# PLANEJAMENTO DE SALAS DE CIRURGIAS SEPARADAS POR ESPECIALIDADE UTILIZANDO UMA FERRAMENTA DE SIMULAÇÃO

Stephany Pereira dos Santos
Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cariacica
Rod. Gov. José Sete, 184 - Itacibá, Cariacica - ES
psstephany@gmail.com

Fabricio Broseghini Barcelos
Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cariacica
Rod. Gov. José Sete, 184 - Itacibá, Cariacica – ES
Fabricio.barcelos@ifes.edu.br

Janaina Figueira Marchesi
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
R. Marquês de São Vicente, 225 - Gávea, Rio de Janeiro - RJ
janainamarquesi@gmail.com

## RESUMO

Este artigo visa melhorar a planejamento de cirurgias por especialidade em um hospital público brasileiro adequando as quantidades de recursos disponíveis e reduzindo o índice de suspensão de cirurgias. Para isso, foi desenvolvida uma simulação de Monte Carlo, no *software @Risk 5* com o objetivo de proporcionar uma melhor tomada de decisão em relação ao planejamento das cirurgias. Neste contexto, foi realizado um estudo de caso utilizando a base de dados fornecida pela administração do hospital. Como resultado, para balancear as suspensões de cirurgia e a ociosidade dos leitos de UTI, obteve-se que o número de cirurgias com indicação de UTI deve ser de duas marcações para cada uma das três especialidades atendidas no centro cirúrgico.

**Palavras chave**. Simulação, Monte Carlo, Planejamento de Cirurgias

**Tópicos: SA**

## ABSTRACT

This paper aims to improve the planning of surgeries per specialty at a Brazilian public hospital by adjusting the amount of available resources and reducing surgery cancellation rate. To do so, a Monte Carlo simulation was developed in @RISK 5 *software* in order to provide better decision making regarding surgery scheduling. In this context, it was conducted a case study using the database provided by the hospital administration. As a result, to balance the suspensions and the inactivity of the Intensive Care Unit (ICU) beds, it was found that the number of surgeries with ICU indication should be two markings for each of the three specialties served in the surgery center.

**KEYWORDS.** Simulation, Monte Carlo, Planning of Surgeries

**Paper Topics: SA**

## 1. Introdução

Hospitais, como as demais organizações, buscam sempre melhorar a oferta de serviços, pois assim mantem-se competitivos. A fim de manter a oferta de serviços igualitária, até mesmo hospitais públicos e filantrópicos buscam aperfeiçoar seus serviços. Assim a simulação vem sendo ferramenta cada vez mais empregada. Segundo Ragsdale (2010), o uso das técnicas de pesquisa operacional melhora o gerenciamento e que favorecem a aplicação e disposição dos recursos com o intuito de atingir os propósitos organizacionais, consequentemente, tornam-se uma ferramenta essencial e diferenciada no suporte à tomada de decisão para os gestores. Com a utilização dela pode-se eliminar ineficiências e excelente aplicação de recursos para as áreas.

Para atingir o mais adequado uso dos recursos dos hospitais, análises tem sido realizada, exames das demandas de reorganização de recursos de atendimento, qualidade nos serviços e em tempo hábil de realização, visando sempre o menor custo e o melhor desempenho das atividades oferecidas à sociedade. A simulação tem sido uma ferramenta com aplicação crescente pois é uma técnica que dá apoio à tomada de decisão no ambiente hospitalar.

Assim sendo, este trabalho irá abordar o estudo de planejamento de cirurgias em um hospital público brasileiro com objetivo de determinar o número de cirurgias com indicação de UTI por especialidade. O hospital a ser estudado atende a três grandes áreas: a neurologia, a vascular e a ortopedia. Por uma necessidade constatada pela alta administração do hospital, que apoiou a presente pesquisa, os dados de entrada que foram coletados foram introduzidos em um *software* de simulação com a finalidade de encontrar o melhor número de cirurgias com indicação de UTI visando reduzir o número de suspensões e vagas ociosas por dia. Isso posto, utilizou-se a Simulação de Monte Carlo para fornecer critérios mais bem estruturados a fim de reduzir o alto índice de suspensão de cirurgias em seu centro cirúrgico devido à falta de vagas nessa unidade.

O centro cirúrgico (CC) é ambiente que realiza cirurgias e que possui pessoal qualificado (Stroparo et al., 2009). Possari (2009), argumenta que o CC é onde são realizados os procedimentos mais complexos de um hospital, o que acarreta em altos investimentos com implantação, operação e manutenção.

Quando ocorrem atrasos ou cancelamentos de cirurgias, acontecem perdas para o hospital e para o próprio paciente. Para a organização, o cancelamento atinge a equipe médica e os recursos que seriam utilizados para aquele paciente (Barbeiro, 2010; Paschoal, 2006; Perroca, 2007). Para o paciente, leva a perda de credibilidade e competência do hospital (Antonio, 2002; Cavalcante, 2000). Desta forma, medidas podem ser tomadas para a diminuição destas ocorrências. Podemos ainda, de acordo com Blanck e Bandeira (2015), ter uma melhor alocação de serviços qualidade de atendimento, alternativas de investimento e soluções de problemas, redução de custos e desperdícios e identificação de gargalos nos sistemas.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Prestação de Serviços de Saúde, Gestão e Organização

De acordo com WHO (2000), o sistema de saúde engloba a regulamentação, as organizações financiadas e as prestadoras de serviços na área de saúde. Define ainda, ser o desempenho de funções que melhoram e zelam pela saúde.

O Sistema Único de Saúde (SUS) é uma estrutura integrada que oferece serviços, gratuitamente, e reduz desperdícios por utilizar com maior senso os recursos (Silva, 2010).

Entretanto, os hospitais são grandes organizações com uma dificuldade grande de administração, o que aumenta a necessidade de ter posse de ferramentas que melhorem e lhes ofereçam apoio à tomada de decisão (Machado, 2003).

Todavia, no gerenciamento destas instituições, diversos fatores contribuem para um aumento dos gastos e da demanda de serviços. Zucchi et al. (2000), descreve que gastos hospitalares, frequentemente, são: medicamentos, honorários de médicos, auxiliares, dentistas internações e tratamento. Sendo o maior deles a internação e tratamento. No entanto, verifica-se

que os hospitais possuem gastos substanciais com recursos, mas ainda assim, não apresentam os melhores serviços (OECD, 2015). Segundo Hulsholj (2012), ainda não é feito o aproveitamento, de forma correta, das ferramentas de planejamento e controle.

## 2.2 Planejamento de Salas de Cirurgia

Os gastos no setor de saúde são um dos fatores que se relacionam diretamente com o planejamento das salas de cirurgia e está relacionado com a integração das atividades que o setor desenvolve (Butler et al. 1992).

Frequentemente, alguns modelos que são propostos não se adaptam a todas as realidades. Ou seja, cada instituição que adotar o processo deverá se adaptar as formas com que elas acontecem em sua organização para alcance do êxito (Hans *et al.* 2011).

Contudo, ainda é difícil o alcance efetivo da realização da eficiência em planejamento de cirurgias, dado que os recursos são limitados. Dessa forma, um agendamento ruim pode gerar conflitos (Stepaniak *et al*., 2012). Simultaneamente, quando consegue-se alcançar o maior aproveitamento desta utilização, garantimos segurança aos pacientes, tanto no atendimento a emergências quanto no eletivo (Blanck e Bandeira, 2015).

Cada etapa a ser realizada para a realização de uma cirurgia demanda o seu recurso próprio (Pham e Klinkert,2008). De acordo com Guerriero e Guido (2011) os recursos de cada etapa, são: equipe médica e as instalações do centro cirúrgico. E ainda de alguns externos, como a identificação e reservas de cada recurso a ser utilizado para cada paciente e adequado para o seu respectivo procedimento. (Blake e Carter, 1997).

Quanto à análise financeira, isso pode trazer alguns conflitos, pois existem as políticas tradicionais e as políticas de redução de custos, que causam inexatidão com relação a eficiência que o centro cirúrgico deve ser analisada (GROTE *et al*., 2009). Assim sendo, deve-se sempre manter a procura por técnicas que nos levem a redução de custos nestas instituições (BAUMGART *et al*., 2008).

Segundo Cardoen et al. (2010), o planejamento das salas de cirurgia está ligado a oferta e demanda, ao passo que programar as salas é a ordem de sucessão com a qual as atividades cirúrgicas serão organizadas. Planejamento e programação das salas e cirurgias estão ligadas à tomada de decisão por parte dos gerenciadores destes ambientes nos hospitais.

Dentre outros fatores já citados, a incerteza é um fator que influencia diretamente neste planejamento. Guerriero e Guido (2011), falam que podem haver incertezas, como: o tempo de reestabelecimento dos pacientes, equipe médica disponível, os recursos e atrasos, entre outros. Já Cardoen *et al* (2010a), descrevem apenas dois tipos de incerteza: que seria a chegada do paciente e o tempo que dura o procedimento.

## 2.3 Simulação Aplicada ao Planejamento e Programação de Salas de Cirurgia

Segundo Pessôa et al. (2010) pode-se usar a simulação como uma ferramenta para construir cenários e estudar suas operações antes de implementar diretamente. Alguns autores utilizam a ferramenta da simulação para verificar a aplicação na área da saúde.

Sabe-se que o planejamento/programação das salas de cirurgia é um agrupamento de vários fatores que estão envolvidos, porém tais fatores possuem objetivos heterogêneos. Por isso, podem acontecer casos de insucesso, devido às ineficiências nos processos de implantação em alguns hospitais (Van Oostrum, 2009). Ainda assim, formas de otimizar sua utilização do centro cirúrgico com relação ao seu planejamento devem ser analisados e alcançados logo que possível (GROTE *et al*., 2010).

Para Marjamaa *et al.* (2008) o emprego da simulação tem como fim verificar a eficiência e conferir os custos dos processos. Desta forma, certifica uma melhor utilização dos recursos e tomada de decisão. Enquanto Tyler *et al.* (2003), faz o uso da simulação para verificar a máxima utilização das salas de cirurgia e a satisfação dos pacientes. Marchesi (2015) estes problemas de

planejamento/programação são difíceis de resolver pois sua natureza combinatória e estocástica não tem solução fácil de ser encontrada.

Santibánez et al. (2007) verificou a influência das mudanças nos processos cirúrgicos em níveis de recurso e nos agendamentos para recursos pós cirúrgicos com dados reais. Molina e Framinan (2009) fizeram um trabalho visando melhorar a oferta dos serviços (qualidade), com dados reais, porém não foi aplicada. Marques et al. (2012) visou potencializar o uso do Centro Cirúrgico, também utilizou dados reais, mas a pesquisa não foi aplicada. VanBerkel e Blake (2007) utilizaram a ferramenta da simulação de eventos discretos em um hospital no Canadá, isto os conferiu apoio na tomada de decisão.

### 2.4 Simulação de Monte Carlo

Segundo Saraiva *et al.*(2010), a Simulação de Monte Carlo (SMC) é técnica que faz uso de números aleatórios, probabilidades e problemas a serem resolvidos. Pode ser aplicado para solução de problemas que envolvam riscos e incertezas na hora da tomada de decisão (Lustosa *et al*., 2004).

Quando se pode representar um valor esperado, de qualquer quantidade, de uma variável aleatória que está estabelecida em determinada probabilidade, podemos usar a SMC (Okten, 1997). Ainda, de acordo com Okten (1997), a SMC está baseada na Lei dos Grandes Números, que define que uma certa experiência tende a convergir para um valor quando se aumenta o número de geração das amostras. Estes números são alcançados através de um *software* baseado em algoritmos matemáticos.

Com a realização do estudo no hospital pode-se perceber que existe um trade off entre o número de suspensões de cirurgias com indicação de UTI e a ociosidade de vagas. Isso acontece pois o número de altas não é levado em consideração durante o processo de marcação, isso leva a marcação de um número maior do que poderá ser atendido ou a uma marcação de um menor número de cirurgias, gerando a ociosidade.

Dessa forma, a SMC irá auxiliar na escolha do melhor número de marcações por dia através do *software @Risk*.

## 3. Materiais e métodos

### 3.1 Materiais

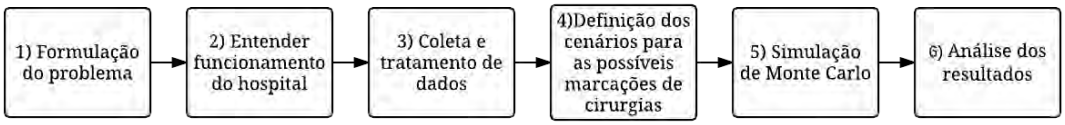
Como base para a metodologia deste artigo foi utilizado o trabalho elaborado por Marchesi (2015), que o fez visando contribuir com o planejamento de cirurgias e o processo de marcação das mesmas, buscando formas de melhoria, no Centro Cirúrgico de um hospital público, situado em Vitória – Espírito Santo. Na dada pesquisa, Marchesi (2015) utilizou apenas os dados de entradas agregados considerando as três especialidades juntas (neurologia, vascular e ortopedia), gerando um resultado que representa o número total de marcações de cirurgias com indicação de UTI. Devido a uma necessidade que foi identificada pela administração do hospital, fez-se a separação dos dados de entrada por especialidade.

Então foram coletados dados sobre as internações, cirurgias e agendamentos, disponibilizados do banco de dados do hospital no ano de 2014. O banco de dados do hospital forneceu as marcações de abril a dezembro de 2014 e de suspensão de cirurgias de julho a dezembro de 2014. Os dados considerados são do intervalo de seis meses, de julho a dezembro de 2014, pois apesar de ter-se dados de abril para marcações não tínhamos o mesmo período para as suspensões. Estes dados foram tratados e inseridos no *software* @Risk 5 para simulação discreta dos dados, a fim de recomendar qual seria a quantidade ótima de agendamentos de cirurgias por especialidades.

### 3.2 Etapas da Pesquisa

Para a realização da pesquisa seguiu-se o modelo de framework apresentado por Bengtsson et al. (2009) o adaptando ao modelo de estudo e ao objetivo deste artigo.

Figura 1- Etapas da Pesquisa




Fonte: Autoria própria

Inicialmente, para a formulação do problema, foi necessária uma análise do estudo já realizado por Marchesi (2015), mas agora com o objetivo de efetuar o planejamento das cirurgias por especialidades e como isso impacta nos resultados para o hospital. A segunda etapa da pesquisa, referente às informações de funcionamento do hospital, foram realizadas entrevistas com os responsáveis por cada setor e acompanhamento dos processos operacionais.

Na terceira etapa, foram coletadas do banco de dados do hospital as seguintes informações: nome do paciente, idade, a especialidade, a necessidade de utilizar a Unidade de Tratamento Intensiva (UTI), se realizou e não usou UTI e se não realizou por falta de vaga na UTI, a necessidade da reserva de sangue, a necessidade de Órteses, Próteses e Materiais Especiais (OPME), o motivo da cirurgia, causa da suspensão, a data da marcação. Essas informações foram examinadas para identificar o tempo de espera, o número de suspensões, o tempo de remarcação e a necessidade de vagas. Os dados diários foram separados por especialidade para atender o objetivo da pesquisa.

Para efetuar a simulação de Monte Carlo, na quarta etapa, observou-se que a quantidade máxima de marcações que ocorrerem em um dia poderia variar de 3 a 12 marcações. Com isso foram organizadas combinações que variam de 3 a 12 marcações somando os agendamentos por especialidades. Assim, foram elaborados 55 cenários com tais combinações. A quinta etapa, foi a realização da simulação de Monte Carlo através *software @Risk 5,* com ela pode-se identificar as causas das suspensões de cirurgias. Na análise de resultados, última etapa da pesquisa, acontece a comparação entre o cenário atual (ano 2014) e os resultados encontrados pela simulação.

## 4. Estudo de caso

### 4.1 Descrição do hospital

A entidade pública utilizada para a realização deste trabalho é o Hospital Estadual Central (HEC), está situado em Vitória, ES. Foi inaugurado em 2009 pelo governo do estado e tem sido gerida pela Associação Congregação de Santa Catarina, como Organização Social de Saúde, através de um contrato de operacionalização das atividades e serviços ao lado da Secretaria de Saúde do Espírito Santo (SESA).

Este hospital atende a cirurgias de média e alta complexidade na área de Neurologia Ortopedia e Vascular. Através da Central de Regulação de Vagas da SESA o hospital recebe pacientes encaminhados por hospitais estaduais. Também atende à algumas atividades hospitalares e presta alguns serviços aos pacientes externos, com a realização de exames. Tem capacidade de, em média, realizar 350 internações por mês.

O hospital possui 18 leitos de UTI (Unidade Intensiva de Tratamento) e realiza, em média, 12 cirurgias por dia entre as três especialidades. O Centro Cirúrgico (CC) possui 5 salas, sendo utilizadas de acordo com seus recursos.

No CC existe uma sala de Recuperação Pós- Anestesia (RPA), ela possui 5 leitos, um para cada sala de cirurgia. Estes leitos são utilizados para preparação e pós cirurgia. Desde forma, em alguns momentos estas quantidades de leitos da RPA não são capazes de atender a demanda, assim usam macas extras. Neste hospital os recursos necessários para os procedimentos e a mão-de-obra

(anestesista, médico) e demais equipamentos não são considerados recursos críticos, por isso não foram considerados no estudo.

O processo de marcação de cirurgias que acontece no hospital é da seguinte forma: primeiramente, ocorre uma triagem, este é o momento em que o médico vai até o paciente que está internado. Em seguida, após a visita, ele emite um aviso de cirurgia. Neste aviso estão todos os recursos que serão necessários para a realização do procedimento, assim como a descrição da cirurgia que será realizada. Geralmente, são realizadas, em média, 14 marcações de cirurgias diariamente, mas efetivamente são realizadas apenas 12. Sendo que das14 marcações 7 possuem indicação de UTI.

No hospital estudado cirurgias que necessitam de UTI são marcadas sem a verificação antecipada das altas para dado período, ou no caso, o dia. Com isso, acontecem mais marcações de cirurgias do que se pode atender. Desta forma, ocorre um alto índice de suspensões de cirurgias por falta de vagas no UTI. No processo utilizado para realizar marcação de cirurgias acontece, inicialmente, uma triagem com a visita dos médicos aos pacientes internados. Depois da visita é produzido um aviso de cirurgia que informa a marcação do procedimento pelo cirurgião e permite a abertura das tarefas necessárias. Porém acontecem marcações que necessitam de UTI, mas não ocorre a verificação antecipada das altas para dado período, ou no caso, o dia. Com isso, acontecem mais marcações de cirurgias do que se pode atender. Desta forma, ocorre um alto índice de suspensões de cirurgias por falta de vagas no UTI (Marchesi, 2015).

Visto isso, nota-se que na hora de planejar as cirurgias pode existir a marcação de mais cirurgias com indicação de UTI do que a possibilidade de atendimento, gerando grande quantidade de suspensão. Quando estas suspensões ocorrem, normalmente, todo o preparo do paciente que foi realizado se perder, contribuindo para o aumento do tempo de internação.

## 4.2 Desenvolvimento

Como mencionado na Metodologia o estudo foi baseado na dissertação de Marchesi (2015) que alcançou como resultado marcar entre 5 e 6 cirurgias com indicação de UTI com as especialidades agregadas. Contudo neste artigo se quer estabelecer o número de marcações com indicação de UTI por especialidade por isso ocorreu a divisão pelas especialidades atendidas no hospital: neurologia, ortopedia e vascular. Para isso, os dados coletados no hospital foram organizados para efetuar a simulação de Monte Carlo. Os dados foram analisados dia a dia pois é dessa forma que ocorrem as altas. As separações dos dados foram considerando a seguinte forma: marcação com indicação de UTI, se foi realizada ou não, se foi realizada e não utilizou UTI e se não foi realizada por falta de vagas.

Depois desta organização, foram transformados em porcentagem, do seguinte modo: não realizou divididas pelas marcações com indicação de UTI e realizou e não usou UTI divididas pelas marcações com indicações e as altas. Então foram inseridos no @Risk, além dos dados referentes a UTI, com o objetivo de encontrar a distribuição sugerida pelo software para as três séries de dados.

Após análise, foi observado que os dados de marcação poderiam variar de 3 a 12 marcações com indicação de UTI por dia, mas todas as especialidades eram consideradas em conjunto. Dessa forma, para realizar a separação por especialidade foram elaborados cenários para cada possibilidade de marcação, respeitando o limite de possibilidades até 12 marcações diárias. Assim, 55 cenários foram preparados para realizar a simulação.

Tabela 1- Cenários com a combinação das marcações

| | Marcações/Especialidades | | | | Marcações/Especialidades | | | | Marcações/Especialidades | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cenários | Neurologia | Ortopedia | Vascular | Cenários | Neurologia | Ortopedia | Vascular | Cenários | Neurologia | Ortopedia | Vascular |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 21 | 1 | 1 | 5 | 41 | 2 | 2 | 5 |
| 2 | 2 | 1 | 1 | 22 | 1 | 1 | 6 | 42 | 2 | 2 | 6 |
| 3 | 3 | 1 | 1 | 23 | 1 | 1 | 7 | 43 | 2 | 2 | 7 |
| 4 | 4 | 1 | 1 | 24 | 1 | 1 | 8 | 44 | 2 | 2 | 8 |
| 5 | 5 | 1 | 1 | 25 | 1 | 1 | 9 | 45 | 3 | 3 | 3 |
| 6 | 6 | 1 | 1 | 26 | 2 | 2 | 2 | 46 | 4 | 3 | 3 |
| 7 | 7 | 1 | 1 | 27 | 3 | 2 | 2 | 47 | 5 | 3 | 3 |
| 8 | 8 | 1 | 1 | 28 | 4 | 2 | 2 | 48 | 6 | 3 | 3 |
| 9 | 9 | 1 | 1 | 29 | 5 | 2 | 2 | 49 | 3 | 4 | 3 |
| 10 | 1 | 2 | 1 | 30 | 6 | 2 | 2 | 50 | 3 | 5 | 3 |
| 11 | 1 | 3 | 1 | 31 | 7 | 2 | 2 | 51 | 3 | 6 | 3 |
| 12 | 1 | 4 | 1 | 32 | 8 | 2 | 2 | 52 | 3 | 3 | 4 |
| 13 | 1 | 5 | 1 | 33 | 2 | 3 | 2 | 53 | 3 | 3 | 5 |
| 14 | 1 | 6 | 1 | 34 | 2 | 4 | 2 | 54 | 3 | 3 | 6 |
| 15 | 1 | 7 | 1 | 35 | 2 | 5 | 2 | 55 | 4 | 4 | 4 |
| 16 | 1 | 8 | 1 | 36 | 2 | 6 | 2 | | | | |
| 17 | 1 | 9 | 1 | 37 | 2 | 7 | 2 | | | | |
| 18 | 1 | 1 | 2 | 38 | 2 | 8 | 2 | | | | |
| 19 | 1 | 1 | 3 | 39 | 2 | 2 | 3 | | | | |
| 20 | 1 | 1 | 4 | 40 | 2 | 2 | 4 | | | | |

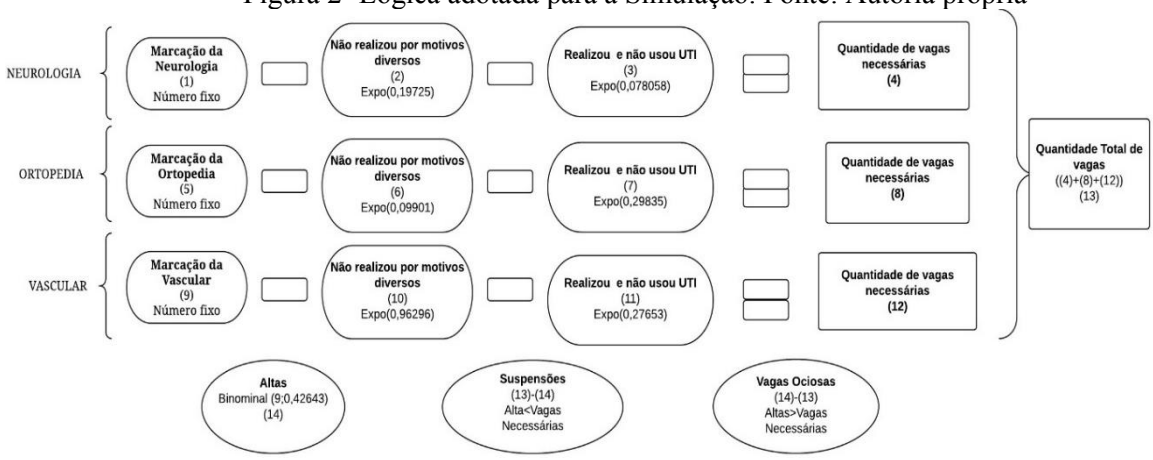
Fonte: Autoria própria

Os dados de entrada (realizou e não utilizou UTI; não realizou por motivos diversos) retratam a distribuição exponencial, enquanto que as altas aderem a distribuição binomial. O software @Risk se baseia em três testes para designar a destruição que melhor se adapta aos dados, os testes realizados foram: Teste Qui-quadrado, Kolmogorov-Smirnov Statistic e Anderson-Darling Statistic. Para este trabalho foram considerados os dados do Teste Qui-quadrado.

Após encontrar as distribuições para cada tipo de especialidade a simulação foi realizada através *software* @Risk. Na Figura 2 pode-se ver a representação de como ocorre os experimentos. Cada experimento corresponde a um cenário de marcações com indicação de UTI apresentado acima. Foram realizadas 10.000 iterações de cada experimento no *software* @Risk 5.

Segundo Fernandes (2005), o método de Monte Carlo produz uma estimativa do valor esperado assim como o erro para esta estimativa, e este erro é inversamente proporcional ao número de iterações. Dessa forma, quanto maior o número de iterações menor será este erro. Assim, neste trabalho ficou definido o número de 10.000 iterações, pois por duas vezes quando simulado com um número menor não convergia para valores reais.

Figura 2- Lógica adotada para a Simulação. Fonte: Autoria própria




Fonte: Autoria própria

De acordo com as distribuições encontradas pelo *software* @Risk, para as três especialidades os pacientes que não realizaram a cirurgias por algum motivo e a quantia que a fez,

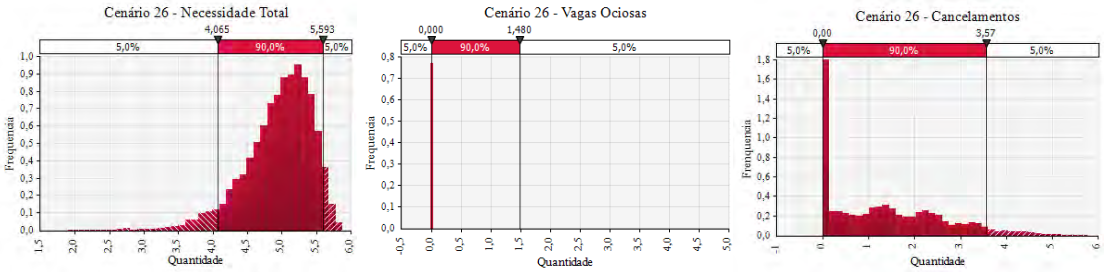
mas não utilizou UTI, tivemos a distribuição exponencial. Estes itens são descontados do número de marcações por especialidade e por dia, que é um número fixo, o que gera a quantia necessária de vagas. Para a quantidade de altas, a curva encontrada foi a binomial.

O *software*, através do número de altas, nos fornece os resultados do número de suspensões e a ociosidade de vagas na UTI, como exemplo dado na Figura 3, estes são os *outputs* da simulação realizada.

### 4.3 Análise de resultados

Na Figura 3, tem-se o exemplo do cenário 26, onde se sugere 2 marcações de cirurgia por especialidade, a indicação deste cenário torna padrão esta quantia de marcações diárias e traz uma melhor equidade entre as especialidades. Observando os histogramas, nota-se que 90% das vezes a quantidade de vagas necessárias encontra-se entre 4,1 e 5,6. Já para os cancelamentos, tem-se em média 1,3. Em relação às vagas ociosas, temos a média de 0,2 vagas não aproveitadas.

Figura 3 - Histograma referente ao Cenário 26




Fonte: Autoria própria

Na Tabela 2, pode-se observar que dentre as combinações testadas várias podem ter o resultado satisfatório. No estudo por especialidade aqui realizado percebe-se que os melhores resultados são também para as combinações que somam 5 ou 6 cirurgias com indicação de UTI por dia.

Tabela 2 - Número de marcações, suspenções e vagas ociosas

| Número do Cenário | Especialidade | Marcações | Suspenção | Vaga Ociosa |
|---|---|---|---|---|
| **19** | Neurologia | 1 | 0,6912243 | 0,5644962 |
| | Ortopedia | 1 | | |
| | Vascular | 3 | | |
| **26** | Neurologia | 2 | 1,34639 | 0,2198909 |
| | Ortopedia | 2 | | |
| | Vascular | 2 | | |
| **12** | Neurologia | 1 | 1,347394 | 0,2210241 |
| | Ortopedia | 4 | | |
| | Vascular | 1 | | |
| **4** | Neurologia | 4 | 1,348455 | 0,2220781 |
| | Ortopedia | 1 | | |
| | Vascular | 1 | | |
| **20** | Neurologia | 1 | 1,350849 | 0,2242869 |
| | Ortopedia | 1 | | |
| | Vascular | 4 | | |

Fonte: Autoria própria

Como vaga de UTI é recurso crítico deve-se preferir as combinações que apesar de apresentarem um número um pouco maior de suspensão apresentem baixos valores de vagas

ociosas, pois não aproveitar vaga de UTI, sendo esse o gargalo do processo, seria mais prejudicial ao hospital.

Podemos salientar a existência de várias combinações por especialidade que podem atingir os mesmos resultados quanto à suspensão e vagas ociosas. Dessa maneira, conforme conhecimento do processo e a opinião da administração, a escolha básica é o cenário 26 da Tabela 2 que seria adotar duas marcações com indicação de UTI por especialidade. Mas fica a critério do tomador de decisão, tendo os resultados dos cenários que trazem o mesmo resultado, decidir a melhor combinação dado a situação do hospital em cada dia de marcação. Por exemplo, pode ter um dia que Vascular esteja com mais pacientes com indicação de UTI, então se adota a combinação que marca mais cirurgias com indicação de UTI para vascular respeitando os limites da combinação proposta, por exemplo o cenário 20 da Tabela 2. O resultado dessa combinação é bem próximo a escolha básica, porém adaptando a divisão por especialidades para o cenário do hospital no momento.

## 5. Conclusão

O presente artigo determinou que o número de marcações que devem ser feitas com indicação de UTI deve ser 2 cirurgias por especialidades por dia. O resultado está alinhado ao trabalho de Marchesi (2015), onde sugere que as marcações devem estar entre 5 e 6 cirurgias, de forma agregada (sem determinar o número por especialidade).

Medidas podem ser tomadas para maximizar a realização de cirurgias, como: considerar as possibilidades de atendimento do Centro Cirúrgico, tempo dos procedimentos e de espera do paciente, e já indicar paciente para UTI na escolha para a marcação.

Percebeu-se que com as várias iterações computadas das combinações de marcação cirurgias que poderiam ser realizadas por especialidades do hospital, existem algumas outras opções em que se obteve um resultado que pode ser utilizado, desde que seja uma decisão que dê bons resultados ao hospital.

Assim, pode-se concluir que esta ferramenta é um grande suporte ao apoio das decisões, de nível estratégico ou operacional. Os resultados encontrados sugerem grande melhora nos problemas indicados.

A Simulação de Monte Carlo é suficiente na análise de quantidade de cirurgias com indicação de UTI e os índices de suspensão e vagas ociosas já para analisar demais indicadores como por exemplo tempo total de internação e utilização das salas sugere-se como estudos futuros a aplicação de Simulação de Eventos Discretos.

## 6. Referências

Antonio, P.S.; Munari, D.B.; Costa, H.K(2002). Fatores geradores de sentimentos do paciente internado frente ao cancelamento de cirurgias. Revista Eletrônica de Enfermagem ((on-line), v.4, n.1, p. 33 – 39.

Barbeiro, F.M.S. (2010) Por que as cirurgias são suspensas? Uma investigação sobre taxas, as causas e consequências em um Hospital Geral do Rio de Janeiro. R. pesq.: cuid. fundam. online. out/dez. 2((4):1353-1362.

Baumgart, A. et al. (2008) Computer simulation in operating room management: Impacts on process design and performance. Anasthesiologie & Intensivmedizin, v. 49, p. 332-343.

Bengtsson, N.; Shao, G.; Johansson, B.; Lee, Y.T.; Skoogh, A.; Mclean, C. (2009) Input data management methodology for discrete event simulation. In: Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference. Austin, TX, USA: WSC.

Blake, J.T.; Carter, M.W. (1997). Surgical process scheduling: a structured review. Journal of Health Systems, v. 5, n. 3, p.17–30.

Blanck, Mery; Bandeira, Denise Lindstrom. (2015). Análise da capacidade operacional de um centro cirúrgico: modelagem matemática aplicada ao dimensionamento e alocação de recursos. São Paulo, v. 22, n. 4, p.565-583, out/dez.

Butler, T.W.; Kawan, K.R.; Sweigart, J.R. Multi-Level Strategic Evaluation of Hospital Plans and Decisions. The Journal of the Operational Research Society, v. 43, n. 7, p. 665-675, 1992.

Cardoen, B.; Demeulemeester, E.; Beliën, J. (2010a) Operating room planning and scheduling: a literature review. European Journal of Operational Research, v. 201, n. 3, p. 921–932.

Cavalcante, J.B.; Pagliuca, L.M.F.; Almeida, P.C. (2000). Cancelamento de cirurgias programadas em um hospital-escola: estudo exploratório. Rev. Latino-am Enfermagem. julho-agosto;8((4):59-65.

Fernandes, Cezar Augusto Becker de Araújo. Gerenciamento de riscos em projetos: como usar o microsoft excel para realizar a Simulação de Monte Carlo. Dez. 2005.

Guerriero, F.; Guido, R. (2011) Operational research in the management of the operating theatre: a survey. Health Care Management Science, v. 14, p. 89–114.

Grote, R. et al. (2010). Quality of OR planning. Anaesthesist, v. 59, n. 6, p. 549-554,

Grote, R. et al. (2009). The "OR Income Index" - Distribution of OR capacities based on revenue analysis. Anasthesiologie & Intensivmedizin, v. 50, p. 538-550.

Hans, E.W.; Van Houdenhoven, M.; Hulshof, P.J.H. (2011). A framework for health care planning and control. Enschede, Overissel, Holanda.

Machado, S. E. P. (2003) Redução da taxa de cancelamento de cirurgias através da otimização do processo assistencial. Porto Alegre: Escola Nacional de Administraçao Pública.

Marjamaa, R. A., Torkki, P. M., Hirvensalo, E. J., e Kirvelä, O. A. (2008) "What is the best workflow for an operating room? A simulation study of five scenarios." Health Care Management Science 12.2, 142-46.

Marchesi, J. (2015). Planejamento de salas de cirurgia: aplicação ao caso de um hospital público brasileiro. Tese – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Marques, I.; Captivo, M.E.; Pato, M.V. (2012). Analyzing management policies for operating room planning using simulation. OR Spectrum, v. 34, p. 407–427.

Molina, J.; Framinan, J. (2009).Testing planning policies for solving the elective case scheduling phase: a real application. In: Proceedings of the 35th 35th International Conference on Operational Research Applied to Health Services. ORAHS: Leuven, Belgium.

OECD (Org.). (2015). Webpage: <http://www.oecd.org/eco/growth/46508904 .pdf>. Acessado: 2012-11-15.

Paschoal, M.L.H; Gatto, M.A.F. (2006) Taxa de suspensão de cirurgia em um hospital universitário e os motivos de absenteísmo do paciente à cirurgia programada. Ver Latino-am Enfermagem. janeiro-fevereiro; 14((1):48-53.

Perroca, M.G.; Jerico, M.C.; Facundin, S.D. (2007). Monitorando o cancelamento de procedimentos cirúrgicos: indicador de desempenho organizacional. Rev. esc. enferm. USP (online). vol.41, n.1, pp. 113-119. ISSN 0080-6234.

Pessôa, L.A.M.; Estellita, M.; Fiszman, R.; Schützer, K. (2010) Simulação em auxílio à gestão do centro cirúrgico de hospital universitário. Encontro nacional de engenharia de produção. São Paulo.

Pham, D.; Klinkert, A. 2008. Surgical case scheduling as generalized job shop scheduling problem. European Journal of Operational Research, v. 185, n. 3, p. 1011–1025.

Shamayleh, A.O. Operating room planning and scheduling: mathematical models and simulation modeling. Arizona, EUA, 2010. (Ph.D.). Tese - Arizona State University, 2010.

Silva S. F. (2010). Organização De Redes Regionalizadas E Integradas De Atenção À Saúde: Desafios Do Sistema Único De Saúde ((Brasil). Ciência & Saúde coletiva, v. 16, p. 2753 – 2762.

Stepaniak, P. S. et al. (2012) Human and artificial scheduling system for operating rooms. In: HALL, R. Handbook of Healthcare System Scheduling. Los Angeles: Springer. 155- 175.

Stroparo, J. R., Bichinho, G. L., Protil, R. M. (2009) Estudo da Taxa de Ocupação do Centro Cirúrgico Através da Modelagem e Simulação de Sistemas. Revista Latino-Americana de Enfermagem, v. 17.

Tyler, D. C., Pasquariello, C. A. e Chun-Hung C. (2003). Determining Optimum Operating Room Utilization. Anesthesia & Analgesia 96, 1114-121.

VANBERKEL, P.; BLAKE, J. (2007). A comprehensive simulation for wait time reduction and capacity planning applied in general surgery. Health Care Management Science, v. 10, n. 4, p. 373–385.

WHO. (2000). Webpage: < http://www.who.int/whr/2000/en/> Acessado: 2015-11-15.

Zucchi, P.; Del N. C.; Malik, A.M. (2000). Gastos em saúde: os fatores que agem na demanda e na oferta dos serviços de saúde. Saúde e Sociedade, v. 9, p. 127-150.

Lustosa, P.R.B.; Ponte, V.M.R.; Dominas, W.R. (2004). Simulação. In: CORRAR, L.J.; THEÒPHILO, C.R. (Orgs.). Pesquisa Operacional para decisão em contabilidade e administração. São Paulo: Atlas.

Okten, G. (1997). Contributions to the theory of Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods, California. (Ph.D.). Dissertation - Claremont Graduate School.

Saraiva Junior, A.F.; Rodrigues, M.V.; Da Costa, R.P. (2010) Simulação de monte carlo aplicada à decisão de mix de produtos. Produto & Produção, v. 11, n. 2, p. 26-54.