



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Dimensionamento de recursos humanos em um Órgão de Obtenção da Marinha do Brasil

Carlos Ribeiro Praia
carlosrpraia@gmail.com
MB

Carlos Francisco Simões Gomes
cfsg1@bol.com.br
UFF

Resumo: O desempenho na coordenação do fluxo de material desde os fornecedores de matéria-prima até os consumidores de produto possui forte influência da atividade logística de obtenção. Este artigo tem o objetivo de avaliar a quantidade de recursos humanos do Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro, com base na demanda de serviços recebidos e considerando a necessidade de redução do tempo médio gasto com a compra dos itens de suprimento. Para isso, é desenvolvido um modelo computacional no software Arena. Os resultados das simulações mostram que o acréscimo de profissionais no setor provoca uma diminuição significativa no tempo médio total de obtenção do material, devido à redução do tempo dos pedidos em fila.

Palavras Chave: Dimensionamento - Recursos Humanos - Obtenção - Marinha do Brasil - Simulação



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



1. INTRODUÇÃO

A compreensão dos processos de uma organização tem como grande objetivo a manutenção de um fluxo adequado e eficiente de informações propicie uma base sólida para a tomada de decisão e melhor visualize as reações de mudança do sistema.

Tanto a modelagem de processos quanto a simulação são ferramentas que podem ser empregadas. A diferença é que, enquanto a modelagem apresenta uma abordagem estática e estruturada para a gestão de processos, a simulação permite estudar sua dinâmica e considerar os efeitos de mudanças sem grandes riscos (BARBER *et al.*, 2003).

Por sua vez, a busca pela excelência dos processos não se caracteriza como uma atividade exclusiva das instituições privadas, cabendo também às organizações do setor público apresentar essa lógica em seus objetivos.

A partir desse contexto, a Marinha do Brasil (MB) tem procurado desenvolver suas atividades logísticas, por meio do emprego de ferramentas apropriadas de apoio ao processo de tomada de decisão, a fim de encontrar alternativas capazes de solucionar os problemas. Portanto, a finalidade do estudo é contribuir para o aumento da eficiência das atividades do Sistema de Abastecimento da Marinha, por meio da simulação de um processo de compras de suprimentos da MB para dimensionamento de recursos humanos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Prado (2010), o conceito mais aceito para simulação é de uma técnica de solução de um problema por meio da análise de um modelo que descreve o comportamento do sistema, com o uso de um computador.

A simulação computacional tem se tornado uma ferramenta cada vez mais conhecida e utilizada nessa tentativa de as organizações melhor conhecerem seus processos e os modelos de simulação conseguem capturar mais fielmente essas características, procurando repetir o mesmo comportamento que o sistema apresentaria quando submetido às mesmas condições de contorno (CHWIF e MEDINA, 2006).

Dada a importância do emprego dessa ferramenta em diversos setores, sobretudo em serviços, é possível encontrar alguns estudos semelhantes.

Na área de saúde, Colazzo *et al.* (2009), desenvolveram um trabalho com foco no fluxo de atendimento a pacientes cujo objetivo foi reduzir o tempo de espera dos usuários por ocasião do recebimento da medicação.

De Oliveira *et al.* (2011) propuseram um modelo integrado de atendimento hospitalar de emergência para configurar equipe de profissionais, visando reduzir o tamanho das filas e o tempo de espera para o atendimento.

Sabbadini *et al.* (2013) apresentaram um conjunto de casos aplicados, resultado de alguns anos de estudo que consolidavam e mostravam a aplicação de forma integrada da simulação e da TOC na área de saúde.

Na área de logística, Pastore, Guimarães e Diallo (2010) modelaram as atividades de atendimento de pedidos de uniformes militares de um dos Centros de Distribuição da MB, em que o emprego da simulação possibilitou a análise dos fluxos dos processos.

Praia e Gomes (2013), também na área da logística militar, criaram um modelo do processo de recebimento de uniformes da MB, no intuito de identificar pontos de gargalo no sistema, bem como, melhorar o emprego dos recursos operacionais.

Para Chwif e Medina (2006), a etapa de concepção do modelo de um sistema é a mais importante dentre os passos da simulação, uma vez que, nesta fase, as informações coletadas de um processo estão ainda na forma abstrata e precisam ser fielmente representadas por meio de alguma técnica de modelagem que dê origem ao modelo conceitual.

Assim, a modelagem conceitual corresponde a uma fase da simulação e o desenvolvimento de um modelo de simulação é composto, basicamente, das etapas de concepção, implementação e análise dos resultados do modelo (CHWIF, 1999). Na Figura 1, é possível observar uma modelagem a ser realizada já na fase de concepção.



Figura 1 – Metodologia de simulação
Fonte: Chwif (1999)

Apesar de muitas técnicas estarem aptas a modelar sistemas, as mesmas não foram estruturadas para projetos de simulação. Por essa razão, foi desenvolvida a técnica IDEF-SIM.

Segundo o FIPS PUBS (1993), o *Integrated Definition Methods* (IDEF) surgiu a partir da necessidade de a Força Aérea Norte Americana aperfeiçoar os processos de manufatura de aeronaves com aplicação sistemática de tecnologia de computação. O IDEF corresponde a um conjunto de técnicas processuais utilizadas para auxiliar e padronizar a integração das informações disponíveis em um sistema, sendo utilizada conforme diferentes aplicações. Na modelagem de processos de negócios, as versões mais utilizadas são o IDEF0 e o IDEF3.

A principal característica do IDEF-SIM é a identidade da sua lógica de aplicação com a lógica utilizada na simulação. Esta característica tem como objetivo criar um modelo conceitual do processo a ser simulado que contenha elementos requeridos na fase de modelagem computacional. Utiliza símbolos do fluxograma, IDEF0 e IDEF3, mas dentro de uma lógica que contempla a simulação (LEAL, ALMEIDA e MONTEVECHI, 2008).

A Figura 2 apresenta a simbologia e os elementos empregados pela técnica IDEF-SIM, bem como as técnicas originárias que foram adaptadas às necessidades da modelagem conceitual em simulação.

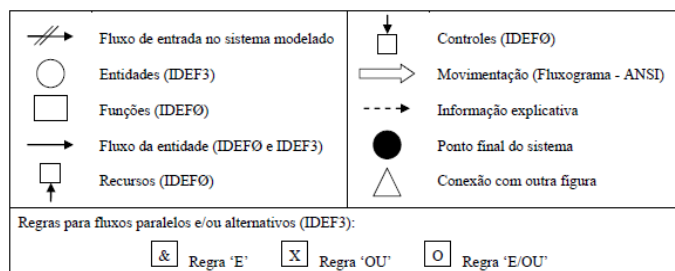


Figura 2 – Simbologia do processo esquemático IDEF-SIM
Fonte: Leal, Almeida e Montevechi (2008)



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



As funções de cada um dos elementos estão detalhadas a seguir:

- Entidade: são os itens a serem processados pelo sistema.
- Funções: representam os locais onde a entidade sofrerá alguma ação.
- Fluxo da entidade: é o direcionamento da entidade dentro do modelo, caracterizando os momentos de entrada e saída da mesma nas funções.
- Recursos: representam elementos utilizados para movimentar as entidades e executar funções.
- Controles: são regras utilizadas nas funções, como sequenciamento, regras de filas, programações, entre outros.
- Regras para fluxos paralelos e/ou alternativos: estas regras são chamadas de junções na técnica IDEF3. Dois ou mais caminhos, após uma função, podem ser executados juntos (junção E), ou de forma alternativa (junção OU), ou permitindo ambas as regras (junção E/OU).
- Movimentação: representa um deslocamento de entidade, no qual o modelador acredita possuir efeito importante sobre o modelo.
- Informação explicativa: é utilizada para inserir no modelo uma explicação, com o objetivo de facilitar o entendimento do mesmo.
- Fluxo de entrada no sistema modelado: define a entrada ou criação das entidades dentro do modelo.
- Ponto final do sistema: define o final de um caminho dentro do fluxo modelado.
- Conexão com outra figura: é utilizado para dividir o modelo em figuras diferentes.

Considerando que este trabalho trata da análise de um processo de compras, composto por atividades sequenciais que demandam tempo para serem executadas, filas são formadas no setor e, conseqüentemente, os pedidos acabam tendo que aguardar um tempo para serem processados. Trata-se, portanto, de um exemplo de problema de fila comum nas organizações que prestam serviços.

As filas estão presentes no dia-a-dia das pessoas e o tempo de espera percebido é um forte fator de descontentamento. Isso quer dizer que o gerenciamento dos sistemas de filas é mandatório para as instituições prestadoras de serviços, considerando, para isso, diversas razões, como: aplicação do layout mais adequado, dimensionamento dos recursos necessários, previsão dos horários de picos de demanda e tempo médio de atendimento e busca de opinião do cliente quanto à sua satisfação.

A fila é formada por entidades provenientes de uma população que esperam na linha para receber um serviço. O sistema de filas inclui a fila, o servidor e qualquer entidade que esteja sendo servida no momento.

Existem três tipos de análise de sistemas de fila: tentativa e erro, analítico e métodos de simulação. Na hipótese de um sistema simples, sua análise pode evoluir na base de tentativa e erro. Porém, esse método é inapropriado para um sistema complexo. No método analítico são desenvolvidos modelos matemáticos e estatísticos que descrevem o comportamento do sistema. Essa abordagem deve ser usada sempre que possível; entretanto, vários sistemas de filas não são adequados para serem estudados por meio desse método.

Por sua vez, a partir do desenvolvimento dos computadores, o tempo requerido para a resolução de problemas complexos passou a ficar bastante reduzido. O tempo de operação ficou mais curto e o de programação diminuiu com o uso de linguagens e de softwares de simulação.



3. MODELO CONCEITUAL

Geralmente, o modelo mais eficiente é aquele que leva em consideração apenas as partes do sistema que efetivamente precisam ser estudadas.

O sistema abordado neste artigo está relacionado ao processo de compras de itens de suprimento, realizado no Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro (COMRJ). Esse processo é composto por diversas atividades sequenciais agrupadas nas etapas de licitação e de aquisição que demandam tempo para serem executadas.

Todo estudo deve começar pela definição do problema e, neste caso, o tempo médio de obtenção do material estava bastante alto nas seções cujo número de profissionais se encontrava abaixo da quantidade necessária. Alguns fatores poderiam estar contribuindo para esse problema, como, a questão da alocação de pessoal para a realização das atividades afetas à etapa de licitação, bem como, das atividades relativas à aquisição do item. Assim, o principal ponto do trabalho foi verificar se o alto tempo na obtenção do material estava relacionado à falta de recursos humanos ou ao problema de distribuição de pessoal. A ideia seria analisar o comportamento e os efeitos das alterações na quantidade de profissionais em algumas seções de material, a fim de verificar a possibilidade de redução do tempo médio de compra dos itens.

Para isso, um modelo conceitual da sistemática de compras foi criado, utilizando a técnica IDEF-SIM, conforme pode ser visualizado na Figura 3.

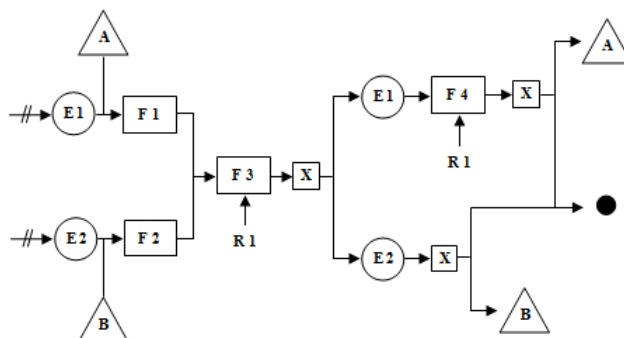


Figura 3 – Modelo conceitual do processo de obtenção com IDEF-SIM

Fonte: Elaboração própria

No modelo, é possível verificar que as entidades E1 (Estimativas de Obtenção) e E2 (Pedidos de Obtenção) são entradas do sistema, sendo, por isso, destacadas com uma seta duplamente riscada. Estas entidades, após passarem pelas suas respectivas filas (F1 e F2), são trabalhadas em F3 (seção de material). Em F3, as entidades recebem tratamentos distintos: para E1, é realizada a montagem do processo administrativo e para E2, a emissão de Ordem de Compra, isso se existir uma ARP vigente, decorrente de licitação anterior. Após F3, dois caminhos são possíveis: se a entidade for E1, esta permanece na seção de material, agora para a realização da licitação (F4); caso a entidade seja E2, esta pode retornar à fila, na hipótese de uma compra não realizada, ou sair do modelo. Por sua vez, após F4, a entidade E1 também pode retornar à fila, na hipótese de uma licitação frustrada, ou, da mesma forma, sair do modelo.

Com relação ao recurso R1, este corresponde ao pessoal da seção de material que é responsável tanto pela função F3 quanto pela F4. Cabe ressaltar que a quantidade de pessoas em R1 pode variar, dependendo da seção de material que está sendo analisada.

Quanto à separação da seção nas funções F3 e F4, esta se justifica, sobretudo, em razão da necessidade de maior controle das etapas do processo, para a entidade E1, estando relacionada à fase interna (F3) e à fase externa (F4) da licitação.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



O modelo desenvolvido corresponde, em linhas gerais, à sistemática relatada pelos encarregados de seção do COMRJ. Entretanto, partindo da premissa de que não existiria licitação em vigor que pudesse respaldar os Pedidos de Obtenção emitidos, um novo modelo foi desenvolvido de modo a adequá-lo a esse pressuposto, conforme a Figura 4.

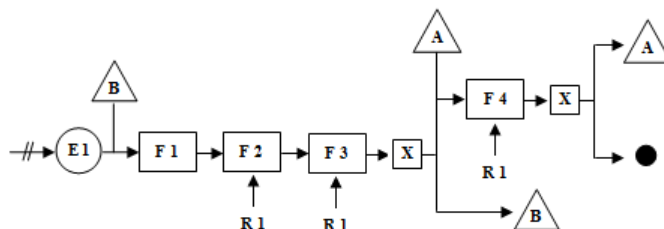


Figura 4 – Modelo conceitual adequado para a simulação
Fonte: Elaboração própria

Dessa vez, observa-se a existência de uma única entidade (E1) que corresponde ao pedido colocado no SINGRA. As funções F2, F3 e F4, apesar de serem executadas na própria seção, foram separadas entre si no intuito de evidenciar as etapas relativas ao processo de obtenção. Após a licitação (F3), nota-se que o pedido pode voltar para a fila (F1) ou continuar no processo de aquisição, com a emissão de OC (F4). Na hipótese de não se realizar a compra, o pedido volta para nova tentativa. Caso ocorra, sai do sistema.

Do mesmo modo que o modelo anterior, o recurso R1 varia de acordo com a seção de material envolvida.

4. MODELO COMPUTACIONAL

Todo modelo precisa ser traduzido para um formato adequado à linguagem do computador, cabendo ao modelador a decisão de editá-lo em uma linguagem simulação ou software específico.

Com base nas etapas mostradas na Figura 4, foi elaborado o modelo computacional (Figura 5). A construção do modelo foi feita por meio de elementos disponibilizados na barra de projeto do software Arena®. Estes elementos estão organizados na forma de templates, sendo estes compostos por um conjunto denominado módulo.

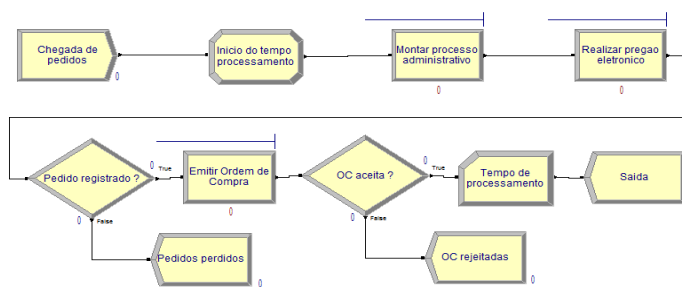


Figura 5 – Modelo do fluxo de pedidos

Para facilitar a compreensão do modelo, seguem as descrições das nomenclaturas atribuídas aos módulos:

- Chegada de pedidos: corresponde aos pedidos colocados no sistema.
- Início do tempo de processamento: marca o início da contagem do tempo a partir da colocação do pedido.
- Montar processo administrativo: corresponde à etapa em que são realizadas as atividades de confecção do edital, pesquisa de mercado, análise jurídica e divulgação da licitação.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



- Realizar pregão eletrônico: está relacionada à condução da licitação, desde a sua abertura até a homologação do processo.
- Pedidos perdidos: registra o percentual de pedidos não homologados.
- Emitir Ordem de Compra: corresponde à efetivação da compra.
- OC rejeitadas: registra o percentual de compras não realizadas.
- Tempo de processamento: registra o tempo decorrido desde a colocação do pedido até o aceite do item.
- Saída: constitui o momento em que o pedido é atendido.

Para a verificação do modelo, foi utilizada a técnica de implementação modular, onde cada parte foi desenvolvida e executada separadamente. Nos módulos desenvolvidos, as variáveis de interesse para verificação da lógica de operação foram dispostas na tela com o objetivo de acompanhar a coerência nas operações e atividades. A técnica empregada foi bastante útil e contribuiu para a eliminação de diversos erros nos modelos iniciais. Os ajustes realizados permitiram a adequação dos tempos e fluxo do modelo à realidade do sistema simulado.

Para a validação do modelo do estudo, foram comparados os números de pedidos processados na simulação com os valores reais do período, tendo essa variável sido escolhida devido à facilidade de obtenção dos dados. Observou-se que as quantidades simuladas foram maiores, dentro de uma margem aceitável de 3 a 12 %. Em seguida, as respostas dadas pelo modelo e sistema real foram apresentadas ao encarregado da seção que não indicou qualquer alteração.

5. EXPERIMENTOS E RESULTADOS

A experimentação está relacionada ao desenvolvimento de procedimentos e de testes para analisar e comparar alternativas. Tem o propósito de maximizar a utilidade da informação produzida pelas rodadas da simulação, bem como, de minimizar o esforço. A partir daí, a execução do modelo e sua subsequente análise são realizadas para estimar medidas de desempenho do sistema que está sendo simulado.

Para a realização dos experimentos, foram criados dois cenários distintos no intuito de avaliar o comportamento do sistema frente às mudanças:

- Cenário 1: Variação da quantidade de profissionais na seção, prevendo situações cujo incremento do pessoal necessário era adequado à realidade.
- Cenário 2: Concentração dos pedidos em fluxo único.

As seções eram compostas por encarregados e auxiliares, responsáveis pelas atividades inerentes ao processo de obtenção. A etapa relativa à licitação (etapa 2) ficava a cargo exclusivo do encarregado, uma vez que este possuía habilitação necessária para a condução do processo licitatório (pregão eletrônico). Quanto às etapas de montagem do processo (etapa 1) e de emissão de OC (etapa 3), estas ficavam sob responsabilidade do auxiliar. Caso as atividades fossem acumuladas, a prioridade era dada pelas etapas 3 e 1, na sequência.

Para a realização das simulações, foi estabelecido um tempo de replicação de 8 horas, correspondendo ao período de expediente, sendo seu cálculo baseado no estudo das variações das médias dos desvios-padrões de alguns dados de saída. A estabilização foi conseguida com 80 replicações através da obtenção de valores médios de desvios-padrões entre amostras abaixo de 0,1.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



5.1. CENÁRIO 1

Para análise dos cenários, inicialmente, foram considerados todos os Pedidos de Obtenção colocados no ano de 2013 do banco de dados do sistema. A distribuição de probabilidade resultante da análise dos dados foi utilizada como entrada no modelo.

5.1.1. SEÇÃO DE MATERIAL DE SAÚDE

Para análise da taxa de chegada foram coletados 288 pedidos, agrupados em 59 datas diferentes. Cada grupo equivaleu a um processo no sistema, visto que os pedidos são processados por dia de chegada. O resultado gerado pela ferramenta *Input Analyzer* demonstrou que as chegadas variaram de 1 a 14 dias, divididos em 6 intervalos. A média simples foi de 6,1 dias, com um desvio padrão de 2,35 dias.

A distribuição Erlang foi a mais adequada entre as distribuições testadas, apresentando um erro quadrático aceitável de 0,012484. Para o nível de significância de 5%, o valor calculado no teste Chi-quadrado foi de 2,91, menor que o valor de 7,82 da tabela da distribuição.

Quanto ao valor de p-value gerado pelo teste, pôde-se comprovar a adequabilidade da distribuição, uma vez que o valor calculado indicou 42,1% de probabilidade de se obter um novo conjunto de dados que fosse mais inconsistente com a distribuição ajustada do que o conjunto de dados utilizado. Foram considerados valores de p maiores do que 0,10. A expressão utilizada como intervalo entre chegadas foi $0,5 + \text{ERLA}(1.12, 5)$, conforme distribuição ilustrada no Gráfico 1.

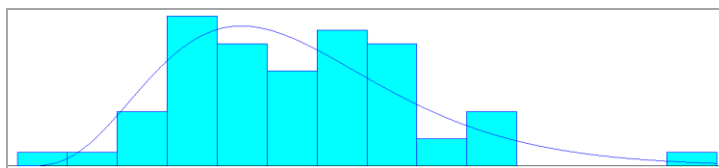


Gráfico 1 – Correlação entre os pedidos de material de saúde e a distribuição $0,5 + \text{ERLA}(1.12, 5)$

A seção era composta por um encarregado e dois auxiliares, responsáveis pelas atividades inerentes ao processo de obtenção. Para a realização das etapas de processamento, foram utilizadas três distribuições triangulares: (20; 30; 40); (15; 20; 30) e (10; 20; 30) dias, relativas ao tempo despendido nas etapas 1, 2 e 3, respectivamente.

Esses valores foram utilizados com base em entrevistas e observações dos registros de entrada e saída dos documentos administrativos, devido à dificuldade de se encontrar uma curva de distribuição específica.

Foram criadas quatro situações para composição da seção, conforme a seguir:

- Situação A: um pregoeiro e dois auxiliares (modelo inicial).
- Situação B: um pregoeiro e três auxiliares.
- Situação C: dois pregoeiros e dois auxiliares.
- Situação D: dois pregoeiros e três auxiliares.

Após as rodadas, foi registrado, para cada etapa, tempo e tamanho médio da fila, tempo de processamento e percentual de utilização dos profissionais. O Quadro 1 mostra o resultado das simulações.

| TEMPO MÉDIO EM FILA (SEÇÃO DE MATERIAL DE SAÚDE) | | | | |
|--|---------|---------|---------|--------|
| SITUAÇÃO | ETAPA 1 | ETAPA 2 | ETAPA 3 | TOTAL |
| A | 113,09 | 15,38 | 8,56 | 137,03 |
| B | 83,88 | 74,70 | 6,13 | 164,71 |
| C | 117,02 | 0,02 | 10,48 | 127,52 |
| D | 93,38 | 2,35 | 7,27 | 103,00 |



| TAMANHO MÉDIO DA FILA (SEÇÃO DE MATERIAL DE SAÚDE) | | | | |
|--|---------|---------|---------|-------|
| SITUAÇÃO | ETAPA 1 | ETAPA 2 | ETAPA 3 | TOTAL |
| A | 20,84 | 0,65 | 0,30 | 21,79 |
| B | 18,81 | 5,27 | 0,22 | 24,30 |
| C | 21,43 | 0,00 | 0,37 | 21,80 |
| D | 19,92 | 0,15 | 0,39 | 20,46 |

Quadro 1 – Resultado das simulações da seção de material de saúde

Os Gráficos 2 e 3 representam a variação do tempo e tamanho médio da fila, respectivamente, com base nos resultados do Quadro 1.

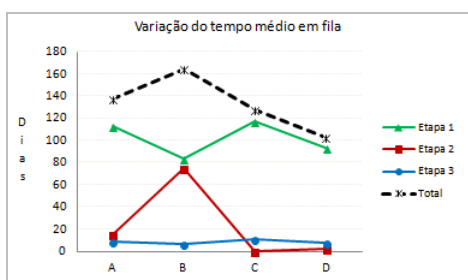


Gráfico 2 – Variação do tempo médio em fila dos pedidos de material de saúde

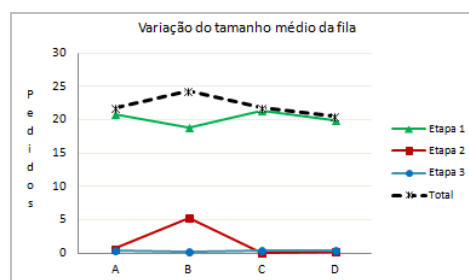


Gráfico 3 – Variação do tamanho médio da fila dos pedidos de material de saúde

Ao se analisar o Gráfico 2, observa-se uma diminuição do tempo médio total da fila, ao passar da situação A para D. Nota-se ainda que, na situação B, o acréscimo de mais um auxiliar provocou uma redução de 30 dias no tempo em fila da etapa 1. Por outro lado, a etapa 2 ficou ainda mais crítica, uma vez que esta permaneceu com apenas um pregoeiro. O tempo da fila aumentou de 15 para 74 dias, resultando no aumento do tempo total nesse trecho. Na etapa 3, a variação foi pouco significativa, em razão da existência de gargalos nas etapas anteriores. Com relação ao tamanho da fila, o Gráfico 3 indica o mesmo comportamento da variável anterior, por estar a ela associado.

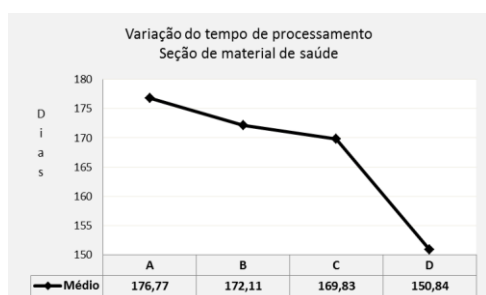


Gráfico 4 – Variação do tempo de processamento dos pedidos de material de saúde

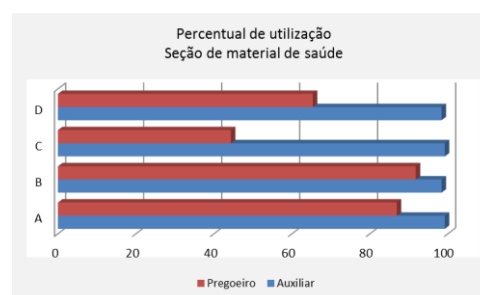


Gráfico 5 – Taxa de utilização na seção de material de saúde

Quanto ao tempo de processamento dos pedidos, no Gráfico 4, é possível verificar uma redução de 176 para 150 dias, resultante do aumento da quantidade de recursos humanos na seção. Além disso, o Gráfico 5 ilustra o percentual de utilização desses profissionais. Note-se a existência de uma taxa de utilização do pregoeiro de quase 87% que é, significativamente, reduzida para 65% quando se atinge a situação D.

Os resultados obtidos mostram que o incremento de um pregoeiro e de um auxiliar na seção provoca significativa redução do tempo de processamento do pedido, causado, sobretudo, pela diminuição do tempo da fila. Nota-se ainda que o tempo da etapa 2 se estabiliza a partir da existência de dois pregoeiros no setor (situação C).

Ao se analisar a taxa de utilização do setor, a necessidade de incremento desse profissional fica ainda mais evidente, uma vez que a função de auxiliar permanece com quase 100% de ocupação em todas as situações.



5.1.2. SEÇÃO DE MATERIAL COMUM

Foram coletados 911 dados agrupados em 92 dias diferentes. As chegadas variaram de 1 a 14 dias, divididos em 6 intervalos. A média simples foi de 3,9 dias, com um desvio padrão de 2,38 dias. A distribuição Weibull foi a mais adequada entre as distribuições testadas, com um erro quadrático de 0,009618. Para o nível de significância de 5%, o valor calculado no teste Chi-quadrado foi de 5,4. O valor de p foi de 0,16. A expressão do intervalo entre chegadas foi $0,5 + WEIB(3.77, 1.49)$. O Gráfico 6 mostra a distribuição que melhor representa a taxa de chegada dos pedidos desta categoria.

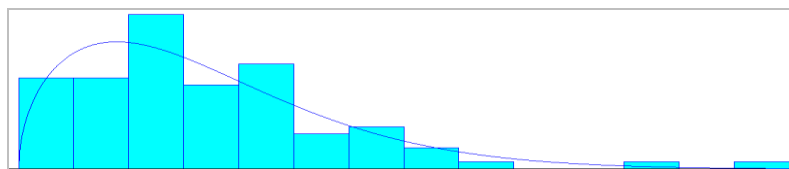


Gráfico 6 – Correlação entre os pedidos de material comum e a distribuição $0,5 + WEIB(3.77, 1.49)$

Na seção de material comum, havia um pregoeiro e quatro auxiliares que desempenhavam as atividades relacionadas à obtenção.

O intervalo entre chegadas dos pedidos foi dado por $0.5 + WEIB(3.77, 1.49)$, sendo ainda considerado, para fins de tempo de processamento, as seguintes distribuições triangulares: (20;30;40); (20;25;30) e (15;25;35) dias, relativas às etapas 1, 2 e 3.

De maneira análoga ao item 5.1.1, foram estabelecidas quatro situações:

- Situação A: um pregoeiro e quatro auxiliares.
- Situação B: um pregoeiro e cinco auxiliares.
- Situação C: dois pregoeiros e quatro auxiliares.
- Situação D: dois pregoeiros e cinco auxiliares.

A diferenciação do modelo ficou por conta das distribuições de probabilidade, tempo do processo e recursos envolvidos. Após as rodadas, obteve-se o resultado do Quadro 2.

| TEMPO MÉDIO EM FILA (SEÇÃO DE MATERIAL COMUM) | | | | |
|---|---------|---------|---------|--------|
| SITUAÇÃO | ETAPA 1 | ETAPA 2 | ETAPA 3 | TOTAL |
| A | 92,79 | 112,66 | 5,15 | 210,60 |
| B | 72,61 | 122,72 | 4,50 | 199,83 |
| C | 110,59 | 22,20 | 5,58 | 128,37 |
| D | 83,18 | 63,36 | 4,52 | 151,06 |

| TAMANHO MÉDIO DA FILA (SEÇÃO DE MATERIAL COMUM) | | | | |
|---|---------|---------|---------|-------|
| SITUAÇÃO | ETAPA 1 | ETAPA 2 | ETAPA 3 | TOTAL |
| A | 25,68 | 11,46 | 0,16 | 37,30 |
| B | 19,75 | 16,33 | 0,14 | 36,22 |
| C | 26,08 | 1,75 | 0,35 | 31,18 |
| D | 23,30 | 6,70 | 0,28 | 30,28 |

Quadro 2 – Resultado das simulações da seção de material comum

Os valores do quadro indicam uma redução significativa de 82 dias no tempo médio total da fila até a situação C. Porém, no último trecho, nota-se um aumento de 23 dias, em razão, sobretudo, de um maior crescimento do tempo na etapa 2 (de 22 para 63 dias), quando comparado à diminuição do tempo na etapa 1 (de 110 para 83 dias). O acréscimo de um auxiliar permitiu um melhor escoamento dos pedidos na primeira etapa do processo, congestionando, desse modo, a etapa seguinte. Quanto à etapa 3, praticamente não houve variação. Os Gráficos 7 e 8 mostram os tempos e tamanhos médios da fila.

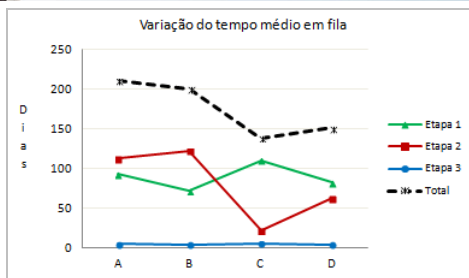


Gráfico 7 – Variação do tempo médio em fila dos pedidos de material comum

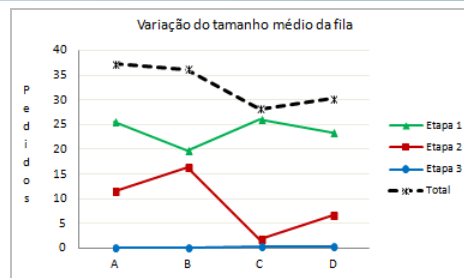


Gráfico 8 – Variação do tamanho médio da fila dos pedidos de material comum

Com relação ao tempo de processamento, o Gráfico 9 mostra a redução de 194 para 172 dias, ao se acrescentar apenas um pregoeiro na seção. Entretanto, na situação D, o que se vê é o aumento de 1 dia, quando, além do pregoeiro, é acrescentado mais um auxiliar. Quanto à utilização dos recursos, no Gráfico 10, observa-se que o percentual de utilização do auxiliar oscila entre 97 e 98%, enquanto a taxa do pregoeiro oscila entre 90 e 91%, mesmo quando são acrescentados os profissionais.

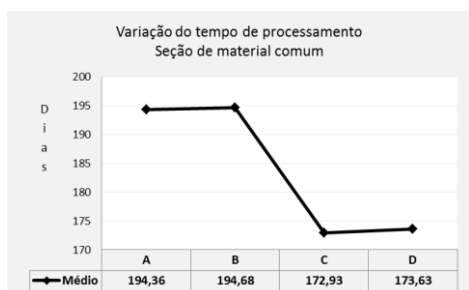


Gráfico 9 – Variação do tempo de processamento dos pedidos de material comum

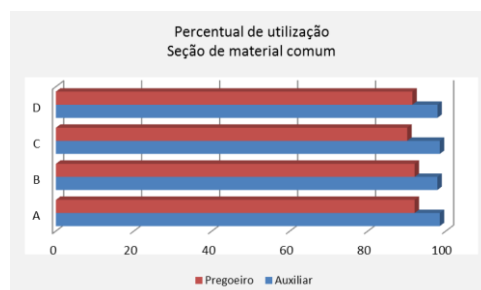


Gráfico 10 – Taxa de utilização na seção de material comum

Vê-se que o incremento de um pregoeiro resulta na redução do tempo de processamento dos pedidos, causada pela diminuição do tempo em fila, fato que não é conseguido com o acréscimo do auxiliar. Além disso, percebe-se uma clara alternância dos pontos de gargalo na medida em que os profissionais são adicionados à seção. Por outro lado, as taxas de utilização de ambos os profissionais permanecem elevadas, demonstrando que o incremento dos mesmos não foi suficiente.

5.1.3. SEÇÃO DE GÊNEROS

Foram coletados 167 dados agrupados em 35 dias diferentes. As chegadas variaram de 1 a 22 dias, divididos em 6 intervalos. A média simples foi de 10,3 dias, com um desvio padrão de 7,05 dias. A distribuição Beta foi a mais adequada entre as distribuições testadas, com um erro quadrático de 0,029396. Para o nível de significância de 5%, o valor calculado no teste Chi-quadrado foi de 3,64. O valor de p foi de 0,318. O Gráfico 11 mostra a distribuição correspondente ao intervalo entre chegadas, representada pela expressão $0,5 + 22 * \text{BETA}(0.63, 0.778)$.

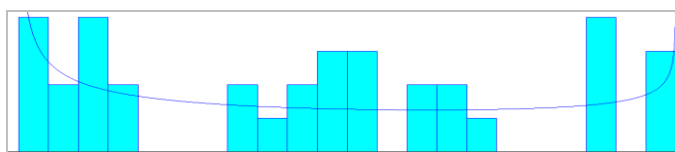


Gráfico 11 – Correlação entre os pedidos de gêneros e a distribuição $0,5 + 22 * \text{BETA}(0.63, 0.778)$

A seção de gêneros era formada por um pregoeiro e três auxiliares, responsáveis por processarem os pedidos de gêneros.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGeT
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



O intervalo entre chegadas dos pedidos foi representado pela curva $0,5 + 22 * \text{BETA}(0,63, 0,778)$, sendo o tempo de processamento dado pelas distribuições triangulares (15;25;30); (10;15;25) e (5;15;20) dias.

Foram ainda estabelecidas as seguintes situações:

- Situação A: um pregoeiro e três auxiliares.
- Situação B: um pregoeiro e quatro auxiliares.
- Situação C: dois pregoeiros e três auxiliares.
- Situação D: dois pregoeiros e quatro auxiliares.

A partir da primeira configuração, seguiram-se as rodadas da simulação, de onde foi obtido o resultado apresentado no Quadro 3.

| TEMPO MÉDIO EM FILA (SEÇÃO DE GÊNEROS) | | | | |
|--|---------|---------|---------|-------|
| SITUAÇÃO | ETAPA 1 | ETAPA 2 | ETAPA 3 | TOTAL |
| A | 17,87 | 50,03 | 4,21 | 72,11 |
| B | 2,53 | 58,02 | 1,06 | 61,61 |
| C | 29,99 | 1,17 | 6,06 | 37,22 |
| D | 5,71 | 2,62 | 2,10 | 10,43 |
| TAMANHO MÉDIO DA FILA (SEÇÃO DE GÊNEROS) | | | | |
| SITUAÇÃO | ETAPA 1 | ETAPA 2 | ETAPA 3 | TOTAL |
| A | 1,85 | 4,22 | 0,21 | 6,28 |
| B | 0,27 | 5,39 | 0,05 | 5,71 |
| C | 3,17 | 0,09 | 0,40 | 3,66 |
| D | 0,61 | 0,24 | 0,16 | 1,01 |

Quadro 3 – Resultado das simulações da seção de gêneros

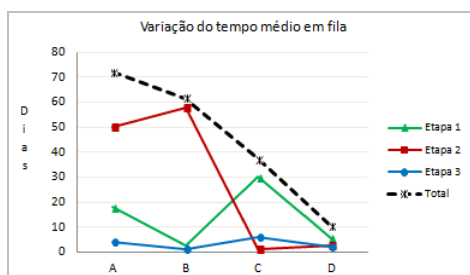


Gráfico 12 – Variação do tempo médio em fila dos pedidos de gêneros

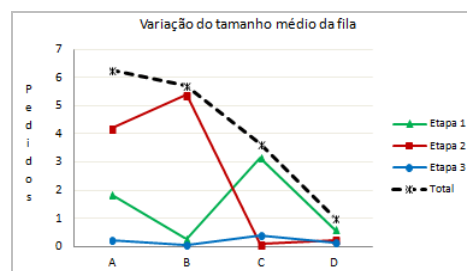


Gráfico 13 – Variação do tamanho médio da fila dos pedidos de gêneros

Ao se analisar os Gráficos 12 e 13, observa-se uma acentuada redução do tempo da fila de 72 para 10 dias, bem como, do seu tamanho de 6 para 1 pedido. Além disso, a partir do ponto C, nota-se que, em razão de a curva da etapa 2 ter se estabilizado, tanto o tempo quanto o tamanho passam a ser fortemente influenciados pela curva relativa à etapa 1.

Assim como nas análises anteriores, cabe ressaltar que há alternância dos pontos de gargalo quando os profissionais são adicionados. Por sua vez, a etapa 3 não apresenta variação significativa, bem como, as curvas relativas aos valores máximos possuem o mesmo comportamento das curvas de valores médios.

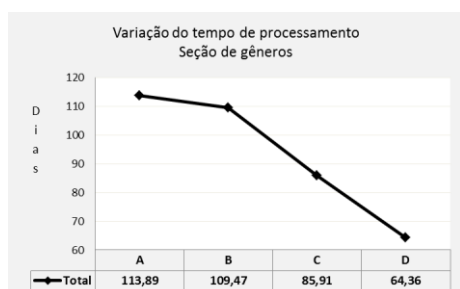


Gráfico 14 – Variação do tempo de processamento dos pedidos de gêneros

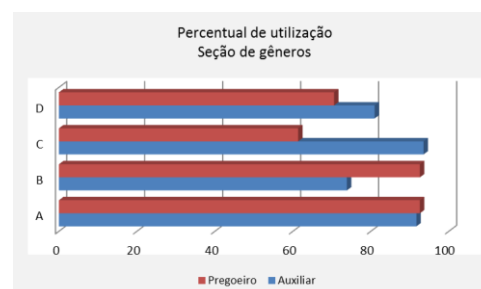


Gráfico 15 – Taxa de utilização na seção de gêneros



Os Gráficos 14 e 15 mostram a variação do tempo de processamento e do percentual de utilização. Verifica-se uma redução de aproximadamente 50 dias no tempo. Quanto à taxa de utilização, o percentual oscila entre 73 e 93%, para a função de auxiliar, enquanto a taxa do pregoeiro é reduzida de 92 para 70%, ao se acrescentar mais um profissional.

Os resultados obtidos mostram que o incremento de um pregoeiro e de um auxiliar causa uma redução de 43% do tempo de processamento, indicando ser o dimensionamento ideal para o setor. Por outro lado, a diminuição do tempo é acompanhada pela redução das taxas de utilização, o que corresponde ao aumento da ociosidade.

5.2. CENÁRIO 2

A segunda parte da análise do estudo consistiu em propor um modelo alternativo para o fluxo de pedidos visando uma maior redução do tempo de processamento.

Considerando as análises feitas no cenário anterior, foi possível constatar que o incremento dos profissionais provocou um aumento da capacidade de processamento das seções. Esse aumento resultou numa forte diminuição do tempo total até uma determinada quantidade de pregoeiros e de auxiliares. Foi vislumbrada, então, a possibilidade de se realizar um novo experimento, por meio da alteração da estrutura organizacional do setor.

Com a mudança, os pedidos não mais passariam a ser processados em cada seção. As atividades correspondentes a cada fase da obtenção passariam a ser desempenhadas por todos profissionais remanejados das seções de material.

A Figura 3 ilustra o novo modelo computacional criado com base na estrutura proposta. Note-se que os pedidos permanecem chegando da mesma forma que a anterior. A diferença é que agora todos esses pedidos são processados no setor de montagem do processo administrativo, que corresponde à fase que antecede a realização da licitação.

Esse setor é composto pelos mesmos profissionais de cada seção anterior, de modo a evitar qualquer tipo de problema relacionado à execução das atividades, por desconhecimento da legislação afeta.

Em seguida, os pedidos são encaminhados ao setor responsável por realizar os pregões eletrônicos. Nele, estão todos os pregoeiros que, a exemplo do setor anterior, podem conduzir a licitação de qualquer tipo de material.

O terceiro setor é responsável pela emissão das OC. Entende-se que não existe dificuldade na execução desta atividade, considerando que a mesma é padronizada em todas as seções do COMRJ.

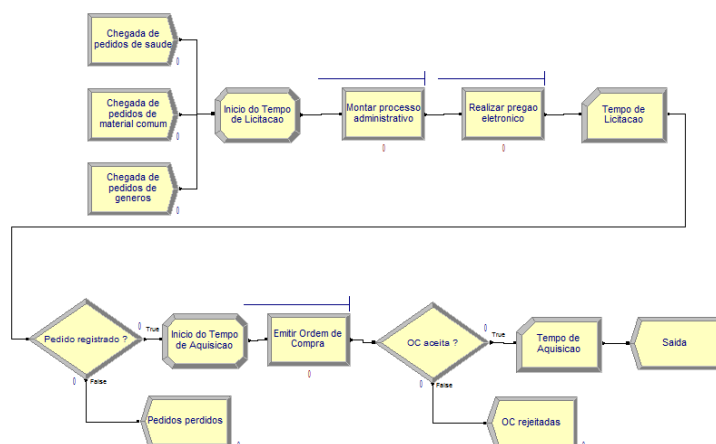


Figura 3 - Modelo do fluxo alternativo de pedidos



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Foi incluído, ainda no modelo, módulos de contagem de tempo que representam indicadores de desempenho. Considerando que a obtenção do material está dividida em duas grandes etapas, partiu-se do princípio que seria bastante relevante medi-las individualmente, visando um melhor acompanhamento do processo. Assim, foram sugeridos dois indicadores:

- Tempo de Licitação cujo objetivo seria medir o tempo médio do número de dias entre a data de agregação da EO a um processo e a data de registro no sistema das propostas de preços dos fornecedores vencedores da licitação; e
- Tempo de Aquisição que corresponderia ao tempo médio do número de dias entre a data da agregação do pedido a um processo e a data de registro da OC pelo fornecedor.

Para fins de análise e comparação, as simulações realizadas no novo modelo seguiram o mesmo padrão dos experimentos anteriores. As curvas correspondentes aos intervalos de chegada de cada categoria de material continuaram sendo representadas pelas mesmas expressões.

Quanto à composição dos recursos, o Quadro 4 mostra as disponibilidades de profissionais. Nota-se que a situação X corresponde ao total de profissionais das seções na situação A do cenário 1e a situação Y está relacionada ao somatório de profissionais da situação D.

| SITUAÇÃO | PREGOEIRO | AUXILIAR | TOTAL |
|----------|-----------|----------|-------|
| X | 3 | 9 | 12 |
| Y | 6 | 12 | 18 |

Quadro 4 – Disponibilidade de profissionais

Para análise do modelo proposto, primeiramente, foi simulada uma situação em que os auxiliares realizariam, exclusivamente, as atividades de suas respectivas etapas. Os valores estão registrados no Quadro 5.

Ao analisar os resultados, é possível observar que o menor tempo total na situação A foi conseguido com seis auxiliares na etapa 1 e três, na etapa 3. Com esta configuração, foi obtido um tempo de processamento de aproximadamente 153 dias, sendo 140 dias na fase de licitação e 13 dias na fase de aquisição.

Verificou-se que o tempo de aquisição não mais foi alterado a partir de três auxiliares. Além disso, o aumento do número de profissionais nessa etapa provocou a redução da quantidade na etapa 1, fazendo, assim, o tempo da fase de licitação aumentar.

Essa observação só foi possível devido aos dois indicadores criados. Estes, além de medirem as duas fases do processo de obtenção, possibilitaram que o desempenho dos profissionais também fosse avaliado.

| SITUAÇÃO | PREGOEIRO | AUXILIAR | AUXILIAR | TEMPO DE PROCESSAMENTO | | |
|----------|-----------|----------|----------|------------------------|--------------|---------------|
| | ETAPA 2 | ETAPA 1 | ETAPA 3 | LICITAÇÃO | AQUISIÇÃO | TOTAL |
| X | 3 | 7 | 2 | 139,69 | 28,49 | 168,18 |
| | 3 | 6 | 3 | 139,75 | 13,35 | 153,10 |
| | 3 | 5 | 4 | 139,92 | 13,59 | 153,51 |
| | 3 | 4 | 5 | 146,29 | 13,33 | 159,62 |
| Y | 6 | 10 | 2 | 83,56 | 93,81 | 177,37 |
| | 6 | 9 | 3 | 85,10 | 57,56 | 142,66 |
| | 6 | 8 | 4 | 99,35 | 13,52 | 112,87 |
| | 6 | 7 | 5 | 106,52 | 13,49 | 120,01 |
| | 6 | 6 | 6 | 119,14 | 13,26 | 132,40 |
| | 6 | 5 | 7 | 131,71 | 13,35 | 145,06 |
| | 6 | 4 | 8 | 145,40 | 13,32 | 158,72 |

Quadro 5 – Resultado das simulações do modelo proposto

A situação Y contou com seis pregoeiros e doze auxiliares que possibilitaram uma nova redução do tempo, causada pela diminuição do tempo na licitação. O tempo de



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



processamento passou para 112 dias, correspondendo a uma redução de 27% em relação à situação X.

Em todas elas, percebe-se que o tempo de aquisição chegou ao valor mínimo de 13 dias. Isso quer dizer que qualquer acréscimo de profissional nessa etapa, mantidas as demais etapas constantes, não produziria efeito positivo para o sistema.

Em seguida, considerando as mesmas disponibilidades de recursos, foram realizadas novas simulações, dessa vez, com os auxiliares desempenhando tanto as atividades da etapa 1 quanto da etapa 3. O Quadro 6 apresenta os resultados.

| SITUAÇÃO | TEMPO DE PROCESSAMENTO | | |
|----------|------------------------|-----------|--------|
| | LICITAÇÃO | AQUISIÇÃO | TOTAL |
| X | 135,20 | 15,85 | 151,05 |
| Y | 89,25 | 15,65 | 104,90 |

Quadro 6 – Tempos de processamento do modelo proposto

Verifica-se que o tempo total diminuiu de 151 para 104 dias, representando uma redução de 31%.

O que se pode observar no Gráfico 16 é que, excetuando a seção de gêneros, as duas outras seções tiveram resultados melhores quando os pedidos foram processados em um único fluxo, sobretudo na situação em que os auxiliares desempenharam as etapas 1 e 3 juntas (etapas compartilhadas).

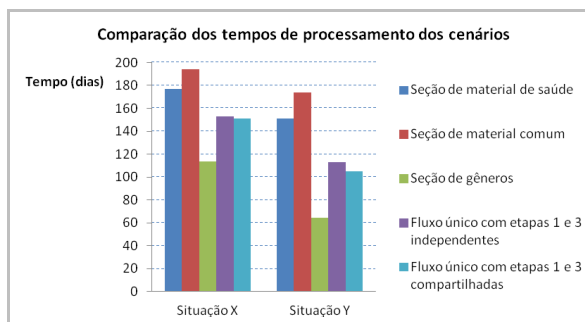


Gráfico 16 - Comparação dos tempos de processamento dos cenários

Os resultados apresentados na análise dos cenários permitiram constatar que o motivo para que as seções se encontrassem com tempos bastante elevados foi o déficit de profissionais nas mesmas. Entretanto, notou-se que não adiantaria complementar o setor apenas com a quantidade de profissionais que estava faltando. Era necessário contabilizar a falta de cada função, uma vez que as atividades desempenhadas no processo de obtenção eram diferentes.

Além do registro da quantidade de cada profissional, foi preciso verificar em que etapa do processo o tempo se encontrava elevado. A criação dos indicadores permitiu contabilizar esses tempos e estabelecer uma referência para as quantidades ideais de pregoeiros e de auxiliares nas seções, através da variação do número de cada profissional.

Por fim, cabe ressaltar que a mudança do processo para o fluxo único foi vantajosa para as seções que se encontravam em situações críticas, visto que as mesmas passaram a utilizar a mão-de-obra das outras seções para processarem seus pedidos.

6. CONCLUSÃO

A ideia central do trabalho consistiu em analisar o comportamento e os efeitos das alterações na estrutura de pessoal das seções de material do COMRJ, no intuito de saber se a quantidade de profissionais nos setores era adequada à demanda de serviços solicitados.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGeT
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Tomando por base o objetivo principal, na realização dos experimentos foram criados dois cenários distintos visando avaliar o comportamento do sistema. No primeiro cenário, partindo da variação da quantidade de profissionais, registraram-se os tempos e tamanhos da fila em cada etapa, bem como, o percentual de utilização dos recursos das seções. Em linhas gerais, pôde-se concluir que o incremento de profissionais, sobretudo de pregoeiros, provocou redução significativa do tempo total, em virtude da diminuição do tempo dos pedidos na fila. Além disso, foram registradas altas taxas de ocupação, indicando que os profissionais estavam sobrecarregados.

No segundo cenário, o propósito foi criar um modelo alternativo para o fluxo de pedidos com objetivo de se reduzir ainda mais o tempo de processamento. Concluiu-se que a mudança do processo para o fluxo único foi vantajosa apenas para as seções de material de saúde e de material comum, visto que estas se encontravam em situações críticas de falta de profissional.

As análises realizadas mostraram que o número inicial de pessoas nas seções estava bem menor do que a quantidade considerada ideal. Os experimentos indicaram a necessidade de incremento tanto de auxiliares quanto de pregoeiros.

7. REFERÊNCIAS

BARBER, K.D.; DEWHURST, F.W.; BURNS, R.L.D.H.; ROGERS, J.B.B. Business-process modeling and simulation for manufacturing management: A practical way forward. *Business Process Management Journal*, v. 9, n. 4, p. 527-542, 2003.

CHWIF, L. Redução de modelos de simulação de eventos discretos na sua concepção: uma abordagem causal. São Paulo, 1999. 139 p. + apêndices. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

CHWIF, L.; MEDINA, A.C. Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações. São Paulo: Ed. dos Autores, 2006.

COLLAZO, R. A.; DE OLIVEIRA, M. J. F.; PESSÔA, L. A. M.; GARCIA, L. C. Simulação orientada ao cliente: distribuição de medicamentos do Hospital Naval Marcílio Dias. Porto Seguro. XLI SBPO, 2009 Set.

DE OLIVEIRA, M. J. F.; DE OLIVEIRA, D. G.; DE OLIVEIRA, F. B.; CHAVES, W. B. Modelo integrado de simulação para avaliar o desempenho do sistema de admissão de pacientes na emergência hospitalar. Ubatuba. XLIII SBPO, 2011 Ago.

FEDERAL INFORMATION PROCESSING STANDARDS PUBLICATION (FIPS PUB). Integration definition for function modeling (IDEF0), National Institute of Standards and Technology, Computer Systems Laboratory, Gaithersburg, n. 183, 1993. Disponível em <http://www.idef.com/Downloads/pdf/idef0.pdf>. Último acesso em: Julho de 2014.

LEAL, F.; ALMEIDA, D. A. de; MONTEVECHI, J. A. B. Uma proposta de técnica de modelagem conceitual para a simulação através de elementos do IDEF. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, João Pessoa-PB: Anais XL, 2008.

PASTORE, P.; GUIMARÃES A. M. C.; DIALLO M. Simulação computacional aplicada à logística de distribuição de uniformes da Marinha do Brasil. São Carlos. XXX ENEGEP, 2010 Out.

PRADO, D. S. Usando o Arena em simulação. 4 ed. Belo Horizonte, INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2010.

PRAIA, C. R.; GOMES C. F. S. Simulação computacional aplicada à modelagem do processo de recebimento de uniformes na Marinha do Brasil. Resende. X SEGeT, 2013 Out.

SABBADINI, F. S.; GONÇALVES, A. A.; DE OLIVEIRA, M. J. F.; ARAÚJO Jr, A. H.; BATISTA, R. Simulação, Teoria das Restrições (TOC) e gestão da capacidade: casos de aplicação na área de saúde. Resende. X SEGeT, 2013 Out.