

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MYLENA PAZINATO DE SOUZA

**PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO PARA O AGENDAMENTO DE
CIRURGIAS ELETIVAS EM UM HOSPITAL DE CURITIBA –
PR UTILIZANDO DE SIMULAÇÃO**

CURITIBA
2017

MYLENA PAZINATO DE SOUZA

**PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO PARA O AGENDAMENTO DE
CIRURGIAS ELETIVAS EM UM HOSPITAL DE CURITIBA –
PR UTILIZANDO DE SIMULAÇÃO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Engenharia de produção, turma 2016 da, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Especialista em Engenharia de Produção.

Orientador: Doutor Professor Gustavo Valentim Loch

CURITIBA
2017

PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO PARA O AGENDAMENTO DE CIRURGIAS ELETIVAS EM UM HOSPITAL DE CURITIBA – PR UTILIZANDO DE SIMULAÇÃO

Resumo:

O AGENDAMENTO DE CIRURGIAS CONSTITUI IMPORTANTE COMPONENTE DA GESTÃO DOS HOSPITAIS EM TERMOS DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS, TORNANDO CRUCIAL QUE SOLUÇÕES OPERACIONAIS EFICAZES SEJAM DESENVOLVIDAS. O PRESENTE TRABALHO POSSUI COMO OBJETO DE ESTUDO O PROBLEMA DE AGENDAMENTO DE CIRURGIAS ELETIVAS EM UM HOSPITAL E OFERECE PROPOSTA PARA OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO POR MEIO DE SIMULAÇÕES DE EVENTOS DISCRETOS. ESSE TIPO DE SIMULAÇÃO É CONSIDERADA UMA FERRAMENTA DE AUXÍLIO À TOMADA DE DECISÃO MUITO UTILIZADA PARA VÁRIOS TIPOS DE SISTEMA, INCLUSIVE A APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS NA SAÚDE É UM PROMISSOR DA PESQUISA OPERACIONAL. O DESENVOLVIMENTO DO PRESENTE TRABALHO FOI CONDUZIDO A PARTIR DA ANÁLISE DO PROBLEMA, AMOSTRAGEM DOS DADOS, CONSTRUÇÃO DO MODELO DE SIMULAÇÃO, VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO PROPOSTO. A UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA PERMITE UMA MELHOR PREVISÃO DA CAPACIDADE DE CIRÚRGIAS POR TURNO DE TRABALHO E PODE REDUZIR A ESPERA DOS PACIENTES. O ESTUDO CONSIDEROU A AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS ALTERNATIVOS COM O INTUITO DE PROPOR MELHORIAS QUE IMPACTAM PACIENTES, FUNCIONÁRIOS E HOSPITAL. OS CENÁRIOS SIMULADOS BASEIAM-SE NOS TURNOS DOS MÉDICOS EM RELAÇÃO À QUANTIDADE, COMPLEXIDADE E DURAÇÃO DAS CIRURGIAS DE CADA ESPECIALIDADE E PERMITEM O RESULTADO PERCENTUAL E EM MÉDIA DE HORAS DOS RECURSOS UTILIZADOS. OS VALORES ENCONTRADOS PERMITEM A TOMADA DE DECISÃO PELOS GESTORES, QUE SERÁ BASEADA EM *TRADEOFFS* ENTRE PROBABILIDADES DE HORAS EXTRAS E PROBABILIDADES DE OCIOSIDADES.

Palavras chave: Simulação; Cirurgias eletivas; Simulação a eventos discretos.

OPTIMIZATION PROPOSAL FOR SCHEDULING ELECTIVES SURGERIES IN A HOSPITAL DE CURITIBA - PR THROUGH SIMULATION

Abstract

SURGERY SCHEDULING IS AN IMPORTANT COMPONENT OF HOSPITAL MANAGEMENT IN TERMS OF RESOURCES PLANNING, SO IT IS CRUCIAL FOR EFFECTIVE OPERATIONAL SOLUTIONS TO BE DEVELOPED. THE PRESENT WORK HAS AS OBJECT OF STUDY THE PROBLEM OF SCHEDULING ELECTIVE SURGERIES AND OFFERS PROPOSAL FOR PROCESS OPTIMIZATION THROUGH DISCRETE EVENTS SIMULATIONS. THIS TYPE OF SIMULATION IS CONSIDERED A TOOL TO ASSIST THE DECISION VERY USED FOR VARIOUS TYPES OF SYSTEM, INCLUDING THE APPLICATION OF DISCRETE HEALTH EVENTS SIMULATION IS A PROMISING AREA OF OPERATIONAL RESEARCH. RESEARCH WAS LEADED FROM PROBLEM ANALYSIS, DATA SAMPLING, CONSTRUCTION OF THE SIMULATION MODEL, VERIFICATION AND VALIDATION OF THE PROPOSED MODEL. THE METHODOLOGY CONSIDERED INTENDS TO REDUCE THE WAITING OF PATIENTS, AND TO INCREASE THE QUALITY OF LIFE THROUGH ACTIONS THAT ALLOW TO ESTABLISH CRITERIA FOR CONSCIOUS AND OPTIMIZED USE OF RESOURCES. THE STUDY CONSIDERED THE EVALUATION OF ALTERNATIVE SCENARIOS WITH THE INTUITOUS TO PROPOR IMPROVEMENTS THAT IMPACT PATIENTS, EMPLOYEES AND HOSPITAL.

THE SIMULATED SCENARIOS BASED ON MEDICAL TURNINGS IN RELATION TO THE QUANTITY, COMPLEXITY AND DURATION OF THE SURGERIES OF EACH SPECIALTY AND ALLOW THE PERCENTAGE AND AVERAGE RESULTS OF HOURS OF THE RESOURCES USED. VALUES FOUND ALLOW DECISION MAKES BY MANAGERS, WHICH WILL BE BASED ON TRADEOFFS. VALUES FOUND ALLOWS DECISION-MAKING BY THE MANAGERS, WHICH WILL BE BASED ON TRADEOFFS BETWEEN PROBABILITIES OF EXTRAS HOURS AND CHALLENGES OF IDLENESS.

Key-words: Simulation; Elective surgeries; Discrete events simulation.

1. Introdução

Situações de lentidão no atendimento do Sistema Único de Saúde (SUS) ocorrem devido à falta de profissionais e má gestão de recursos e de infraestrutura do sistema público, agravando a situação do paciente devido ao desgaste físico e emocional causado pela demora no atendimento e espera em filas extensas nos hospitais da rede pública (OLIVEIRA, ALMEIDA, ALMEIDA, 2015).

Moreira *et al.* (2016) descreve que, para a marcação de cirurgias, os procedimentos são classificados de acordo com a gravidade, urgência e propósito. As cirurgias podem ser classificadas como procedimentos de emergência, urgência ou eletivas. As cirurgias eletivas são consideradas procedimentos cirúrgicos que possuem diagnóstico estabelecido e com possibilidade de agendamento prévio que envolve trabalho administrativo e assistencial, além de interferir no planejamento das equipes e no fluxo das unidades de apoio.

Existem três níveis de decisão para a marcação de cirurgias: nível estratégico, tático e operacional. O nível estratégico define decisões a longo prazo e inclui o desenho dos sistemas logísticos e aquisição de recursos. No nível tático, as decisões têm efeito a médio prazo como o agendamento de cirurgias e define qual a especialidade clínica que será alocada em cada sala do bloco operatório nos próximos meses. Por fim, no nível operacional, as decisões têm efeito no curto prazo como o escalonamento dos pacientes a operar na semana seguinte (MATEUS, 2016).

Este trabalho tem por objetivo otimizar o agendamento de cirurgias eletivas em um hospital localizado na cidade de Curitiba – Paraná e propor soluções que contribuam para a melhor distribuição e garanta o aproveitamento correto de recursos para os pacientes, médicos e hospital. Muitas vezes, por falta de conhecimento do número ótimo de cirurgias a serem agendadas, a desocupação das salas de cirurgia ou a reserva da sala operatória e a mobilização por parte da equipe do centro cirúrgico envolvida no preparo da sala cirúrgica e do material podem provocar prejuízos para todo sistema hospitalar e também para o paciente que não será operado. Para tal, foram realizados estudos através da metodologia de simulação descrita por Law (2006), conforme figura 1.

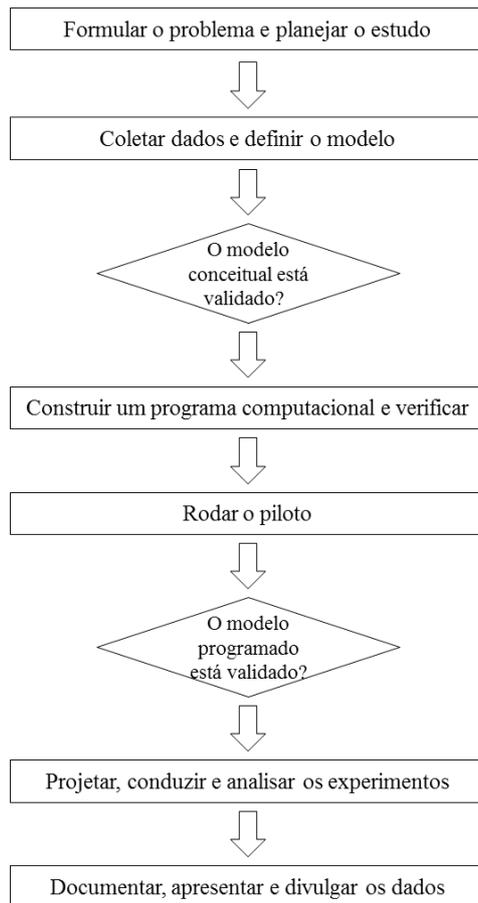


Figura 1 - Fluxograma adaptado de Law, 2006

2. Revisão de literatura

A simulação tem apresentado crescente utilização em situações que envolvem eventos discretos de forma a auxiliar a tomada de decisão e é aplicável a qualquer tipo de sistema uma vez que são encontradas as mais diversas metodologias de pesquisa em simulação na literatura (PEREIRA, MONTEVECHI, MIRANDA, 2015).

A Investigação Operacional na área de saúde tem sido muito aplicada em estudos nas últimas décadas. Os problemas estudados consistem em determinar como os recursos serão melhor distribuídos, um exemplo é o agendamento de cirurgias eletivas (MATEUS, 2015) que através da modelagem de simulação computacional, fornece dados para a tomada de decisão sobre o melhor número de cirurgias durante o expediente de cada profissional e especialidade.

2.1 Modelo de simulação

As simulações ganham continuamente mais utilização em todos os segmentos da sociedade e vem sendo aceita e empregada como metodologia em diferentes setores para verificar as resoluções de problemas reais (FREITAS E FILHO, 2008).

A simulação consiste em projetar um modelo computacional de um sistema real e realizar experimentos com este modelo com a finalidade de entender seu comportamento e avaliar estratégias de implementação (PEGDEN, 1990). Complementar ao autor, Arenales *et al.* (2007) define que os modelos são utilizados para otimizar os sistemas numéricos utilizados nos modelos de simulações e os problemas estudados determinam os objetivos e as restrições da operação e permitem a tomada de decisão através dos resultados obtidos na simulação.

White *et al.* (1999) define modelo de simulação como a representação da realidade através da necessidade de entender, mudar e gerenciar o sistema de estudo. Para que a simulação possua validade, ela deve ser estruturada de forma cuidadosa e possuir detalhes suficientes para que a tomada de decisão seja válida para a realidade estudada. De acordo com Chwif e Medina (2010) essas características da simulação tornam possíveis as reproduções de comportamento que o sistema apresentaria se fosse submetido a novas condições.

Pêssoa *et al.* (2010) descreve que, atentados os detalhes na elaboração do modelo, a simulação permite ao tomador de decisão avaliar os cenários de forma rápida e de baixo custo pois não há necessidade de implementação. Na área da saúde, essa técnica possui extrema importância, pois experimentos poderiam resultar em danos caso as alternativas e alterações no sistema fossem prejudiciais aos pacientes.

2.2 Simulação de eventos discretos

A Simulação a Eventos Discretos (SED), é amplamente utilizada para realização de estudos na área de saúde desde o início de 1990 e possui promissor aumento do número de artigos publicados (ROCHA *et al.*, 2014). O presente estudo se utiliza da técnica de Simulação a Eventos Discretos uma vez que as mudanças de estado ocorrem em momentos discretos, e não continuamente. Para Gonçalves (2004), a SED garante resultados que auxiliam gestores nos planejamentos estratégicos e operacionais.

Um evento discreto não possui padrão determinístico para entradas e saídas, em razão da aleatoriedade dos dados. As variáveis devem obedecer a um modelo e também não devem sofrer variações discretas em seus valores (CHWIF; MEDINA, 2010). A realização de estudos de Simulação de Eventos Discretos na área da saúde vem sendo feita no Brasil devido ao desenvolvimento desses sistemas de modelos e permite analisar a organização de atendimento de pacientes e avaliação de recursos (COELLI *et al.*, 2006).

Os sistemas de produção, de transporte e estocagem, computacionais, administrativos e de prestação de serviço direto ao público estão aptos à modelagem e simulação de eventos discretos (FREITAS FILHO, 2008).

Na simulação a eventos discretos os modelos são simulados ao invés de resolvidos. Portanto, no sistema são inseridos dados provenientes das suposições do modelo, e observações são coletadas para serem analisadas e estimar o desempenho do sistema (FRIEND, 2012).

STRACK (1984) recomenda a SED para as seguintes situações:

1. Quando não há uma formulação matemática completa para o problema;
2. Não há método analítico para a solução do modelo matemático;
3. A maior facilidade de obter os resultados através de uma simulação ao invés de qualquer outro método analítico
4. Não há resolução do modelo matemático por uma técnica analítica ou numérica conhecida;
5. A necessidade de observação das entradas e das saídas do sistema;
6. Quando há a necessidade de detalhes específicos do sistema;
7. Quando nas condições reais apresenta inúmeros obstáculos.

2.3 Simulação a eventos discretos aplicado à saúde

Na área da saúde, a metodologia de simulação tem sido utilizada para melhorar a compreensão do sistema, relação entre causa e efeito e a melhor distribuição de recursos (EVERETT, 2002), reduzindo riscos nas alterações de processos devido à não necessidade de implementação para obtenção de resultados que permitem a tomada de decisão, redução de custos e tempo de espera e aumento da satisfação e qualidade de atendimento ao cliente (HOLLOCKS, 2006).

A simulação é amplamente utilizada em processos interligados que possuem modelos que estão sujeitos à variabilidade, elevando sua complexidade (ROBINSON, 2008), a simulação a eventos discretos tem sido apontada como uma ferramenta importante para analisar e resolver

problemas complexos de processamento, como o atendimento na área da saúde. (LAWRENCE, 2003).

Vários autores conduziram estudos de simulação a eventos discretos diretamente aplicados à saúde. Um dos autores, Sabbadini realizou um estudo no ano de 2007 que se tratava da demanda de um hospital de emergência da rede pública de saúde. Como resultado desse estudo, um aplicativo foi desenvolvido e utilizado nas rotinas administrativas para monitorar o atendimento destinado aos pacientes, servindo como suporte nas tomadas de decisões por parte da gerência no que se caracteriza como capacidade e recursos do hospital. Outro estudo realizado, dessa vez por Filho *et al.* (2008), descreve que as simulações de eventos discretos estão sendo utilizadas para simular sistemas hospitalares com o objetivo de melhorar a qualidade de atendimento destinado aos pacientes e otimizar recursos da área da saúde.

Estudos mais recentes datam de 2014 através de Sabbadini *et al.*, que consistiu na contribuição da avaliação das condições relativas à gestão da capacidade de atendimento em um hospital público, afim de promover melhoria da acessibilidade aos serviços e qualidade do atendimento médico no serviço de pronto atendimento. Os resultados demonstraram que a aplicação da simulação a eventos discretos na saúde é uma área promissora da pesquisa operacional.

3. Metodologia

A coleta de dados foi realizada em um grande Hospital do Paraná (2017). Localizado na capital paranaense, a demanda por seus serviços é muito grande e, como acontece em muitos lugares, a espera na fila por atendimento é um fator de preponderante de satisfação e qualidade. Para a realização da simulação computacional, foram necessários tratamentos de dados para obtenção das distribuições de probabilidade dos tempos de cirurgias, de acordo com cada especialidade médica.

A primeira análise realizada foi a identificação da possibilidade de diferença significativa de médias nos tempos de cirurgia entre pacientes do sexo masculino e feminino. Para isso, foi utilizada a expressão (1) do intervalo de confiança para a média.

$$[\bar{x} - t_{(n-1)} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}; \bar{x} + t_{(n-1)} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}] \quad (1)$$

Em que \bar{x} é a média amostral, $t_{(n-1)}$ é o valor da distribuição t de student associado ao nível de confiança desejado, s é o desvio padrão amostral e n é o tamanho da amostra. Caso exista intersecção entre dois intervalos de confiança, não é possível afirmar que há diferença significativa entre eles.

Para a identificação de cada uma das distribuições de probabilidade foi utilizado o teste de aderência de Chi-Quadrado com a abordagem proposta por Mann e Wald (1942), que leva em consideração a definição dos intervalos de cada classe com esperanças iguais. Maiores detalhes sobre este teste estão descritos em Loch (2010).

Para analisar a aplicabilidade do modelo de simulação, foram escolhidas como referência cinco diferentes cirurgias, denominadas aqui por TM, TH, QAR e HP por possuírem dados confiáveis e os mesmos procedimentos poderem ser replicados para demais especialidades.

01	Simulacao(TamanhoDoTurno, Distribuição, QuantidadeDeCirurgias, Replicações)
02	TempoTotalExcesso=0
03	TempoTotalOciosidade=0
04	QuantidadeExcesso=0
05	QuantidadeOciosidade=0

06	Para r=1 até Replicações
07	Relógio=0
08	Para i=1 até QuantidadeDeCirurgias
09	Relógio=Relógio+Distribuição.Gerar()
10	Próximo i
11	Se Relógio>TamanhoDoTurno Então
12	TempoTotalExcesso=Excesso+Relógio-TamanhoDoTurno
13	QuantidadeExcesso= QuantidadeExcesso+1
14	Caso Contrário
15	TempoTotalOciosidade=Ociosidade+TamanhoDoTurno-Relógio
16	QuantidadeOciosidade=QuantidadeOciosidade+1
17	Fim Se
18	Próximo r
19	ExcessoMédio=TempoTotalExcesso/Replicações
20	OciosidadeMédia=TempoTotalOciosidade/Replicações
21	PercentualExcesso=QuantidadeExcesso/Replicações
22	PercentualOciosidade=QuantidadeOciosidade/Replicações
23	Fim Simulação

Quadro 1 – Pseudo código de simulação

O algoritmo “Simulação” da Tabela 1 descreve o procedimento utilizado para a realização de cada uma das simulações. O parâmetro TamanhoDoTurno refere-se à duração do turno de funcionamento da sala cirúrgica com a mesma equipe de trabalho, sendo possíveis, no caso do Hospital estudado, turnos de 6 ou 12 horas. O parâmetro Distribuição representa a distribuição de probabilidade dos tempos de cirurgias a ser considerada e o método Distribuição.Gerar() gera valor aleatório segundo a respectiva distribuição.

Quantidade de cirurgias é o número de cirurgias a ser testado em cada cenário. Se este valor for alto, ocorrerá excesso de trabalho das equipes; caso ele seja baixo, a consequência será ociosidade ao final do turno de trabalho.

O parâmetro Replicações é o valor do número de replicações a serem realizadas. Após a conclusão de todas elas para cada cenário, são computadas as medidas de desempenho ExcessoMédio, OciosidadeMédia, PercentualExcesso e PercentualOciosidade.

No presente trabalho, como a distribuição de probabilidade dos tempos não pode ser alterada facilmente, foram simulados cenários com turnos de 6 e 12 horas e diferentes quantidades de cirurgias para serem agendadas por turno. Desta forma, é possível verificar o impacto de cada possível decisão nas medidas de desempenho já citadas.

Uma vez que o tempo computacional é baixo para a realização de cada replicação da simulação, foram geradas 10.000 replicações para cada cenário, fornecendo, desta forma, uma informação confiável sobre os tempos médios de excesso de jornada e de ociosidade e a probabilidade de ocorrer excesso de jornada e ociosidade a cada dia.

4. Resultados e discussão

Utilizando o teste de aderência do Chi-quadrado acima citado, foram identificadas as distribuições para cada cenário de agendamento. Os parâmetros utilizados como base de cálculo levam em consideração o tempo de cirurgia para cada especialidade em turnos de 6 e 12 horas. Todas as especialidades seguem distribuição triangular. Sendo elas, TM: TRIA(15,40,155), TH: TRIA(25,96,240), QAR: TRIA(30,51,145) e HP: TRIA(20,32,190).

A lógica do pseudocódigo do Quadro 1 foi utilizada para a construção de cenários que indicam a probabilidade de horas extras de trabalho do médico, bem como a probabilidade de ociosidade do centro cirurgico no caso de n agendamentos por turno. Os resultados obtidos permitem uma análise crítica da situação e a tomada de decisão, que será baseada em *tradeoffs*.

Especialidade	6 horas			12 horas		
	Quantidade de cirurgias/turno	Hora extra	Ociosidade	Quantidade de cirurgias/turno	Hora extra	Ociosidade
TM	4	10,09%	89,91%	9	16,35%	83,65%
	5	42,26%	57,74%	10	40,77%	59,23%
	6	77,88%	22,12%	11	68,10%	31,90%
	7	95,14%	4,86%	12	87,22%	12,78%
TH	2	3,51%	96,49%	5	12,08%	87,92%
	3	49,05%	50,95%	6	49,52%	50,48%
	4	91,36%	8,64%	7	84,81%	15,19%
	5	99,58%	0,42%	8	97,68%	2,32%
QAR	4	12,54%	87,46%	8	5,36%	94,64%
	5	59,46%	40,54%	9	28,22%	71,78%
	6	93,74%	6,26%	10	65,22%	34,78%
	7	99,76%	0,24%	11	90,59%	9,41%
HP	3	4,82%	95,18%	7	7,03%	92,97%
	4	30,56%	69,44%	8	24,42%	75,58%
	5	67,35%	32,65%	9	50,29%	49,71%
	6	90,64%	9,36%	10	75,19%	24,81%

Tabela 1 - Cálculo do percentual de utilização de recursos

Da Tabela 1 pode-se inferir que o agendamento de cirurgias é diretamente proporcional à taxa de hora extra que o médico deverá realizar. Portanto, quanto maior for a quantidade de cirurgias agendadas, maior será a ocupação da mão de obra do médico levando a uma consequente redução da taxa de ociosidade de ocupação das salas de cirurgia. O contrário também acontece. A Tabela 1 permite verificar, por exemplo, que para o transplante de medula óssea e transplante hepático o agendamento de uma cirurgia a mais por turno no cenário de 6 horas afeta altamente a probabilidade de hora extra do médico, o que causa impacto positivo na redução da probabilidade da taxa de ociosidade de ocupação das salas. Já para o cenário de 12 horas, o impacto é um pouco mais reduzido, e verifica-se que para uma maior quantidade de agendamentos, a taxa de ociosidade de ocupação da sala ainda é maior que a taxa avaliada no primeiro cenário.

Desta forma, torna-se fácil o engano frente à constatação da redução da taxa de ociosidade de ocupação das salas de cirurgias se o elevado aumento de hora extra do médico não for considerado no momento de decisão. Portanto, se faz necessária a avaliação do que realmente interfere de maneira mais positiva.

A Tabela 2 apresenta a média de tempo dos mesmos parâmetros analisados na Tabela 1, porém, esta apresenta as medidas expressas em horas ocupadas da mão-de-obra do médico e o tempo que as salas ficam ociosas de acordo com cada cenário proposto. Ambas são complementares na tratativa de soluções e tomada de decisão com o objetivo de entender o quanto o agendamento de cirurgias será otimizado de acordo com o todo e quanto tempo objetivamente será recontratado a partir da decisão.

Especialidade	6 horas			12 horas		
	Quantidade de cirurgias agendadas/turno	Tempo de hora extra	Tempo de ociosidade	Quantidade de cirurgias agendadas/turno	Tempo de hora extra	Tempo de ociosidade
TM	4	3,22	83,48	9	8,48	98,06
	5	22,63	33,01	10	29,67	49,28
	6	67,95	8,34	11	69,88	19,61
	7	130,87	1,25	12	126,09	6,02
TH	2	0,86	119,96	5	6,37	124,57
	3	31,84	30,63	6	44,95	42,72
	4	124,39	2,97	7	131,29	8,47
	5	241,87	0,09	8	244,40	0,97
QAR	4	3,41	62,11	8	1,75	119,01
	5	31,44	14,92	9	14,03	55,89
	6	93,16	1,31	10	50,88	17,40
	7	167,33	0,03	11	111,97	3,25
HP	3	1,47	119,47	7	3,48	158,92
	4	16,54	53,92	8	17,08	91,80
	5	59,94	16,60	9	49,49	43,59
	6	127,24	3,30	10	102,95	16,56

Tabela – Cálculo do tempo de utilização dos recursos

Os resultados expressos em horas da Tabela 2 são essenciais para o cruzamento de informações com a Tabela 1 que traz os percentuais de ocupação de recursos. Essa análise é realizada de forma a entender o quanto cada cenário reflete no todo e o quanto isso representa de maneira objetiva. A partir desses resultados, pode-se verificar o investimento em postos de trabalho e turnos, atendendo às necessidades do hospital, funcionários e pacientes.

5. Considerações Finais

Existe uma grande instisfação dos pacientes que aguardam durante muito tempo em filas para receber atendimento nos hospitais. Cirurgias em geral são indicadas após o esgotamento de todas as possibilidades profiláticas terem se esgotado sem sucesso e melhora do paciente. Nesse sentido, sabe-se que quanto mais ágil o agendamento da cirurgia, maior a probabilidade de sucesso do tratamento e melhoria da qualidade de vida do paciente.

O que acontece na maioria dos hospitais que não empregam esforços em soluções operacionais eficazes, é que o agendamento pode subestimar a capacidade de agendamentos por turno ou dia, gerando ociosidade em salas que poderiam estar sendo utilizadas, ou até mesmo uma superestimação de agendamentos de cirurgias que acabam não acontecendo por falta de tempo, e o paciente não operado vai para o final da fila, devido à falta de planejamento correto dos recursos do hospital.

A simulação a eventos discretos demonstrou a aplicabilidade no tratamento de problemas complexos em serviços de saúde. Os resultados obtidos a partir do modelo proposto permitem a avaliação de cenários de melhor distribuição de recursos. Os ensaios realizados de acordo com cenários, permitiram antecipar conseqüências de mudanças operacionais antes da sua

implementação no sistema real, sem impactos para um elevado nível de complexidade de um hospital, que lida diretamente com vidas.

6. Referências

- ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; YANASSE, H.** *Pesquisa operacional para cursos de engenharia*. Editora Campus, 2007.
- CHWIF, L.; MEDINA, A. C.** *Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações*. 2. ed. São Paulo: Editora dos Autores, 2010.
- COELLI, F. C.; FERREIRA, R. B.; PEREIRA, W. C. A.** *Simulação por eventos discretos aplicada à otimização do atendimento em uma clínica de mamografia*. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica. Vol. 22, n. 3, pp. 203-212, 2006.
- EVERETT, J.E.**, 2002, “*A decision Support Simulation model for the management of an elective surgery waiting system*”. Health Care Management Science, v.5 (Apr), pp. 89-95.
- FILHO, E.R.L.; PEREIRA, R. C.; DE CASTRO, V.F.; DE ALMEIDA, M.A.R.** *Simulação de Eventos Discretos Aplicado em Manutenção de Tomógrafos Hospitalares*, SPOLM, 2008.
- FREITAS FILHO, P. J.** *Introdução a Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em Arena*. 2.ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.
- FRIEND, Jonathan Daniel.** *Aplicação de uma abordagem de aquisição e armazenamento do conhecimento em projetos de simulação a eventos discretos*. 2012. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012.
- HOLLOCKS, B.W.**, 2006, “*Forty Years of discrete-event simulation – a personal reflection*”, Journal of the Operational Research Society, v.57 (Dec), pp.1383 – 1399.
- GONÇALVES, A.** *Gestão da Capacidade de Atendimento em Hospital de Câncer*. Tese de doutorado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2004.
- LAW, A. M.** *How to build valid and credible simulation models*, In: Winter Simulation Conference, Proceedings... Monterey, CA, USA, 2006.
- LAWRENCE, P.J.** (2003), *The multiple roles of discrete event simulation in the workplace*, Global Journal Of Engineering Education, 7 (2), pp. 165-172.
- LOCH, Gustavo Valentim.** *Mensuração e previsão do custo da falha interna via modelo de simulação*. 2010. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pósgraduação em Métodos Numéricos em Engenharia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- MANN, H. B.; WALD, A.** *On the Choice of the Number of Class Intervals in the Application of the Chi Square Test*. The Annals of Mathematical Statistics, v. 13, n. 3 (Set., 1942), p. 306-317.
- MOREIRA, L.R. et al.** *Avaliação dos motivos de cancelamento de cirurgias eletivas*. Belo Horizonte, 2016.
- MATEUS, Catarina Custódio.** *Heurísticas para a marcação de Cirurgias Eletivas num Hospital Público*. 2016. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Ciências, Departamento de Estatística e Investigação Operacional, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.
- PEGDEN, C.D.; SHANNON, R.E.; SADOWSKI, R.P.** *Introduction to Simulation Using SIMAN*. McGraw-Hill, New York, USA. v. 2. 1990.
- PESSÔA, L. A. M., LINS, M. P. E., DA SILVA, A.C.M., FIZSMAN, R.** (2010), “*Apoio à gestão de centro cirúrgico por meio de ma- pas*”, apresentado no XLII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Bento Gonçalves, RS, 30 de agosto-03 de setembro de 2010.
- OLIVEIRA, T.G.; ALMEIDA, E.D.; ALMEIDA, J.F.F.** *Análise de filas em um posto de saúde da cidade de Bambuí-mg*. São Paulo, 2016.
- SABBADINI, F. S.; GONÇALVES, A. A.; DE OLIVEIRA, M. J. F.; VILAVICÊNCIO, J. R. R.; NOVAES, M.** *Estudo de Demanda por Atendimento em Hospital de Emergência*. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2007.

ROCHA, F; QUEIROZ,, J.A.; MONTEVECCHI, J.A.B..; GOMES, J.H.F. *aplicação de value stream mapping e simulação a eventos discretos para melhoria de processo de um hospital.* Bahia, 2014.

ROBINSON, S. *Conceptual modelling for simulation Part I: definition and requirements.* Journal of the Operational Research Society. v. 59, p. 278-290, 2008.

SABBADINI, F. S.; GONÇALVES, A. A.; DE OLIVEIRA, M. J. F.; VILAVICÊNCIO, J. R. R.; NOVAES, M. *A Simulação em Serviço de Pronto Atendimento Hospitalar.* Revista de Administração da Fatea, v. 9, n. 9, p. 110-120, ago./dez., 2014.

STRACK, J. *GPSS: Modelagem e simulação de sistema.* Rio de Janeiro: LTC, 1984.

WHITE, R. E., Pearson, J. N., **WILSON, J. R., PIDD, M.** (1999), “*Systems just modeling through: a rough guide to modeling*”, In- terfaces Archive, Vol.29, No.2.