

Análise de um modelo de simulação, desenvolvido para observação da problemática de filas em Hospitais.

Leonardo Moraes, Solange da Silva.

Resumo: Neste artigo é abordado o caso das filas para atendimento em Hospitais, baseado em parâmetros reais, a simulação proporcionou a este estudo uma visão crítica ao problema que é a capacidade de atendimento de hospitais e as geradas filas nos mesmos. A partir da taxa de chegada dos pacientes, desenvolveu-se um modelo de simulação que se aproxime do ambiente real e permita identificar, gargalos e a capacidade do processo em questão. Utilizando o software Flexsim o modelo desenvolvido simulou a jornada de atendimento do Hospital observado, permitiu uma visualização ampla do processo. Conclui-se que a unidade tem capacidade de atendimento para a demanda, mas no caso de aumento de pacientes surge a necessidade de replanejamento do processo, já que há uma procura maior para alguns serviços que outros, estes de maior procura podem ser os geradores destas filas, questiona-se o aumento de médicos resolveria e se isso seria possível.

Palavras-chave: Filas em Hospitais. Modelagem e simulação. Flexsim.

Abstract: In this article we approach the case of hospital service queues, based on real parameters, the simulation provided this study with a critical view to the problem that is the hospital service capacity and the queues generated in them. From the arrival rate of the patients, a simulation model was developed that approaches the real environment and allows to identify bottlenecks and the capacity of the process in question. Using Flexsim software, the developed model simulated the observed hospital care journey, allowing a broad view of the process. It is concluded that the unit has capacity to meet the demand, but in case of increase of patients the need for process redesign arises, since there is a greater demand for some services than others, these in greater demand may be the generators of these. queues, one wonders the surge of doctors would solve and if that would be possible.

Key-words: Queues in Hospitals. Modeling and simulation. Flex.

1. Introdução

Devido ao aumento da expectativa de vida populacional, tem aumentado o volume de pessoas que procuram unidades públicas de saúde, como hospitais, unidades de pronto atendimento (UPA), centro de atenção integrada à saúde (CAIS), e outros.

Gomez et al (2018), coloca em discussão os desafios da saúde pública brasileira, assim como os avanços e as lutas por melhorias dos sindicatos de trabalhadores, e enfatiza a importância das Universidades e pesquisas realizadas ao longo dos anos, como colaboram para que mesmo com recursos e organização de trabalho limitados, possam proporcionar aos pacientes a assistência básica.

Com o aumento acelerado da demanda, as unidades apresentam superlotação, muitas vezes sendo incapazes de suprir as necessidades dos pacientes, gerando filas para todos os tipos de procedimentos clínicos, desde os mais básicos como consultas, até os mais complexos como cirurgias e transplante de órgãos.

Raeder et al (2018), apresenta uma proposta de um sistema de gerenciamento de atendimento em emergências, que objetiva monitorar e reduzir tempo de espera de pacientes, reduzindo a sobrecarga hospitalar, visto que o aumento acelerado de população que procura esse serviço é desproporcional a capacidade de atendimento, o que gera filas.

Filas e alto volume de procura de serviços são os maiores problemas da saúde pública no país, a distribuição dos recursos nem sempre eficiente não chega muitas vezes aos que necessitam, o estudo de simulação entra nessa problemática avaliando e testando ambientes onde se possa obter um resultado positivo, otimizando o cenário ao qual se aplica.

Neste contexto esta pesquisa tem por objetivo analisar à amostra de fila de uma unidade de saúde "X", somente para gerar os dados necessários para análise, e colocar em discussão a capacidade de atendimento do serviço de saúde público.

2. Referencial teórico

2.1 Modelos de simulação e sua importância nos mais variados ambientes de estudo

Machado et al (2011), através de uma revisão na literatura enfatizam a importância do estudo de bancos de dados, para as mais diversas situações, mas principalmente no

estudo de medicamentos, e como o uso da modelagem e simulação aceleram estes processos reduzindo falhas.

Conceição e Silva (2015), em um estudo de caso implementaram um modelo de simulação para assistência de uma rede de distribuição elétrica, no qual realizaram vários pequenos ensaios a fim de validar a eficiência do modelo, e ainda provam que esse tipo de estudo tem se tornado muito importante por prever e proteger contra situações antes que elas aconteçam.

Hayden et al (2014), diante das dificuldades no curso de enfermagem, e até mesmo visando a redução de erros, propõe a simulação substituindo parcialmente horas clínicas, como uma opção de preparo e de aumento de conhecimento e confiança para os estudantes, permitindo que obtenham mais conhecimento "prático" e habilidade de solução de problemas antes de chegarem aos hospitais.

Dourado Neto et al (1998), desenvolveram um modelo para estudo da interação do solo, vegetais e atmosfera, não como previsões mas observando fatores que possam otimizar e aumentar a produção e discutem o fato de não existir um modelo universal para todos os problemas, mas a adaptação das suas particularidades para cada situação que o tornam eficaz.

2.2 Estudos de filas em Hospitais

Gutierrez et al (2009), em um estudo de caso a um hospital, quis analisar o tempo de espera dos pacientes de um hospital, e o grau de satisfação dos mesmos, a satisfação medida mostrou um alto índice de insatisfação e um nível de espera muito alto o qual permitiu apresentar uma solução de otimização.

Vieira e Nogueira (2016), observaram por meio de uma revisão de literatura a situação das filas e políticas de transplante de órgãos, comparando seu progresso de 2004 a 2014, por meio do qual abrangeram meios de melhoria do sistema, organização do serviço, concluíram que existe uma carência dos órgãos públicos no envolvimento neste processo e incentivo a pesquisa.

Vaccaro et al (2016), questionam a constante necessidade dos hospitais de administrar seus recursos, para que se possa atender a todos, para tanto realizaram um estudo de filas associado a teoria das restrições, viabilizando o processo, identificando as dificuldades na execução do serviço, como também a capacidade de atendimento.

Boshkoska et al (2015), desenvolveram um modelo para, analisar a capacidade de atendimento e o fluxo de pacientes de uma fila para cirurgias abdominais em um hospital que dispunha de 75 leitos, rodando o modelo 5 vezes concluíram que as médias e os desvios padrões são lógicos e aceitáveis, e garantem que pode ser usado com facilidade e auxiliar na análise de cada ponto.

Chen et al. (2015), realizou um estudo em um hospital 3A (Quando o hospital apresenta mais de 500 leitos) que realiza inúmeros procedimentos, por esta razão de haver processos mais curtos e outros mais demorados o que ocasiona o congestionamento de pacientes, que aguardam atendimento, como solução os pesquisadores implementaram o primeiro sistema de registro de consulta externa, e que por meio de uma pesquisa de satisfação, confirmaram os bons resultados.

3. Metodologia

Ao se trabalhar com a modelagem é importante definir aonde se quer chegar, para se desenvolver o modelo, e se ele será capaz de atender as necessidades pelo qual foi desenvolvido.

Chwif e Medina (2015), Dividem a simulação em três passos, são eles:

- Verificar os tempos de execução para todos os serviços do processo.
- Para o atendimento que terminar, mova as entidades para suas filas apropriadas.
- Após o início do atendimento, e a entrada do cliente no processo determine o tempo de duração e determine a distribuição, calcule quando essa atividade terminará e registre esse tempo.

Os dados utilizados para o estudo foram obtidos por meio do banco de dados do hospital, onde foram observados os intervalos entre as chegadas dos pacientes em segundos, de uma determinada unidade de saúde escolhida aleatoriamente. Os dados foram armazenados e analisados, a simulação vai permitir a determinação da capacidade de atendimento do sistema, para que possa se chegar a uma conclusão.

Distribuição discreta corresponde a variáveis aleatórias finitas, que assumem valores particulares dentro de uma amostra, comparando a quantidade de sucessos em tentativas (Chwif e Medina, 2015).

O hospital observado realiza inúmeros procedimentos e atende em média 400 pessoas por dia, para este estudo foi analisado um dia de atendimento do hospital onde foram atendidos 336 pacientes em um período de doze horas, onde os atendimentos são mais frequentes.

Foi observado um dia de atendimento de um hospital e seus procedimentos:

1. Consultas (Com 24 médicos)
2. Centro Cirúrgico
3. Curativos
4. Eletrocardiograma(ECG)

5. Eco cardiograma
6. Eletro encefalograma (EEG)
7. Mamografia
8. Raio x
9. Teste ergométrico
10. Tomografia

O programa *input analyzer* auxiliou na identificação do modelo de distribuição das chegadas dos pacientes, onde foi utilizado como dado o intervalo entre as chegadas dos pacientes em segundos, durante 12 horas de serviços do hospital, realizando testes, garantido a validade dos dados.

Distribuição	Expressão	Testes P-value		
		X ²	K-S	T. Estatístico
Gama	-0.001 + GAMM(195, 0.657)	0.577	0.0346	0.0779

Fonte: Os autores (2018).

TABELA 1: Modelo de distribuição e testes realizados.

O *P-value*, reflete o menor grau de significância que pode ser aceito para se rejeitar a hipótese de aderência (CHWIF e MEDINA, 2015).

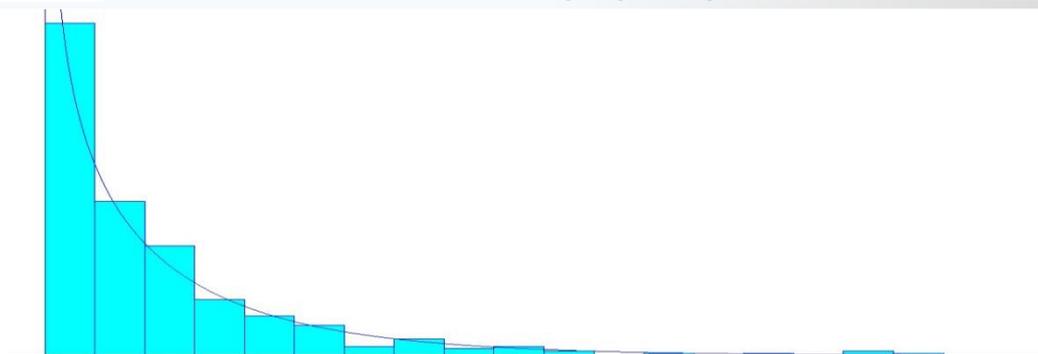
Teste de Kolmogorov-Smirnov testa conjuntos de observações contínuas de uma amostra e garantem a validação desses dados, para um estudo (LILLIEFORS, 1967).

Identificou-se que a melhor distribuição para a representação dos dados, é do modelo Gama que representa a forma que os pacientes entram no processo.

Função	Erro Quadrático
Gama	0.00131
Weibull	0.00133
Beta	0.00504
Erlang	0.00618
Exponencial	0.00618
Lognormal	0.0165
Normal	0.105
Triangular	0.147
Uniforme	0.194

Fonte: Os autores (2018).

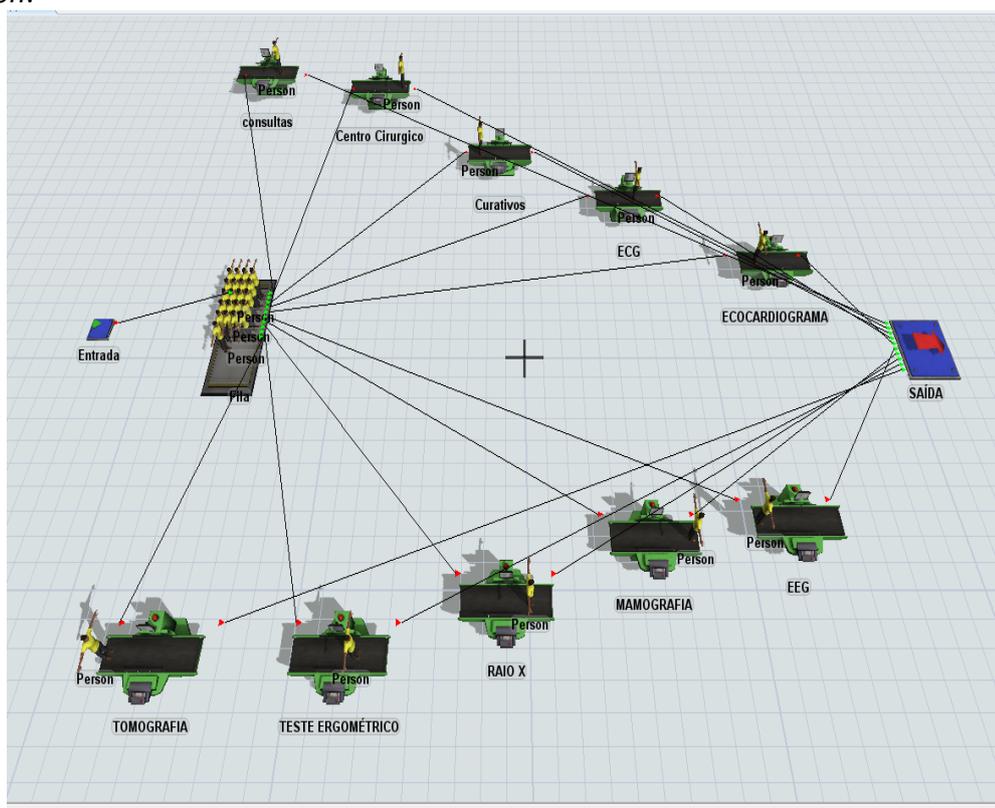
TABELA 2: Distribuições do melhor para o pior em função do erro quadrático.



Fonte: Os autores (2018).

GRÁFICO 1: Histograma estatístico de distribuição de dados de entrada de pacientes no modelo gama.

Após a observação desenvolvido um modelo de simulação para identificar, possíveis gargalos que possam atrasar ou minimizar a eficiência de atendimento do hospital e verificar a capacidade de atendimento do mesmo. O modelo foi desenvolvido no software flexsim simulation.



Fonte os autores (2018).

FIGURA 1: Modelo de simulação de atendimento.

Para a modelagem foi necessária a criação de etiquetas ou pesos para os pacientes que chegavam, observando a demanda para os serviços, de forma que representasse o mais

próximo da realidade do ambiente real, determinando o objetivo da pessoa ao entrar no sistema. Que resultou na tabela a seguir:

SERVIÇOS	Pessoas	Porcentagem
CONSULTAS	254	75,60%
Centro Cirurgico	7	2,08%
Curativos	10	2,98%
Eletrocardiograma(ECG)	18	5,36%
Ecocardiograma	1	0,30%
Eletroencefalograma(EEG)	4	1,19%
Mamografia	15	4,46%
Raio X	13	3,87%
Teste Ergométrico	3	0,89%
Tomografia	11	3,27%
Total de pacientes	336	100,00%

Fonte: Os autores (2018).

TABELA 3: Pesos estimados para o atendimento:

Considerando que os atendimentos para todos os serviços podem variar e não manter um padrão de tempo, adotou-se a distribuição triangular para que se avaliasse tanto pacientes que são atendidos em um período curto, quanto os que tem a necessidade de atenção maior durante a execução do serviço.

O modelo foi rodado 3 vezes, resultados da simulação foram bem similares ao ambiente real, o que provou que essa unidade é eficiente e pode atender sua demanda.

O modelo de distribuição dos dados de entrada, permitiu desenvolver o modelo de simulação no Flexsim, onde foram representados a entrada em fila única e a distribuição de acordo com a procura dos pacientes para os dez serviços disponíveis, e o cálculo do porcentagem de procura.

SERVIÇOS	Ambiente real	Ambiente de simulação
	Quant. pessoas	Quant. pessoas
CONSULTAS	254	216
Centro Cirurgico	7	6
Curativos	10	14
Eletrocardiograma(ECG)	18	17
Ecocardiograma	1	3
Eletroencefalograma(EEG)	4	4
Mamografia	15	21
Raio X	13	17
Teste Ergométrico	3	6
Tomografia	11	18
Total de pacientes	336	322

Fonte: os autores (2018).

TABELA 4: Comparação ambiente real e de simulação de pessoas atendidas.

As filas variaram de 80 a 96 pacientes no máximo, observando que a simulação considerou a procura dos serviços durante um 1 dia, é questionável que hospital tenha uma alta procura as terças-feiras do que nos demais dias, e foram utilizados os dados de no dia de maior demanda.

No ambiente de simulação houve a entrada de aproximadamente 410 e pacientes e apenas 322 foram atendidos.

4. Resultados e discussão

Estudos de modelagem e simulação vem aumentando ao longo dos anos, e tem se mostrado uma ótima ferramenta, nas mais diversas áreas de aplicação, a simulação permite a previsão de falhas, erros, limites de capacidade e permite a economia de tempo e dinheiro.

Conclui-se com o estudo de filas nessa unidade de saúde, que este Hospital apresenta a capacidade atender a demanda, entretanto o fato de haver uma grande procura para a realização de consultas médicas, onde se identifica como um gargalo, dá um alerta sobre o aumento dessa demanda e abre a questão sobre aumentar o número de especialistas atendendo ou realizar um planejamento estratégico para reduzir a quantidade de pessoas nas filas.

Diante de tal situação de aumento de demanda a necessidade mudanças no processo seria exata, na circunstância mas a variação de 300 à 350 pacientes/dia o hospital conseguiria atender, além disso é questionável que o processo tenha uma sobrecarga.

Observando que o Hospital atenda abaixo da sua capacidade para determinados tipos de serviços, garantindo uma faixa de segurança no caso de aumento de demanda. No entanto não garantindo a mesma segurança para as consultas, onde foi identificado um gargalo por ter uma procura maior e devido a variabilidade no tempo de atendimento para cada caso ou especialidade clínica.

Sugestão para trabalhos futuros que se possível estender estes estudos para mais unidades, pesquisadores possam analisar mais detalhadamente e por um período maior, para que se possa aumentar o grau de confiança do estudo, e através de estudos como esse demonstrar e apresentar situações onde se melhorem e contribuam para a qualidade no serviço de saúde brasileiro.

Referências

BOSHKOSKA, Biljana Mileva et al. Abdominal surgery process modeling framework for simulation using spreadsheets. **Computer methods and programs in biomedicine**, v. 121, n. 1, p. 1-13, 2015.

- CHEN, Jinsong et al. Improvement of outpatient service processes based on BRP theory and information technology: a case study of the University of Hong Kong-Shenzhen Hospital. 2015.
- CHWIF, Leonardo; MEDINA, Afonso Celso. **Modelagem e simulação de eventos discretos**. Afonso C. Medina, 2015.
- CONCEICAO, EveraldoNonato; SILVA, Kleber Melo. Modeling and Simulation of the Protection of Distribution Feeders in ATP. **IEEE LatinAmericaTransactions**, v. 13, n. 5, p. 1392-1397, 2015.
- DE SOUZA, Mariane Cásseres; SOUZA, Thiago Antonio; VACCARO, Guilherme LR. Hospital bed management: an analysis from the perspective of the theory of constraints. **Revista ESPACIOS| Vol. 37 (Nº 30) Año 2016**, 2016.
- DIAS, Lucas Pfeiffer Salomao; RAEDER, Mateus; BARBOSA, Jorge Luis Victoria. SIGTE: A System for Management of Waiting Time in Hospital Emergencies. **IEEE Latin America Transactions**, v. 16, n. 2, p. 668-676, 2018.
- DOURADO-NETO, D. et al. Principles of crop modeling and simulation: I. Uses of mathematical models in agricultural science. **ScientiaAgricola**, v. 55, n. SPE, p. 46-50, 1998.
- GOMEZ, Carlos Minayo; VASCONCELLOS, Luiz Carlos Fadel de; MACHADO, Jorge Mesquita Huet. Saúde do trabalhador: aspectos históricos, avanços e desafios no Sistema Único de Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, p. 1963-1970, 2018.
- GUTIERREZ, Ericson et al. Tiempo de espera y surelaciónconlasatisfacción de losusuarios de lafarmacia central de un hospital general de Lima. **Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública**, v. 26, n. 1, p. 61-65, 2009.
- HAYDEN, Jennifer K. et al. The NCSBN national simulation study: A longitudinal, randomized, controlled study replacing clinical hours with simulation in prelicensure nursing education. **JournalofNursingRegulation**, 2014.
- LILLIEFORS, Hubert W. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. **Journal of the American statistical Association**, v. 62, n. 318, p. 399-402, 1967.
- MACHADO, Karina S. et al. Mining flexible-receptor molecular docking data. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery**, v. 1, n. 6, p. 532-541, 2011.



IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 04 a 06 de dezembro de 2019

VIEIRA, Melina Sousa; NOGUEIRA, LidyaTolstenko. Evaluation in health and organs and tissue transplantation: integrative review. **Journal of Nursing UFPE on line**, v. 10, n. 2, p. 631-639, 2016.