgia e minimizar o tempo entre cirurgias. Este tempo é conhecido como “turnover”, refere-se ao tempo entre a saída do paciente da sala de cirurgia até a entrada do próximo paciente, sendo nesse meio tempo realizado limpeza, preparo de dos materiais, instrumentais e equipe perioperatória. A ociosidade acarreta um alto custo para a instituição, desperdiçando materiais, recursos humanos e de tempo (NASCIMENTO *et al.*, 2021).

Outra tecnologia de gestão bastante testada foram os modelos de simulação com programação inteira mista. Pesquisadores utilizam a simulação para modelar fluxos e estimar a utilização de recursos em hospitais, proporcionando uma ferramenta de apoio à tomada de decisão na prática. O compilado dos resultados mostraram que este modelo ajuda no planejamento de horários cirúrgicos, ocupação de leitos, promove um cronograma cirúrgico bem construído, reduz o número de pedidos cirúrgicos, diminuição do cancelamento cirúrgico, serve de auxílio na tomada de decisão e obtém resultados mais lucrativos. (CHOW *et al.*, 2011).

O cancelamento cirúrgico tem sido bastante discutido, inclusive internacionalmente. Estudos trazem que a maior frequência do cancelamento está relacionada a problemas organizacionais nas instituições de saúde, como: erros de agendamento, não comparecimento para internação, falta de exames, falhas no pré-operatório, ausência e atraso da equipe médica, mudança de conduta médica, falta de insumos e falhas de comunicação (BRITO *et al.*, 2022).

Outro indicador de qualidade utilizado são as taxas de suspensão cirúrgica, que além de gerar custos e gastos hospitalares desnecessários, causa desconforto para equipe cirúrgica com a mudança de rotina e relacionado aos pacientes e seus familiares, aumenta ainda mais o estresse e ansiedade (BRITO *et al.*, 2022).

Nesta pesquisa, dois artigos trouxeram a resolução do agendamento cirúrgico utilizando o modelo LEAN que tem filosofia a cultura do hospital e satisfação dos pacientes e envolvidos no processo. Tem o objetivo melhorar a assistência, evitar desperdícios, reduzir o tempo de espera e de permanência do paciente no hospital. No centro cirúrgico os indicadores são utilizados para gerar conhecimento e orientar ações estratégicas, para assim aumentar a produtividade e conseqüentemente melhora o indicador de qualidade e satisfação do usuário (BANDEIRA; SOUZA JÚNIOR; BANDEIRA, 2021).

Outra variação é o *Lean Six Sigma* (LSS), a metodologia desenvolvida em 1981 e aplicada na área da saúde em 1990. O projeto é construído em cinco fases: definir, medir, analisar, melhorar e controlar, com intuito de eliminar desperdícios e atividades que não agregam valor, redução da variação nos processos, elimina as causas do efeito e melhora o desempenho, resultando em redução de custo, e qualidade e satisfação do cliente (CANÇADO; CANÇADO; TORRES, 2019).

Nas tecnologias de gestão que aplicaram o modelo Lean, revelaram como benefícios: parcerias colaborativas, compreensão dos problemas, melhora na prática da equipe, agendamento inteligente, agenda organizada, redução de cancelamentos, diminuição de mudanças na sequência dos procedimentos, satisfação dos pacientes, melhor alocação das urgências, redução de retrabalho, melhor segurança do paciente e desenho do processo.

Outra tecnologia de gestão é com modelos híbridos, que mesclam estratégias, mostram programações com melhoria de desempenho e lista cirúrgica, melhora no tempo de espera, qualidade no serviço e indicam para gestores para auxiliar no gerenciamento do cronograma cirúrgico.

Outros modelos foram testados em menor frequência e alcançaram como benefício: programação de qualidade, redução de conflito, aumento de produtividade, ferramenta de apoio a decisão, redução da fila de espera, otimização de sala cirúrgica e leitos pós-operatórios, redução de cancelamento, economia significativa, cirurgiões satisfeitos, satisfação dos pacientes.

Em contrapartida, obtiveram resultados negativos os métodos AD HOC, leilão e agendamento cirúrgico realizado manualmente. Desta maneira, a programação apresentou agendas inaptas, uso de salas com tempo inferiores, cronograma injusto e

ineficiente, aumento de urgências na programação de cirurgias eletivas, resultando em lista cirúrgica subcontratadas e superlotadas.

Estes resultados implicam diretamente nos pacientes e nas instituições, aumentando os custos e insatisfação de ambos. Também mostraram que as programações incertas e injustas aumentou os conflitos entre cirurgiões, anestesiastas e equipe de enfermagem. Os conflitos entre os pacientes implicam diretamente no funcionamento do setor e no gerenciamento do cuidado, sendo proposto medidas de gestão compartilhada, multiprofissional e dialogada para viabilizar o trabalho mais harmônico (MARTINS *et al.*, 2021).

Algumas tecnologias de gestão para agendamento cirúrgico foram testadas, porém não foi demonstrado os benefícios na prática, dificultando a avaliação e discussão sobre os métodos.

5. CONCLUSÃO

A pesquisa permitiu apresentar diversos tipos de tecnologias para o agendamento cirúrgico, sendo eles: agendamento manual, programação EOSA, programação linear multiobjetivo possibilística, programação linear, programação linear inteira mista, programação matemática probabilística, simulação com programação linear inteira mista, método AD HOC, programação inteira mista com FFD, Lean, Lean six sigma, modelo híbrido de simulação e otimização, preferência do cirurgião, programação inteira com simulação, modelo *Fuzzy + AOC*, leilão iterativo, algoritmo híbrido, Markov, modelo otimização bi-objetivo, modelo *Branch and Check*, ADP, WRF, GA-BAVNS E HFS, abordagem hierárquica, programação não linear, aprendizagem de máquina, algoritmo ALBGA e modelo *Job Shop*.

O modelo de programação linear inteira mista foi a mais utilizada, pois contempla solucionar os mais diversos tipos de variáveis para a resolução do problema, diferentemente de outros modelo, sendo um modelo passível de ser implementado na prática gerencial do Centro Cirúrgico.

Frente a diversidade de tecnologias para gestão da programação cirúrgica foi observado a procura por resultados que visam a maximização do uso de salas de cirurgias para atender maior número de pacientes, trazendo à instituição resultado financeiro positivo, em contrapartida diminuição das taxas de suspensão e redução na fila de espera.

Foi demonstrado que aumentando a utilização das salas de operação, os indicadores de qualidade melhoraram, resultando em diminuição do cancelamento cirúrgico, menor lista de espera e custos inferiores referentes a mão de obra, materiais e equipamentos. Houve também maior produtividade de cirurgiões, anestesistas e equipe de enfermagem, com servidores e pacientes mais satisfeitos com os serviços prestados.

A partir deste conhecimento, o enfermeiro como gestor da unidade cirúrgica poderá escolher e utilizar a estratégia conforme análise interna de indicadores de qualidade com foco no processo, que esteja alinhada com a visão gerencial institucional. Muitas delas servem como apoio para tomada de decisão e gerenciamento do centro cirúrgico, sala de recuperação anestésica, central de materiais e esterilização, núcleo interno de regulação de leitos, hemocentro e unidade de terapia intensiva.

Observa-se também um menor número de profissionais da área da saúde envolvidos em publicações que envolvem criação de tecnologias para o agendamento cirúrgico, sendo mais evidente por profissionais da área de exatas.

Como limitação deste estudo de revisão, tem-se ao fato de alguns métodos não apresentarem os benefícios na prática e a exclusão dos artigos de acesso restrito, podendo comprometer a robustez dos dados.

A partir da síntese do conhecimento, sugere-se o desenvolvimento de estudos que desenvolvam tecnologias de gestão para o agendamento cirúrgico com aplicabilidade e demonstração dos resultados especialmente no contexto hospitalar brasileiro, pois este conhecimento é de extrema importância para as atividades teórico-práticas da assistência perioperatória.

REFERÊNCIAS

- ABBOU, B. *et al.* Optimizing operation room utilization - a prediction model. **Big Data Cogn. Comput.**, v. 6, n. 3, p. 76, 2022.
- AGRAWAL, V. *et al.* Minimax cth percentile of makespan in surgical scheduling. **Health Syst (Basingstoke)**, v. 10, n. 2, p. 118-130, 2019.
- ALI, H. H.; LAMSALI, H.; OTHMAN, S. N. Operating rooms scheduling for elective surgeries in a hospital affected by war-related incidents. **J Med Syst.**, v. 43, n. 5, p. 139, 2019.
- ANDERSEN, A. R.; STIDSEN, T. J. R.; REINHARDT, L. B. Simulation-based rolling horizon scheduling for operating theatres. **SN Oper. Res. Forum**, v. 1, n. 9, 2020.
- ARINGHERI, R. *et al.* Combining workload balance and patient priority maximisation in operating room planning through hierarchical multi-objective optimization. **Eur. J. Oper. Res.**, v. 298, n. 2, p. 627-643, 2022.
- BAI, X. *et al.* Day surgery scheduling and optimization in large public hospitals in China: a three-station job shop scheduling problem. **J Healthc Eng.**, v. 2022, p. 1149657, 2022.
- BANDEIRA, R. C. S.; SOUZA JÚNIOR, A. A.; BANDEIRA, S. R. Avaliação da produtividade do centro cirúrgico de um hospital universitário sob a ótica do Lean Healthcare. **TPA**, v. 11, n. Esp., p. 1-18, 2021.
- BANDITORI, C.; CAPPANERA, P.; VISINTIN, F. A combined optimization–simulation approach to the master surgical scheduling problem. **IMA J. Manag. Math.**, v. 24, n. 2, p. 155-187, 2013.
- BATUN, S. *et al.* Operating room pooling and parallel surgery processing under uncertainty. **INFORMS J Comput**, v. 23, n. 2, p. 220-237, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1287/ijoc.1100.0396>.
- BRITO, L. M. G. F. *et al.* Suspensões cirúrgicas em um hospital público do Distrito Federal. **HRJ**, v. 3, n. 14, p. 307-322, 2022.
- BRITT, J. *et al.* A stochastic hierarchical approach for the master surgical scheduling problem. **CAIE**, v. 158, p. 107385, 2021.
- BRUNI, M. E.; BERALDI, P.; CONFORTI, D. A stochastic programming approach for operating theatre scheduling under uncertainty. **IMA J. Manag. Math.**, v. 26, n. 1, p. 99-119, 2015.
- CANÇADO, T. O. B.; CANÇADO, F. B.; TORRES, M. L. A. Lean Six sigma e anestesia. **Braz J Anesthesiol**, v. 69, n. 5, p. 502-509, 2019.
- CAPPANERA, P.; VISINTIN, F.; BANDITORI, C. Comparing resource balancing criteria in master surgical scheduling: A combined optimisation–simulation approach. **Int. J. Prod. Econ.**, v. 158, p. 179-196, 2014.
- CHAABANE, S. *et al.* Comparison of two methods of operating theatre planning: Application in Belgian Hospital. **J. Syst. Sci. Syst. Eng.**, v. 17, p. 171-186, 2008.

CHOW, V. S. *et al.* Reducing surgical ward congestion through improved surgical scheduling and uncapacitated simulation. **Prod Oper Manag**, v. 20, n. 3, p. 418-430, 2011.

DALY, A. *et al.* redesigning the process for scheduling elective orthopaedic surgery: a combined lean six sigma and person-centred approach. **Int J Environ Res Public Health**, v. 18, n. 22, p. 11946, 2021.

DIOS, M. *et al.* A decision support system for operating room scheduling. **CAIE**, v. 88, p. 430-443, 2015.

DUMA, D.; ARINGHIERI, R. An online optimization approach for the Real Time Management of operating rooms. **ORHC**, v. 7, p. 40-51, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.orhc.2015.08.006>.

ERNST, E. A. *et al.* Operating room scheduling by computer. **Anesth Analg**, v. 56, n. 6, p. 831-835, 1977.

FREITAS, E. M.; ZAMBON, M. S.; AUGUSTI, V. M. O uso de tecnologias aplicadas as organizações de saúde como fator de seu desenvolvimento. **Teoria & Prática**, v. 4, n. 2, 2021.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion**, v. 6, n. 1, p. 57-63, 2019.

GLADISH, B. P. *et al.* Management of surgical waiting lists through a Possibilistic Linear Multiobjective Programming problem. **J Appl Math Comput**, v. 167, n. 1, p. 477-495, 2005.

KARINO, M. E.; FELLI, V. E. A. Enfermagem baseada em evidências: avanços e inovações em revisões sistemáticas. **Cienc Cuid Saude**, v. 11, p. 11-15, 2012. Supl.

KHALFALLI, M. *et al.* Technology enhancement of surgeries scheduling: a bi-objective optimization model. **Management Decision**, v. 58, n. 11, p. 2513-2525, 2020.

LANDA, P. *et al.* A hybrid optimization algorithm for surgeries scheduling. **ORHC**, v. 8, p. 103-114, 2016.

LI, L. *et al.* Support optimal scheduling with weighted random forest for operation resources. **Control Theory Technol**, v. 19, p. 484-498, 2021.

LIU, L.; WANG, C.; WANG, J. A combinatorial auction mechanism for surgical scheduling considering surgeon's private availability information. **J Comb Optim**, v. 37, p. 405-417, 2019.

MAKBOUL, S. *et al.* A two-stage robust optimization approach for the master surgical schedule problem under uncertainty considering downstream resources. **Health Care Manag Sci**, v. 25, p. 63-88, 2022.

MARTINS, K. N. *et al.* Processo gerencial em centro cirúrgico sob a ótica de enfermeiros. **Acta Paul Enferm**, v. 34, eAPE00753, 2021.

MORAIS, L. N. **Gestão e produtividade no centro cirúrgico com ênfase no tempo de giro de sala operatória**. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Residência Médica em

Anestesiologia do Hospital Universitário Getúlio Vargas) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, 2022.

NASCIMENTO, F. B. *et al.* Estudo da mensuração de um indicador de qualidade em centro cirúrgico: tempo de turnover e nível de desempenho. **BJHR**, v. 4, n. 2, p. 6553-6567, 2021.

NAZIF, H. **Operating room surgery scheduling with fuzzy surgery durations using a metaheuristic approach.** *Adv. Oper. Res.*, v. 2018, p. 1-8, 2018.

PANDIT, J. J.; TAVARE, A. Using mean duration and variation of procedure times to plan a list of surgical operations to fit into the scheduled list time. **Eur J Anaesthesiol**, v. 28, n. 7, p. 493-501, 2011.

PULIDO, R. *et al.* Managing daily surgery schedules in a teaching hospital: a mixed-integer optimization approach. **BMC Health Serv Res**, v. 14, p. 464, 2014.

REIS, D. O. N. S. *et al.* Indicadores gerenciais do mapa cirúrgico de um hospital universitário. **Rev. Sobecc**, v. 24, n. 4, p. 217-223, 2019.

RODRIGUES, L. H. *et al.* **Pesquisa operacional – programação linear passo a passo:** do entendimento do problema à interpretação da solução. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2014. 162 p.

ROSHANAEI, V. *et al.* Branch-and-check methods for multi-level operating room planning and scheduling. **Int. J. Prod. Econ.**, v. 220, p. 107433, 2020.

SCHNEIDER, A. J. T. *et al.* Scheduling surgery groups considering multiple downstream resources. **Eur. J. Oper. Res.**, v. 282, n. 2, p. 741-752, 2020.

SHAFAEI, R.; MOZDGIR, A. Master surgical scheduling problem with multiple criteria and robust estimation. **Scientia Iranica**, v. 26, n. 1, p. 486-502, 2019.

SILVA, M.V.; AIDAR, D.C.G. Perfil das cirurgias realizadas em um hospital de urgência e emergência no interior de Rondônia. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR, Umuarama*, v.27, n.6, p.2471-2480, 2023.

SILVA, T. A. O.; SOUZA, M. C. Surgical scheduling under uncertainty by approximate dynamic programming. **Omega**, v. 95, p. 102066, 2020.

SIMON, R. W.; CANACARI, E. G. Surgical scheduling: a lean approach to process improvement. **AORN J**, v. 99, n. 1, p. 147-159, 2014.

SOUSA, L. R. D. *et al.* Avaliação de indicadores de qualidade na gestão do centro cirúrgico de um hospital terciário. **Medicina**, v. 55, n. 1, e-183676, 2022.

SUDRÉ, G. A. *et al.* Estudo da implantação das tecnologias de informação na área da saúde em Enfermagem: uma revisão integrativa de literatura. **J Health Inform**, v. 12, n. 1, p. 24-30, 2020.

VAN OOSTRUM, J. M. *et al.* A master surgical scheduling approach for cyclic scheduling in operating room departments. **OR Spectrum**, v. 30, p. 355–374, 2008.

VIJAYAKUMAR, B. *et al.* A dual bin-packing approach to scheduling surgical cases at a publicly-funded hospital. **Eur. J. Oper. Res.**, v. 224, n. 3, p. 583-591, 2013.

WANG, K. *et al.* Surgery scheduling in outpatient procedure centre with re-entrant patient flow and fuzzy service times. **ACS Omega**, v. 102, p. 102350, 2021.

WANG, K.; YU, C.; QIN, H. An adaptive-learning-based genetic algorithm for collaborative scheduling of distributed operating rooms. **Appl. Soft Comput.**, v. 131, p. 109755, 2022.

XIAO, Y.; YOOGALINGAM, R. A simulation optimization approach for planning and scheduling in operating rooms for elective and urgent surgeries. **ORHC**, v. 35, p. 100366, 2022.

YANG, Y. *et al.* A surgical scheduling method considering surgeons' preferences. **J Comb Optim**, v. 30, p. 1016-1026, 2015.

ZHU, S. *et al.* Dynamic three-stage operating room scheduling considering patient waiting time and surgical overtime costs. **J Comb Optim**, v. 39, p. 185-215, 2020.