

MODELO INTEGRADO DE SIMULAÇÃO PARA AVALIAR O DESEMPENHO DO SISTEMA DE ADMISSÃO DE PACIENTES NA EMERGENCIA HOSPITALAR

Mario Jorge Ferreira de Oliveira
mario_jo@pep.ufrj.br

Delana Galdino de Oliveira
delanaoliveira@gmail.com

Fabio Batista de Oliveira
fabiobaba75@yahoo.com.br

Waleska Barbosa Chaves
waleskachaves@yahoo.com.br

Programa de Engenharia de Produção / COPPE
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ

RESUMO

A Secretaria Municipal de Saúde e Defesa Civil da Cidade do Rio de Janeiro recentemente propôs um estudo para a avaliação da capacidade dos hospitais de emergência, em virtude da Copa do Mundo de 2014 e Jogos Olímpicos de 2016. Com esse estudo a Secretaria pretende melhorar a acessibilidade e a qualidade dos serviços de emergência. Assim, o artigo propõe um modelo integrado para o atendimento hospitalar de emergência. O fluxo de pacientes compreende três etapas: demanda pré-hospitalar, classificação de risco em três níveis de complexidade e internação hospitalar. O objetivo do artigo é configurar a equipe de profissionais em cada setor, a fim de reduzir o tamanho das filas, o tempo de espera para o atendimento. A ferramenta simulação é utilizada para avaliar cenários alternativos e dimensionar os recursos necessários para melhorar o fluxo de pacientes no sistema.

PALAVRAS CHAVE: simulação, emergência, modelo integrado.

ABSTRACT

The Municipal Health and Civil Defense of the City of Rio de Janeiro recently proposed a study to evaluate the service capacity of their emergency hospitals, in order to support organization of the World Cup 2014 and Olympics 2016. The aim is to improve the accessibility and quality of emergency services. This paper proposes an integrated model for a typical emergency hospital in the city. The flow of patients comprises three steps: pre-hospital demand, risk rating in three levels of complexity and hospitalization. The objective of this paper is to configure the human resources for each sector of the emergency care in order to reduce the size of the queues and attendance waiting times. The simulation tool is used to evaluate alternative scenarios and size the resource needed to improve patient flow in the system.

KEYWORDS: simulation, emergency, integrated model.

1. Introdução

A acessibilidade aos serviços públicos de saúde no Rio de Janeiro é um aspecto crítico em virtude da baixa qualidade do sistema de admissão e atendimento de pacientes. O ponto chave desta questão é o balanceamento e o equilíbrio entre a demanda crescente e uma oferta insuficiente de serviços hospitalares. Na área de emergência hospitalar ocorrem vários problemas como: tempo excessivo de permanência no serviço; taxa elevada de ocupação dos profissionais envolvidos no atendimento; ausência de um processo de classificação de risco; desatualização e descumprimento das normas e procedimentos recomendados; alto percentual de óbitos sem causa definida; dificuldade de encaminhar e transferir pacientes para setores especializados; e ineficiência do fluxo no setor de emergência dos hospitais públicos.

Uma pesquisa bibliográfica revela que existem muitas publicações no campo da Pesquisa Operacional para gestão de situações de emergência. A maioria dos estudos focaliza problemas administrativos, tais como: demanda por serviços (Handyside and Morris, 1967), capacidade de atendimento (Smith and Solomon, 1966; Baesler et al., 2003), planejamento de evacuação (Pidd et al., 1996), modelos de localização de veículos (Chaiken and Larson, 1998; Savas, 1969). A partir do desenvolvimento desses temas surgem novas abordagens, como Pesquisa Operacional soft (Rosenhead, 1988), modelos híbridos (Zaki et al., 1997; Eldabi et al., 2007, Bond et al., 2007), inteligência artificial (Aguilar and Moreno, 2001), visualização de dados em 3D (De Oliveira, 1999), modelos interativos (Weng and Housmand, 1999), modelos de rede (Belaidi et al., 2007) e modelos integrados (Mabri, 1977; Toscano, 2001). Uma revisão atualizada das contribuições no campo da Pesquisa Operacional na área de Saúde produzida pelo grupo ORAHS (Operation Research Applied to Health Services) pode ser encontrada na literatura. (Lagergren, 1998; Royston, 2009; Cardoen et al., 2010).

Entre as pesquisas voltadas para a realidade brasileira, podem-se destacar alguns estudos específicos como: avaliação dos serviços públicos de ambulância e de resgate (Garcia, 2006. Hoeflich et al, 2002), sistema de admissão hospitalar (De Oliveira, 1999), qualidade do atendimento de emergência (Toscano, 2001; Achão, 2002); triagem e classificação de risco (Magalhães, 2006; Andrade, 2010), fluxo de pacientes de emergência (Souza, 2007), sistemas de apoio integrado (Toscano, 2001; Frederico, 2009) e visualização de dados em 3D (De Oliveira, 1999; Gabcan, 2000; Moraes, 2006). Os aspectos comuns a estes estudos são: longos períodos de espera, gargalos no atendimento, problemas de fluxo e configuração de recursos humanos e materiais. Este artigo é fundamentado nestas contribuições anteriores e procura modelar o sistema de admissão de pacientes de emergência de uma forma integrada.

2. Objetivo

O objetivo do presente artigo é propor uma abordagem adequada ao sistema de admissão de pacientes de emergência em um hospital público do município do Rio de Janeiro. A meta é integrar os conhecimentos e resultados obtidos pelas iniciativas anteriores em um único modelo que contempla o sistema de admissão desde o momento em que ocorre um incidente de natureza emergencial até o atendimento hospitalar. Procura-se aqui avaliar, dimensionar e configurar a equipe de profissionais em cada setor, a fim de reduzir o tamanho das filas, o tempo de espera para o atendimento e melhor alocação dos recursos humanos. A ferramenta simulação é utilizada para avaliar cenários alternativos e dimensionar os recursos necessários em cada etapa para melhorar o fluxo de pacientes no sistema.

3. Formulação do problema

A demanda no setor de emergência hospitalar pode acontecer através de serviços de resgate ou por demanda espontânea. Na primeira situação, os pacientes chegam ao setor de emergência por meio do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) ou pelo Grupamento de Socorro de Emergência (GSE) ou ainda decorrente de transferências a partir de outras instituições públicas ou privadas. A segunda situação, que ocorre com maior frequência, os pacientes chegam ao setor de emergência por meios próprios. O DATASUS (2011) define a demanda espontânea como sendo a procura direta de pacientes a um estabelecimento de saúde.

De um modo geral os hospitais públicos não dispõem de um mecanismo que identifique e classifique os pacientes de acordo com a complexidade do caso. Argumenta-se que a inclusão de um processo de triagem venha a reduzir o tempo de espera dos pacientes de alto e médio risco. Assim, o modelo proposto considera que a partir da entrada dessa demanda no setor de emergência, os pacientes devem ser classificados conforme o grau de complexidade da sua enfermidade. O presente estudo considera uma estrutura com três níveis de complexidade: alta, média e baixa. Após o processo de triagem, os pacientes são encaminhados para os serviços apropriados. A Tabela 1 mostra os setores considerados no modelo proposto.

Setor	Descrição
Trauma	É o setor responsável pelo primeiro atendimento e estabilização da vida dos pacientes de alta complexidade.
Repouso	O paciente de alta complexidade recebe os cuidados médicos e é internado provisoriamente, até o seu restabelecimento ou que consiga transferência para o CTI.
Box	Pacientes que precisam ficar em observação por um período máximo de seis horas.
Hipodermia	É o setor alocado para receber pacientes que necessitam de medicação ou que sofrerão um exame específico, ficando em observação em torno de uma hora com constante reavaliação.
Clínicas Especializadas	São dirigidas por uma equipe que atenda uma área específica oferecida pelo hospital, abrangendo emergência pediátrica, a emergência ORL (otorrino), a emergência de oftalmologia, a emergência de ortopedia.

Tabela 1: Definição dos setores

4. Método

O método utilizado aqui é descrito da seguinte maneira: o problema real encontrado no hospital estudado é formulado como um modelo lógico. Este modelo é convertido em um código computacional, que é usado como um modelo operacional para produção de uma série de experimentos, gerando alguns resultados ou conclusões. Estes resultados deverão ser analisados e validados no mundo real. A construção do modelo lógico é o aspecto mais complexo da modelagem. De fato entender o problema é o principal desafio deste exercício. O estudo desenvolvido utiliza conceitos de modelagem e simulação a eventos discretos. A fundamentação técnica utilizada neste exercício é resultado de uma vasta experiência na elaboração de modelos de simulação relacionados ao sistema de admissão de hospitais públicos brasileiros, bem como através de pesquisas bibliográficas nacionais e internacionais.

5. Demanda externa

A quantidade de usuários dos serviços de saúde e a variação dessa demanda têm influência direta na capacidade dos serviços ofertados. Portanto, a demanda é um aspecto de grande importância para a tomada de decisão acerca das possíveis mudanças ou adequações na capacidade instalada dos serviços hospitalares oferecidos.

No caso da emergência hospitalar, os pacientes chegam às unidades com diversos problemas de saúde e não necessitam marcar consulta, pois de maneira geral são atendidos imediatamente, respeitando os critérios de triagem a partir da avaliação do paciente. Contudo, é necessário identificar como se estabelece o comportamento dessa demanda para gerar estratégias operacionais que possibilitem, de maneira eficaz, o gerenciamento da capacidade de utilização dos recursos disponíveis. A demanda externa é contabilizada pela soma de todos os usuários que chegam ao hospital. No modelo proposto, essa demanda que passa pela porta de entrada do hospital deverá sofrer um processo de triagem como será abordado em seguida.

6. Triagem

O setor de emergência da maioria dos hospitais públicos apresenta uma série de problemas, tais como: recurso material e humano insuficiente, fluxo desorganizado, demanda crescente e muita fila de espera. De acordo com o DATASUS (2011), a maioria dos atendimentos hospitalares é de pacientes de baixa complexidade (75%), gerando filas quando o fluxo se mistura com pacientes de média (24%) e alta complexidade (1%). Logo, percebe-se que um bom sistema de admissão será aquele que destacará uma seção de triagem eficiente, fazendo uma adequada classificação de risco e conduzindo o paciente para a especialidade, de forma que receba o tratamento correto e diminua as filas.

7. Área Interna

Após a classificação de risco, o paciente é encaminhado para o atendimento médico conforme o grau de complexidade do caso. Nesta etapa, o desenho do fluxo e a padronização são imprescindíveis para tornar mais próximo a simulação da realidade. Nesta área, muitas pesquisas já foram desenvolvidas. O autor Martin et al (2003) mostra a preocupação com a crescente demanda de pacientes idosos e seus custos na área de emergência na Noruega. O artigo demonstra como a simulação pode contribuir para satisfazer esta demanda, aumentar a eficiência e reduzir o número de leitos nos corredores. O processo é desenhado analisando quatro aspectos principais: caminhos clínicos, demanda reprimida de atendimento geriátrico no hospital, potencial para aumentar o processamento de pacientes na enfermagem geriátrica e as formas de alcançá-los.

Medeiros (2008) mostrou que a ferramenta simulação é capaz de avaliar cenários e propor melhorias no atendimento, para acomodar situações inesperadas como o aumento da demanda por serviços hospitalares, porém sem alterar a estrutura física. A aplicação desta ferramenta mostrou-se capaz de redimensionar o sistema e melhorar o atendimento ao paciente. Em geral, as opções oferecidas após o processo de triagem são: clínicas especializadas, box, repouso, trauma e hipodermia. A ordem dependerá do estado de saúde do paciente, da estrutura do hospital e dos recursos disponíveis no momento. Por fim, o estudo da área interna torna a capacidade do hospital mais propensa a absorver a demanda. Entretanto, para melhores resultados, é necessário que as etapas anteriores estejam adequadas. Para isso este estudo propõe a integração desta com as etapas anteriores.

8. Modelo Integrado

O modelo integrado é desenvolvido no software Simul8. A modelagem é baseada no fluxo dos pacientes, ou seja, o percurso que o paciente realiza desde a fase pré-hospitalar até o direcionamento ao tratamento específico. O modelo apresentado incorpora os conhecimentos e a experiência adquirida nas pesquisas anteriores. Dois modelos são propostos para avaliar o desempenho do sistema de admissão. O primeiro modelo procura reduzir os tempos de espera e localizar gargalos no sistema existente. O segundo modelo propõe um sistema alternativo, incluindo um mecanismo de classificação de risco em três níveis. A configuração adequada dos recursos humanos é baseada na redução do tempo de espera para todos os pacientes. A Figura 1 mostra o fluxo de pacientes considerado neste trabalho.

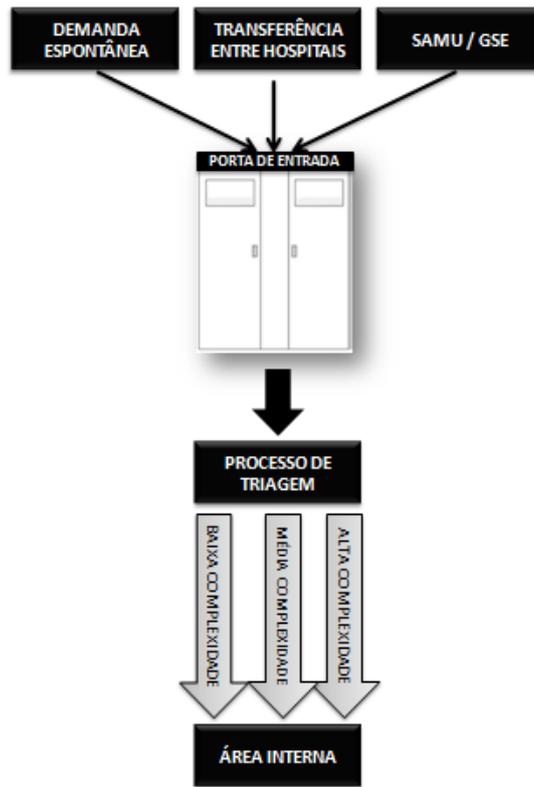


Figura 1: Modelo de um Sistema Integrado para emergência hospitalar

Fonte: Magalhães (2006) e Souza (2007).

O modelo proposto avalia a performance de todo o sistema de emergência hospitalar, incluindo a parte externa, a porta de entrada, triagem e classificação de risco, bem como o fluxo de paciente nos setores mais importantes da emergência do hospital estudado. A Figura 2 mostra o fluxo interno do hospital.

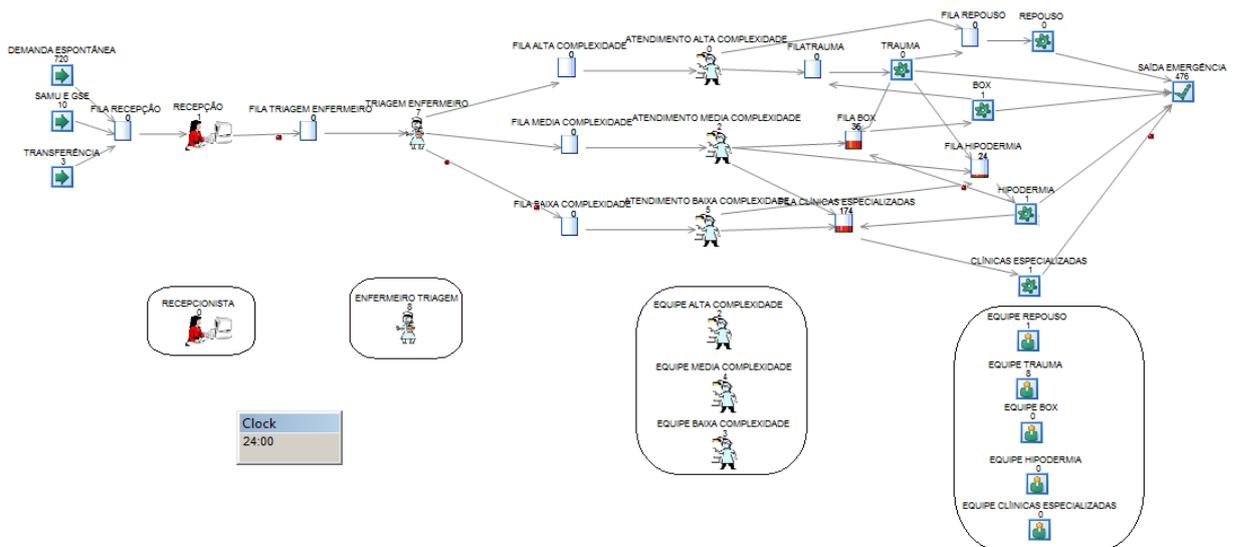


Figura 2: Fluxo de pacientes do modelo integrado

Fonte: Elaboração Própria (2011)

8.1. Dados

No modelo foram utilizados os parâmetros abaixo para um tempo de simulação de 24h (1440 minutos). Os dados obtidos para gerar a demanda externa foram retirados do site de um hospital público do Rio de Janeiro e podem ser vistos na Tabela 2. A distribuição triangular foi utilizada para os setores: recepção, triagem do enfermeiro, atendimento de alta, média e baixa complexidade, conforme a Tabela 3.

	Distribuição	Intervalo entre chegadas
Demanda Espontânea	Fixa	2 min
SAMU/GSE	Fixa	131,37 min
Transferência entre Hospitais	Fixa	366,78 min

Tabela 2: Distribuição da Demanda Externa.

Fonte: Biohard

	Distribuição	Mínimo	Médio	Máximo
Recepção	Triangular	1 min	3 min	5 min
Triagem Enfermeiro	Triangular	10 min	12,5 min	15 min
Atendimento Alta Complexidade	Triangular	30 min	45 min	60 min
Atendimento Média Complexidade	Triangular	20 min	30 min	40 min
Atendimento Baixa Complexidade	Triangular	10 min	15 min	20 min

Tabela 3: Tempo de atendimento

Fonte: Magalhães (2006)

Conforme Souza (2007), 98% dos pacientes de alta complexidade são encaminhados para o setor de trauma e 2% para o repouso, após o atendimento. Nos casos de média complexidade: 25% são encaminhados para o box, 23% para a hipodermia e 52% para as clínicas especializadas. No caso dos pacientes de baixa complexidade, 22% são encaminhados para hipodermia e 78% para as clínicas especializadas. A Tabela 4 mostra o tempo de atendimento (em minutos) nos diversos setores como uma distribuição Weibull. A matriz de transição entre setores secundários de atendimento é mostrada na Tabela 5.

Setor	Alpha	Beta
Trauma	5,88	99,54
Repouso	5,88	99,54
Box	5,88	99,54
Hipodermia	3,7	44,61
Clínica Espe.	3,7	22,3

Tabela 4: Distribuição do tempo de atendimento

Fonte: Souza (2007)

De \ Para	Trauma	Repouso	Box	Hipodermia	Clínica Espe.	Saída Emergência
Trauma		3,48%	60,34%	6,90%		29,28%
Repouso						100%
Box	5%					95%
Hipodermia			18%		2%	80%
Clínica Espe.						100%

Tabela 5: Fluxo secundário de pacientes

Fonte: Souza (2007)

8.2. Resultados

Para análise dos resultados fornecidos pela simulação, a taxa de utilização máxima foi estabelecida como 80%, ou seja, considera-se que o profissional não trabalhe excessivamente. Em todas as fases foram analisados o tamanho da fila e o tempo de espera, bem como a taxa de utilização dos recursos humanos, a fim de obter melhores subsídios para o dimensionamento dos profissionais.

O estudo procura integrar todos os serviços envolvidos no processo de admissão hospitalar. Um experimento de simulação foi realizado para cada um dos serviços. Procura-se a configuração ideal de profissionais para cada setor de forma a balancear a demanda e a oferta de serviços, proporcionando um atendimento mais eficiente para todos os pacientes. Inicialmente, analisou-se a recepção para verificar o número ideal de recepcionistas. O Gráfico 1 mostra como o tamanho da fila se comporta ao se aumentar o número de recepcionistas. O Gráfico 2 mostra a redução do tempo de permanência na fila. A taxa de utilização para o melhor cenário com duas recepcionistas é de 77%.

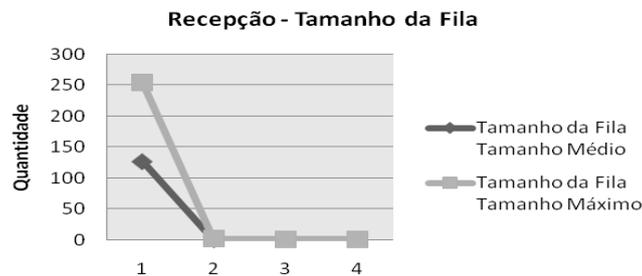


Gráfico 1: Recepção – Tamanho da Fila



Gráfico 2: Recepção – Tempo na Fila

No setor seguinte, já utilizando dois recepcionistas, procura-se harmonizar o serviço buscando o número adequado de enfermeiros. O experimento aponta que seis enfermeiros conseguem reduzir o tamanho da fila, porém a taxa de utilização é acima do estabelecido. Por exemplo, a escolha de oito enfermeiros pode reduzir a taxa de utilização para 79%, o que nos permite dar continuidade ao experimento. Os Gráficos 3 e 4 ilustram a redução no tamanho da fila e no tempo de espera.

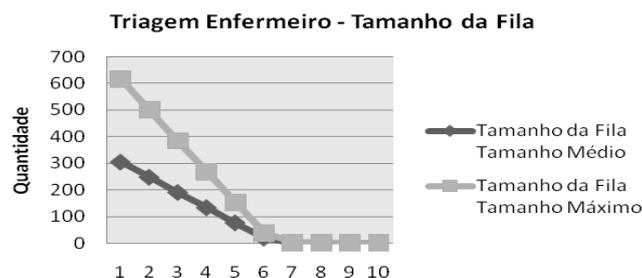


Gráfico 3: Triagem Enfermeiro – Tamanho da Fila

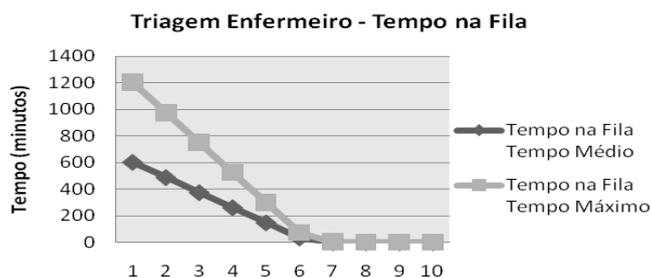


Gráfico 4: Triagem Enfermeiro – Tempo na Fila

Após a triagem os pacientes são classificados como de alta, média ou baixa complexidade, segundo a gravidade do caso. No atendimento de alta complexidade, foram sugeridos dois médicos. Com este número de profissionais é possível diminuir o tempo médio na fila para 1,41 minutos, o que parece adequado visto que estes pacientes requerem cuidados especiais em curto prazo.

Na média complexidade, o tempo de permanência na fila ao se utilizar apenas um médico foi de 551 minutos. Este tempo se reduz para 3 minutos ao alocar seis médicos. Nesta configuração, o tamanho médio da fila é reduzido de 73 para 0,5 pacientes, com taxa de utilização de 60%.

Na baixa complexidade, foram selecionados oito médicos, o que reduziu significativamente o tempo médio de permanência na fila. A configuração inicial, com um médico apresentou um tempo médio de permanência na fila de 570 minutos, passando para 0,25 minutos com oito profissionais. Já o tamanho médio da fila se reduz de 210 para 0,09 pacientes, com taxa de utilização de 71%.

Após o atendimento médico, os pacientes são encaminhados para os outros setores. A Tabela 6 apresenta a quantidade de profissionais utilizados como base para o experimento de simulação.

Setor	Nº Inicial
Trauma	8
Repouso	4
Hipodermia	8
Box	4
Clínicas Especializadas	6
Total	30

Tabela 6: Quantidade inicial de profissionais por setor

Fonte: Souza (2007)

No setor de trauma a situação inicial era de oito profissionais e foi possível sugerir a diminuição para seis. A taxa de utilização aumentou de 9% para 11%. Os resultados do experimento podem ser vistos nos Gráficos 5 e 6, abaixo.

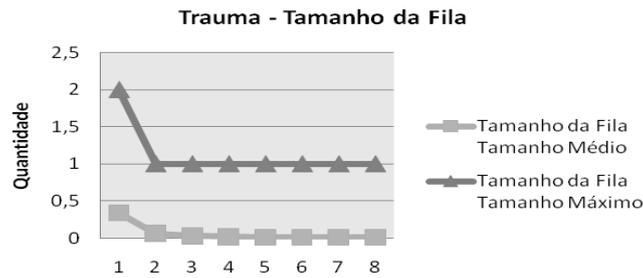


Gráfico 5: Trauma – Tamanho da Fila

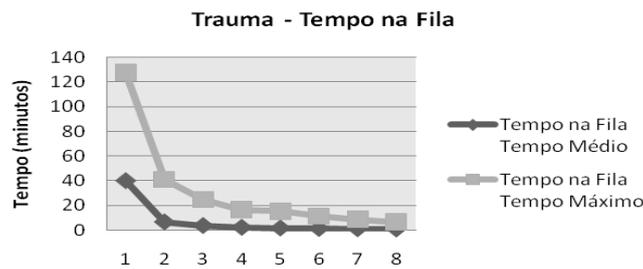


Gráfico 6: Trauma – Tempo na Fila

No setor de repouso, o tamanho da fila e o tempo de espera são pequenos. Por esta razão, o estudo sugere uma redução de quatro para dois profissionais, visto que com essa quantidade é possível atender imediatamente os pacientes. No setor de hipodermia, o modelo foi rodado inicialmente com oito profissionais com taxa de utilização de 53%. Entretanto, é possível diminuir gradativamente este recurso, chegando a um valor adequado com seis profissionais, com taxa de utilização de 71%.

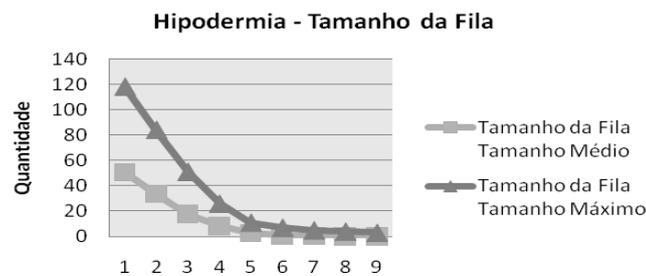


Gráfico 7: Hipodermia – Tamanho da Fila

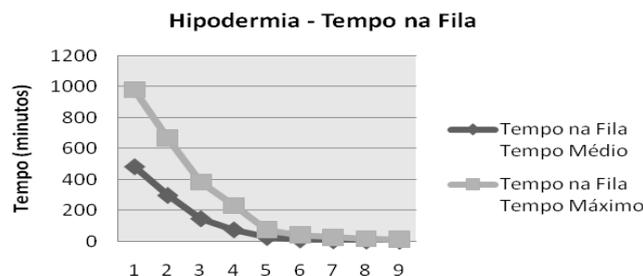


Gráfico 8: Hipodermia – Tempo na Fila

No box, o cenário inicial considerou quatro profissionais com uma taxa de utilização de 96%. Nesta configuração, existe a possibilidade de superlotação na unidade. O experimento indica que sete profissionais, com taxa de utilização de 84% poderiam atender a demanda, como mostra os Gráficos 9 e 10 abaixo:

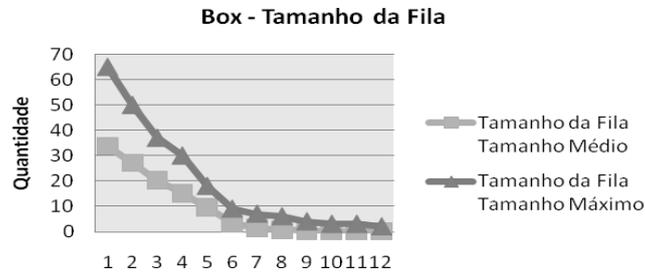


Gráfico 9: Box - Tamanho da fila

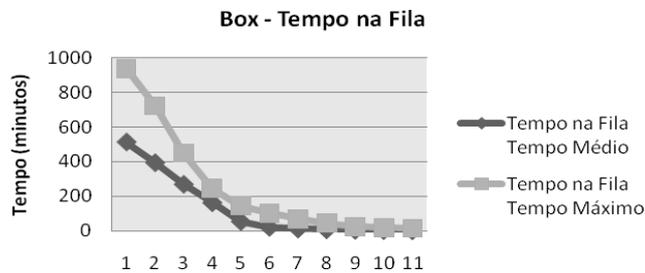


Gráfico 10: Box – Tempo na Fila

Nas clínicas especializadas, estima-se que o número de profissionais adequados na equipe passe de seis para nove com taxa de utilização de 82%, pois este número é capaz de reduzir significativamente o tamanho da fila, bem como o tempo de espera por atendimento como apontam os Gráficos 11 e 12 abaixo:

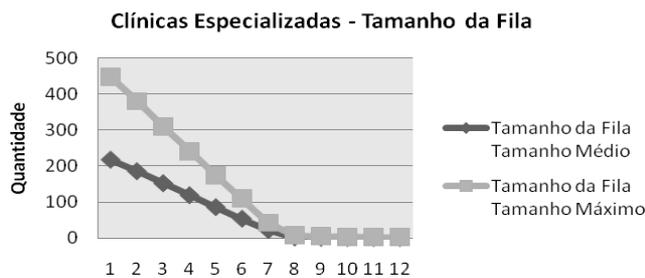


Gráfico 11: Clínicas Especializadas – Tamanho da Fila

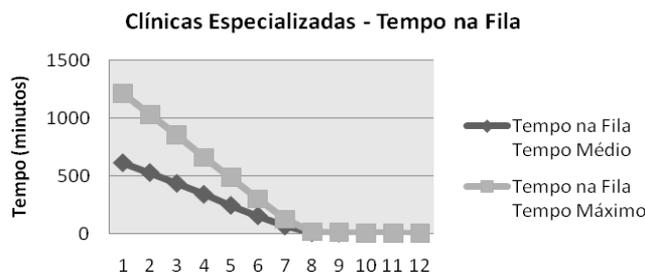


Gráfico 12: Clínicas Especializadas – Tempo na Fila

9. Conclusões

O modelo integrado contribui para melhorar o fluxo de pacientes através da configuração dos recursos em cada setor. O experimento de simulação mostra que é possível melhorar a capacidade de atendimento e dimensionar os recursos humanos. Observa-se que para um melhor dimensionamento e configuração de recursos humanos em cada área crítica dentro da emergência hospitalar é possível reduzir o tamanho e o tempo de permanência nas filas, além de adequar a taxa de utilização dos recursos de cada área específica.

Para que ocorra a integração entre as três áreas (demanda externa, processo de triagem e área interna) é necessário que o hospital desenvolva mecanismos que possibilitem a realização de uma previsão da demanda, bem como implemente um processo que ajude a classificar o risco e, conseqüentemente, encaminhar com mais assertividade o paciente ao tratamento adequado. O estudo demonstrou a configuração ideal ou aceitável de recursos humanos, com uma demanda pré-estabelecida, para que todo o fluxo ocorra sem gerar muitas filas, ou seja, com o processo integrado é possível entender cada etapa e tomar decisões mais adequadas acerca do dimensionamento de pessoal.

Uma sugestão para trabalhos futuros é o desenvolvimento de um sistema integrado de informações que conecta os hospitais, fazendo com que a demanda estabelecida pelo SAMU e GSE cheguem ao hospital já com a classificação de risco, não necessitando passar pelo processo de triagem, sendo encaminhado diretamente para o atendimento médico.

Referências

- Achão, N.F.** (2002), A simulação como método de avaliação da qualidade de atendimento hospitalar: o caso na emergência de um hospital municipal. Msc. Dissertação, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- Aguilar, R.M. e Moreno, L.** (2001), Using KADS Methodology in a Simulation Assisted Knowledge Based System: Application to Hospital Management, *Science Direct* v.20, n.3, pp.235-249.
- Andrade S.F.** (2010), Simulação baseada em agentes para alocação de pessoal em procedimento de classificação de risco na emergência de um hospital. Dsc. Tese, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- Baesler, F.F., Jahnsen, H.E. e Da Costa, M.** (2003), The Use of Simulation and Design of Experiments for Estimating Maximum Capacity in Emergency Room, *Winter Simulation Conference*, Washington, D.C.
- Belaidi, A., Besombes, B., Marcon, E. e Guinet, A.** (2007), Identifying and Modeling Decision Problems for Emergency Network in France: A Literature Analysis, *Operational Research Applied to Health Services*, Sant-Étienne, França.
- Biohard. Dados Hospital Municipal Miguel Couto** <<http://www.biohard.com.br/mcouto/>>. Acesso em: 20/04/2011
- Bond, W.F., Lammers, R.L., Spillane, L.L., Coggins, R.S., Fernandez, R., Reznek, M.A., Vozenilek, J.A. and Gordon, J.A.** (2007), The Use of Simulation in Emergency Medicine: A Research Agenda, *Academic Emergency Medicine*.
- Cardoen, B., Erik, D. e Jeroen, B.** (2010), Operating Room Planning and Scheduling: A Literature Review. *European Journal of Operational Research*, 8:101-104.
- Chaiken J. e Larson R.** (1998), Methods for allocating urban emergency units: a survey. *Management Science*, 19, 110-130.
- Costa, L.R.T.A, Penna R.A.C and Hoeflich** (2002), Towards an Integrated Approach to Improve de Emergency Admission System. In: De Oliveira M.J.F (Eds). Accessibility and Quality of Health Services. World Scientific publishing Co. Pte. Ltd., Frankfurt am Main/ Berlin/ Bern/Brielle's/New York/ Oxford/ Wien, 59-70.
- Costa Luiz R.T.A., Penna Rogério A.C. e Hoeflich, Sérgio L.** (2002). Toward an Integrated Approach to Improve the Emergency Admission System. *Operations Research Applied to Health Services*, Peter Lang.
- DATASUS. Disponível em:** <<http://www.datasus.gov.br>>. Acesso em: 17/04/2011

- De Oliveira, M. J. F.** (1999), 3D visual simulation platform for the project of a new hospital facility. In: V. de Angelis, N. Ricciardi and G. Storchi (Eds), *Monitoring, evaluating, planning health services*, World Scientific publishing Co. Pte. Ltd., Singapore/New York/London/Hong Kong, 39-52.
- Eldabi, T., Paul, R.J. e Young, T.** (2007), Simulation Modelling in Healthcare: Reviewing legacies and Investigating Future, *Journal of the Operational Research Society* pp. 262-270(9).
- Frederico, V.K. S.**(2009), Modelo integrado de um sistema de admissão de emergência para a rede pública de hospitais no estado do Rio de Janeiro. Msc. Dissertação, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- Gabcan, L.**(2000), Representação visual 3D de um setor para a nova unidade do instituto de doenças do tórax – IDT. Msc. Dissertação, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- Garcia C.L.** (2006), Dimensionamento de recursos de atendimento móvel de urgência da região metropolitana II do estado do Rio de Janeiro. Msc. Dissertação. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- Handyside, A. J. E Morris, D.**, Simulation of Emergency Bed Occupancy, *Health Services Research*, 2(1967) pp 287-298.
- Lagergren M.** (1998), What is the role and contribution of models to management and research in the health services?, *European Journal of Operational Research*, 105(2), 257-266.
- Mabry, S., Roriguez, S. e Heffernan, J.** (1997), Integrated Medical Analysis System, *Winter Simulation Conference*, Atlanta, GA.
- Magalhães, M.S.** (2006), Simulação do Sistema de Admissão de Emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro, Msc. Dissertação, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- Moraes A. B.**, (2006). Simulação multiusuário de um sistema de triagem hospital. Dsc. Tese, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- Pidd, M., De Silva F. N., e Eglese R. W.** (1996), A simulation model for emergency evacuation. *European Journal of Operational Research*, 90 (3), 413-419.
- Rosenhead, J.** (1988), Emergency but no Accident. *Operation Research Society*, 66,2:1-5.
- Royston,G.** (2009), One hundred years of Operational Research in Health. *Journal of the Operational Research Society* ,60, S169–S179. doi:10.1057/jors.2009.14
- Savas E.** (1969), Simulation and cost-effectiveness analysis of New York’s emergency ambulance service. *Management Science*.
- Smith, W.G. e Solomon M. B. Jr.** (1966), A Simulation of Hospital Admission Policy, *Communication A.C.M.*, 9,5:362-365.
- Souza, Paulo R. J.** (2007). Simulação do Fluxo de Pacientes nos Setores de Emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro. Msc. Dissertação. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- Toscano L.N.P** (2001). Uma ferramenta integrada de suporte a decisões em casos de emergências médicas hospitalares . Tese Dsc. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- Weng, M.L. e Houshmand, A.A.** (1999), Healthcare Simulation: A case Study at a Local Clinic, *Winter Simulation Conference*, Phoenix, AZ.Ouvir
- Zaki, A.S., Cheng, H.K., Parker, B.R.**(1997), A Simulation Model for the Analysis and Management of an Emergency Service System, *Socio-Econ.Plann. Sc.* V.31, 3:173-189.