

## A APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC) E DA SIMULAÇÃO NA GESTÃO DA CAPACIDADE DE ATENDIMENTO EM HOSPITAL DE EMERGÊNCIA

### THE USE OF THE THEORY OF CONSTRAINTS (TOC) AND SIMULATION IN THE CAPACITY MANAGEMENT OF ATTENDANCE IN EMERGENCY HOSPITAL

*Francisco Santos Sabbadini*  
(UNESA, Rio de Janeiro, Brasil) [sabbadini01@yahoo.com.br](mailto:sabbadini01@yahoo.com.br)

*Antônio Augusto Gonçalves*  
(UNESA, Rio de Janeiro, Brasil) [antonio.augusto@estacio.br](mailto:antonio.augusto@estacio.br)

*Mário Jorge F. de Oliveira*  
(COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil) [mario\\_jo@pep.ufrj.br](mailto:mario_jo@pep.ufrj.br)

#### ABSTRACT

*The hospital environment services involves of high risk, complex processes and costs, especially in a unit of hospital emergency. This is one of the most complex and critical areas of a hospital, where the service efficiency is fundamental. The agility in guiding the patients who need medical care is a critical factor for successful reduction of damage and for possibilities of recovery. The management of service capacity becomes important, as well as the adjusted allocation and sizing of resources. The aim of this article is to investigate alternative policies that speed up the attendance the patients. The principles of capacity management of services are applied and treatment flow the patients is analyzed. The Theory of Constraints is used to identify bottlenecks. A simulation model of unremarkable events is made. Based on these theoretical tools, a proposal of improvement for the reduction of the time between the register of the urgency patient and the beginning of the effective treatment has been drawn up.*

**Key-words:** *Theory of Constraints, Capacity management of services, Simulation, Hospital, Emergency*

#### RESUMO

No ambiente hospitalar os serviços envolvem processos complexos, de alto risco e custos elevados, particularmente numa unidade de emergência hospitalar. Essa é uma das áreas mais complexas e críticas de um hospital, onde a rapidez no atendimento é fundamental. A agilidade no encaminhamento dos pacientes que necessitam de cuidados médicos é fator crítico de sucesso para redução de seqüelas e nas chances de restabelecimento. Nesse cenário, torna-se fundamental a gestão da capacidade de atendimento, a adequada alocação e o dimensionamento dos recursos. Neste artigo são investigadas alternativas que agilizem o atendimento a pacientes. Neste contexto são aplicados princípios de gestão da capacidade de serviços, feita a análise do fluxo de tratamento a paciente, utilizada a teoria das restrições na identificação de gargalos e desenvolvido um modelo de simulação a eventos discretos. A partir desse ferramental teórico elaborou-se uma proposta de melhoria para a redução do tempo entre o registro do paciente de urgência e o início do seu efetivo tratamento.

**Palavras-chave:** Teoria das restrições (TOC), Gestão da capacidade de serviços, Simulação, Hospital, Emergência

**Agradecimentos:** Aos diretores, equipes médicas e demais funcionários do HMEHSG pela colaboração e envolvimento neste estudo.

## 1. INTRODUÇÃO

No atendimento de emergência o tempo é um fator crucial. A meta desse setor é a avaliação rápida, a estabilização, o tratamento e pronta admissão do paciente ao hospital. Quanto mais eficazes forem esses serviços, maiores as chances de restabelecimento da saúde do paciente.

No atual ambiente econômico, com sérias restrições orçamentárias, o controle de recursos escassos aliado à eficiência em sua utilização torna-se crítico. Administradores da área de saúde lidam com o desafio de conduzir organizações de grande complexidade e que possuem processos de forte interatividade, aonde a gestão da capacidade de atendimento desempenha um papel estratégico que envolve recursos escassos e de alto custo.

Neste cenário é fundamental o ajuste da capacidade dos serviços médicos oferecidos à demanda, identificando os recursos onde a alteração da capacidade vai gerar o maior benefício. Para tal estratégia, utilizou-se o processo de focalização da teoria das restrições (TOC), identificando os fatores limitantes do sistema.

Apesar da teoria das restrições ter nascido no setor industrial, sua filosofia pode ser aplicada em diferentes tipos de organização, já existindo aplicações da TOC na área de saúde. Na Inglaterra esta teoria foi aplicada com sucesso na redução das longas listas de espera que são administradas pelo sistema nacional de saúde (Phipps, 1999).

Na área do tratamento de câncer foi realizado um estudo interessante no setor de quimioterapia de uma clínica oncológica (Kershaw, 2000). Nesta mesma área, pode-se citar o trabalho pioneiro no INCA – Instituto Nacional do Câncer, no Rio de Janeiro (Gonçalves, 2004).

Em unidade de emergência hospitalar pode-se citar o estudo realizado no Sheba Medical Center, em Israel, no sentido de reduzir o tempo de espera por atendimento naquela organização (Rotstein et al, 2002).

Associada a TOC utilizou-se a simulação como ferramenta de apoio. A simulação consiste num conjunto de entidades representativas de objetos reais entre os quais são estabelecidos relacionamentos (De Oliveira, 1994:20)

A simulação é uma técnica que imita operações de processos reais num dado período de tempo, sendo utilizada como ferramenta analítica e instrumento de apoio à tomada de decisões (Banks e Carson, 1984:3).

O objetivo deste trabalho é a apresentação de uma abordagem inovadora de gestão da capacidade de atendimento em hospital de emergência, aplicando os conceitos da teoria das restrições na identificação de gargalos no fluxo de tratamento e da simulação computacional para analisar as melhores alternativas de acesso e utilização de recursos humanos disponíveis, no sentido de agilizar o atendimento a pacientes e reduzir as filas de espera.

Quanto à metodologia utilizou-se o estudo de caso único no Hospital Municipal de Emergência Henrique Sérgio Gregori (HMEHSG), conforme YIN (2001). A pesquisa é caracterizada como aplicada, de campo e bibliográfica (Vergara, 2005:47).

## 2- SERVIÇOS E SAÚDE

As atividades de serviço ganham importância cada vez maior na sociedade contemporânea, e passam a demandar formas mais eficientes e eficazes de gestão da capacidade das operações.

Os serviços possuem características diferenciadoras em relação à manufatura, como a intangibilidade, a simultaneidade entre sua produção e consumo, e a interação com o cliente, o qual participa do processo de produção.

Devido a intangibilidade dos serviços sua capacidade é perecível com o tempo. Se o serviço não for utilizado, sua capacidade instalada é perdida definitivamente. Em relação à

simultaneidade como a produção e consumo ocorrem ao mesmo tempo os serviços não podem ser estocados (Fitzsimmons e Fitzsimmons,2000:46).

A interação com o cliente, que participa no processo de serviço, possibilita a ocorrência de variações no atendimento, no desempenho e na percepção deste em relação ao serviço prestado.

No caso das unidades de emergência as demandas dos pacientes exibem variações consideráveis e não existe a opção de formar estoques para absorver estas flutuações. O comportamento cíclico torna ainda mais importante a adequada alocação e utilização dos recursos.

As operações são de elevada complexidade e possuem forte interação. No ambiente hospitalar, há uma forte interdependência entre os diversos processos internos. Pode ocorrer que algumas áreas da organização trabalhem abaixo da capacidade, gerando ociosidade, e outras no seu limite máximo, tornando-se uma restrição ao seu desempenho como um todo e constituindo-se como um gargalo.

### 3- ESTUDO DE CASO

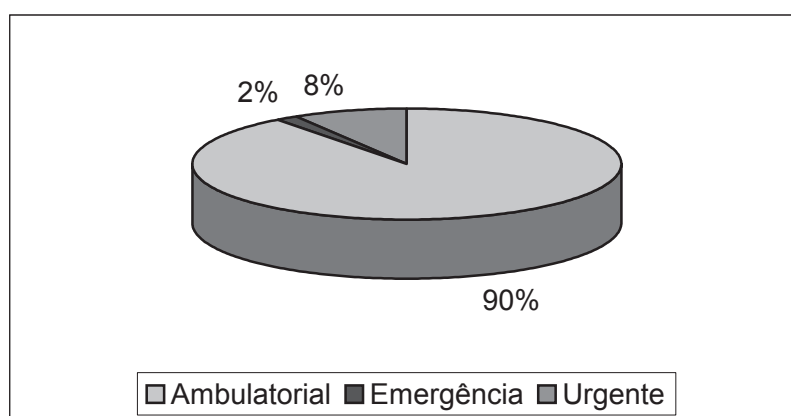
O HMEHSG é um dos componentes do sistema de saúde de Município de Resende, RJ, e integra o SUS (Sistema Único de Saúde), com finalidade de prestar atendimento integral a pacientes em estado de urgência ou emergência.

Devido à eficácia na prestação de atendimento de casos de emergência, além da sua infra-estrutura e localização geográfica, o HMEHSG tornou-se ao longo dos anos uma referência neste tipo de serviço para o município de Resende, sendo hospital de referência no atendimento de emergências decorrentes de acidentes ocorridos da Rodovia Presidente Dutra.

O serviço de emergência do hospital funciona 24 horas, todos os dias, atendendo diariamente uma média de 192 pacientes. Em de 2004 foram registrados 70.480 atendimentos.

A direção do hospital verificou que ao longo dos últimos anos a sua capacidade de atendimento tem sido inferior à demanda, verificando-se com frequência o congestionamento na unidade de emergência e a formação de longas filas de espera, que geram desconforto aos pacientes e pressão sobre a equipe médica.

Uma constatação importante, referente ao perfil dos pacientes é que a maioria dos que procuram a unidade de emergência não necessita de atendimento imediato, conforme mostra a figura 1, prejudicando os pacientes com casos de urgência e de emergência.



**Figura 1** - Percentual de atendimentos por perfil de paciente

Fonte: Sabbadini (2005, p. 118)

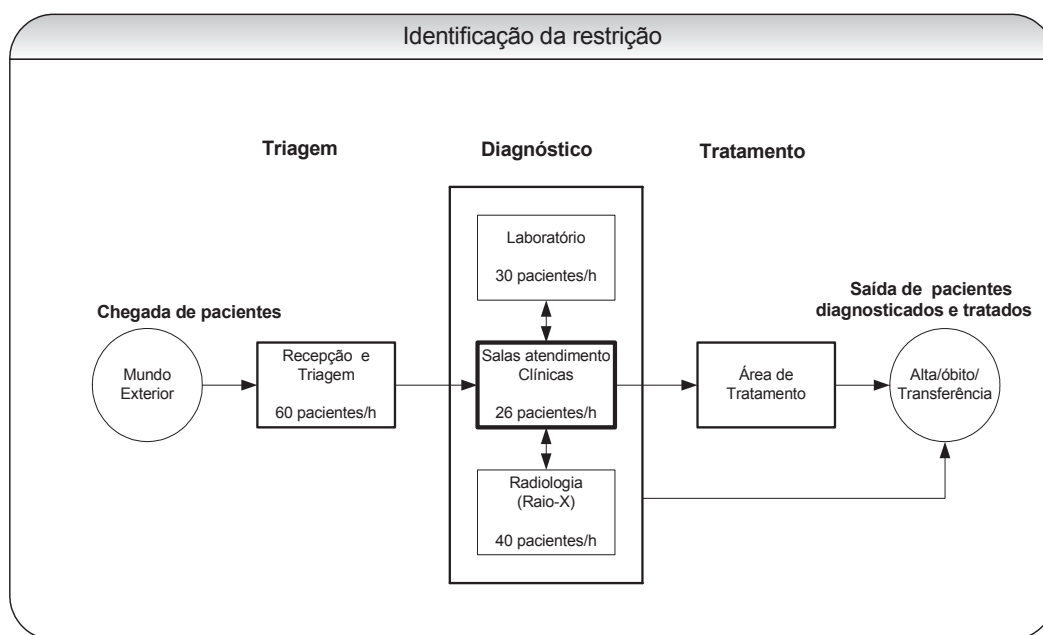
Neste contexto a teoria das restrições mostrou-se adequada para a caracterização e tratamento do problema em questão, uma vez que o objetivo principal é agilizar o fluxo de tratamento de pacientes, identificando e gerenciando gargalos.

Para esse fim, foi elaborado o fluxo de tratamento a pacientes no HMEHSG desde a triagem até o tratamento. Toda a elaboração do fluxo foi realizada *in loco* com o acompanhamento do médico chefe da emergência e posteriormente validado por outros membros do corpo clínico, envolvendo médicos e enfermeiros da unidade.

#### 4- A TEORIA DAS RESTRIÇÕES E A SIMULAÇÃO

Segundo a TOC, toda empresa é um sistema tangível, cujo desempenho, vai depender da forma como interagem seus diferentes processos. A restrição pode ser identificada pela existência de filas de espera ou por tempos de processamento longos (Goldratt, 1990:4).

O fluxo de pacientes, que é composto pelos processos de triagem, diagnóstico e tratamento foi analisado detalhadamente. São operações interdependentes, em que o desempenho de uma depende do resultado do imediatamente anterior. A figura 2 apresenta esquematicamente a seqüência dos serviços na unidade de emergência do HMEHSG.



**Figura 2** - Identificação da restrição  
**Fonte:** Sabbadini (2005, p.143)

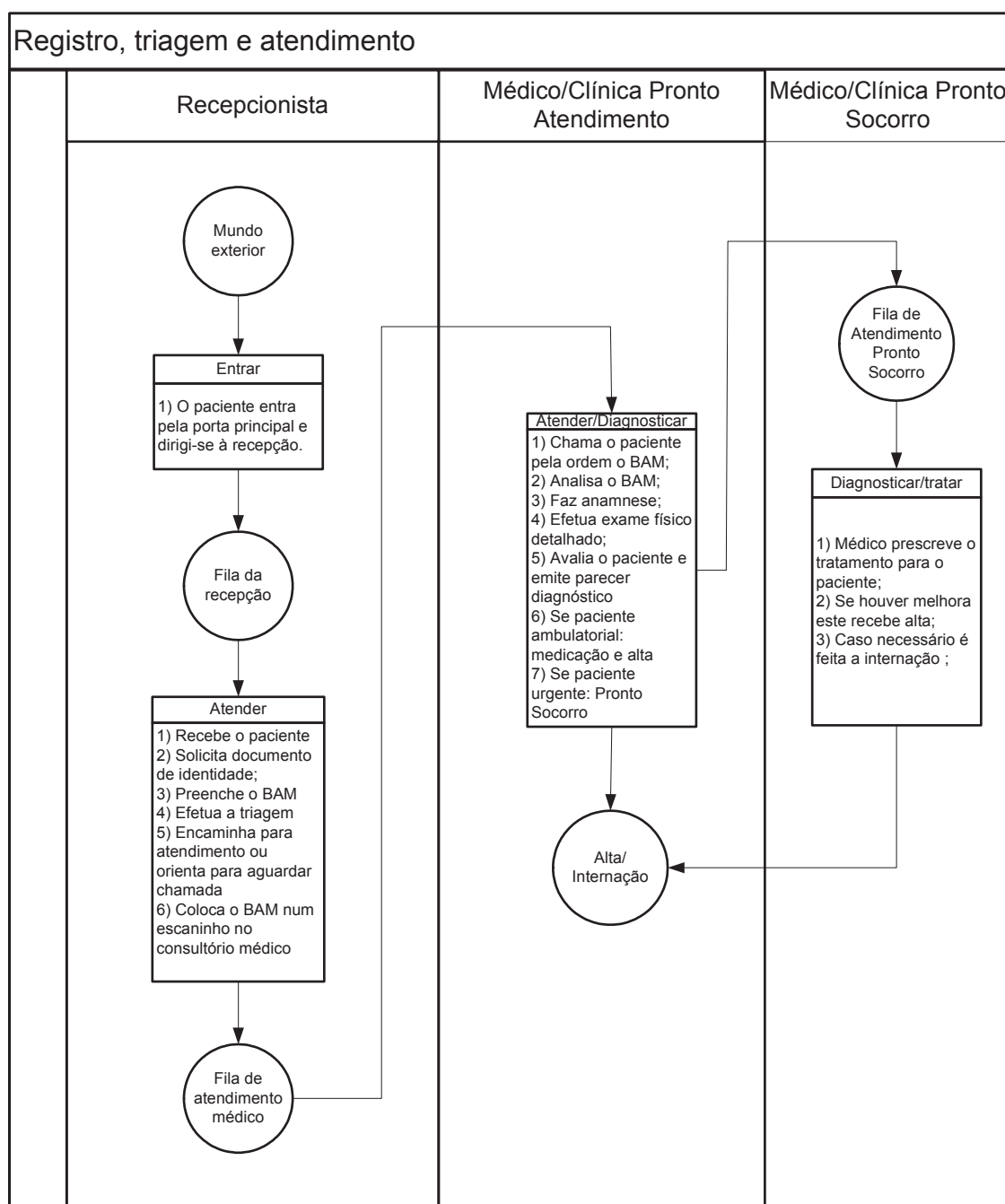
Na análise do fluxo de tratamento pode-se constatar o descompasso estrutural entre a oferta de recursos e a demanda, que resultam na formação de filas de espera, aumento do tempo de permanência de pacientes para o início do tratamento. Como se pode observar a menor taxa de atendimento está nas clínicas. O número de salas de disponíveis é uma restrição física que limita a taxa de atendimento pelos médicos.

Associada a essa restrição há pressão sobre os serviços e a equipe médica, que divide sua atenção entre a demanda de pacientes que chegam para o primeiro atendimento e a daqueles que retornam dos serviços de laboratório e radiologia, com os resultados dos exames.

É importante destacar que a triagem dos pacientes no hospital é realizada pelo atendente da recepção, o qual não é habilitado para esta função. Concomitantemente há o número excessivo de pacientes ambulatoriais, que não necessitam de atendimento imediato, concorrendo com casos urgentes pelo atendimento dos médicos.

Conforme mencionado essa situação leva o paciente urgente a aguardar na fila de espera, sofrendo agravamento no seu quadro clínico, o qual somente será detectado efetivamente quanto este for atendido pelo médico.

A partir dessa constatação definiu-se um modelo de simulação cujo escopo compreende os setores de pronto atendimento e pronto-socorro da unidade de emergência, considerando as instalações, os recursos humanos e materiais relativos a cada processo analisado. Na figura 3 a seguir, é apresentado o modelo conceitual.



**Figura 3** - Modelo conceitual na unidade de emergência do HMEHSG

Fonte: Sabbadini (2005, p. 149)

A partir do fluxo de tratamento a pacientes e do modelo conceitual foi desenvolvido o modelo computacional, mostrado na figura 4, com a utilização do software MedModel, versão 3.5, sendo a simulação terminal com o tempo de execução definido no relógio com início às 7h e término às 23h.

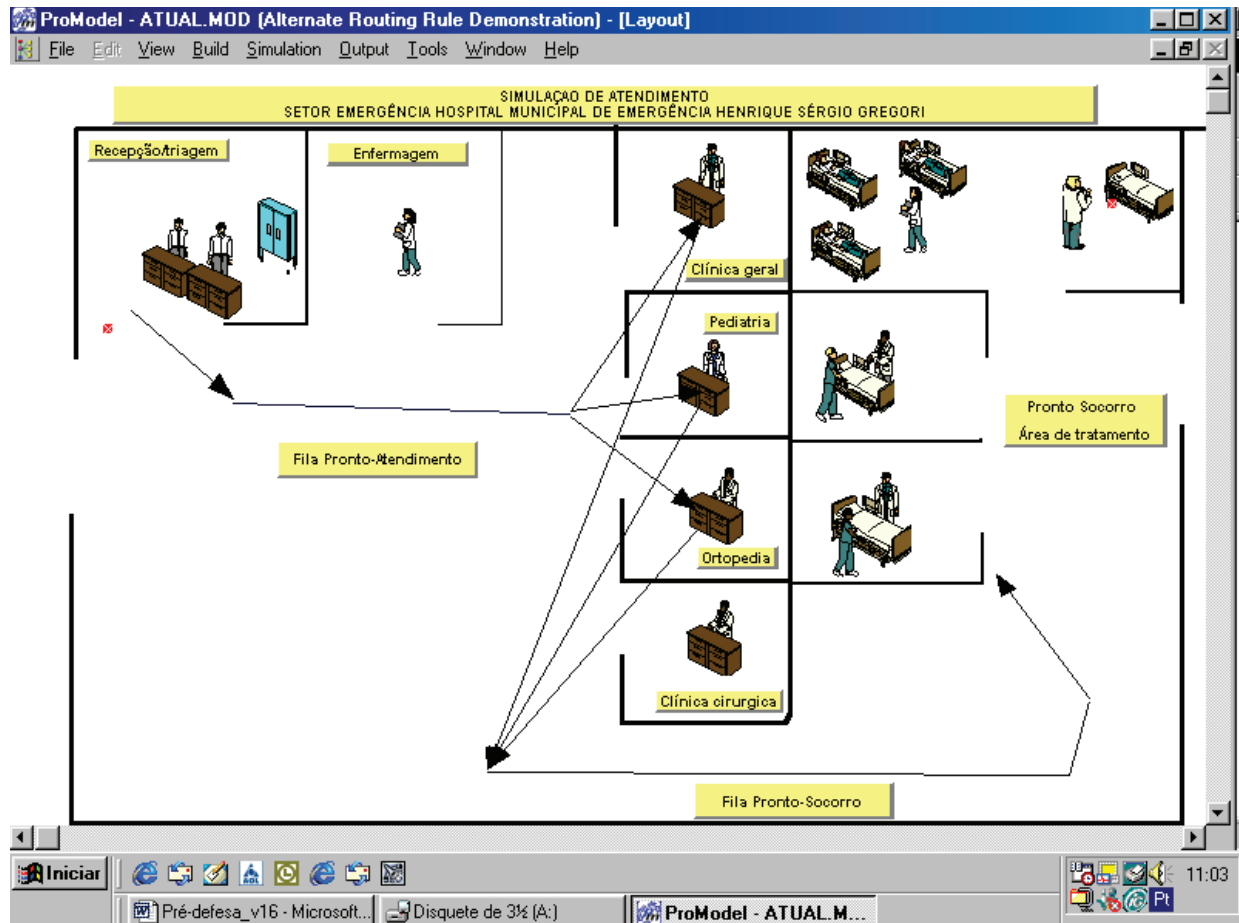


Figura 4 – Modelo de simulação  
**Fonte:** Sabbadini (2005, p. 155)

O paciente chega à unidade de emergência, sendo recebido por uma das recepcionistas, que efetua o preenchimento e o registro do BAM (Boletim de Atendimento Médico). Em seguida solicita ao paciente que aguarde na recepção.

O médico disponível recebe o paciente e inicia o atendimento. Faz a avaliação e emite o diagnóstico. Sendo um caso urgente é encaminhado para o Pronto-Socorro. Tratando-se de um paciente ambulatorial após a consulta este é liberado.

Segundo Rosseti et al (1999:1537) devido à complexidade dos processos relacionados ao fluxo de pacientes e ao grande número de eventos aleatórios a coleta de dados numa unidade de emergência hospitalar deve ser efetuada em etapas.

A primeira etapa consistiu na elaboração e na análise do fluxo de tratamento a pacientes no HMEHSG que foi apresentado e validado pela direção do hospital. Na segunda etapa foram definidas as informações necessárias relacionadas ao modelo conceitual, que são descritas a seguir: a) taxa de chegada dos pacientes ambulatoriais e urgentes e tempo de atendimento (na recepção, na clínica geral, na pediatria, na ortopedia, na clínica cirúrgica e no Pronto-Socorro).

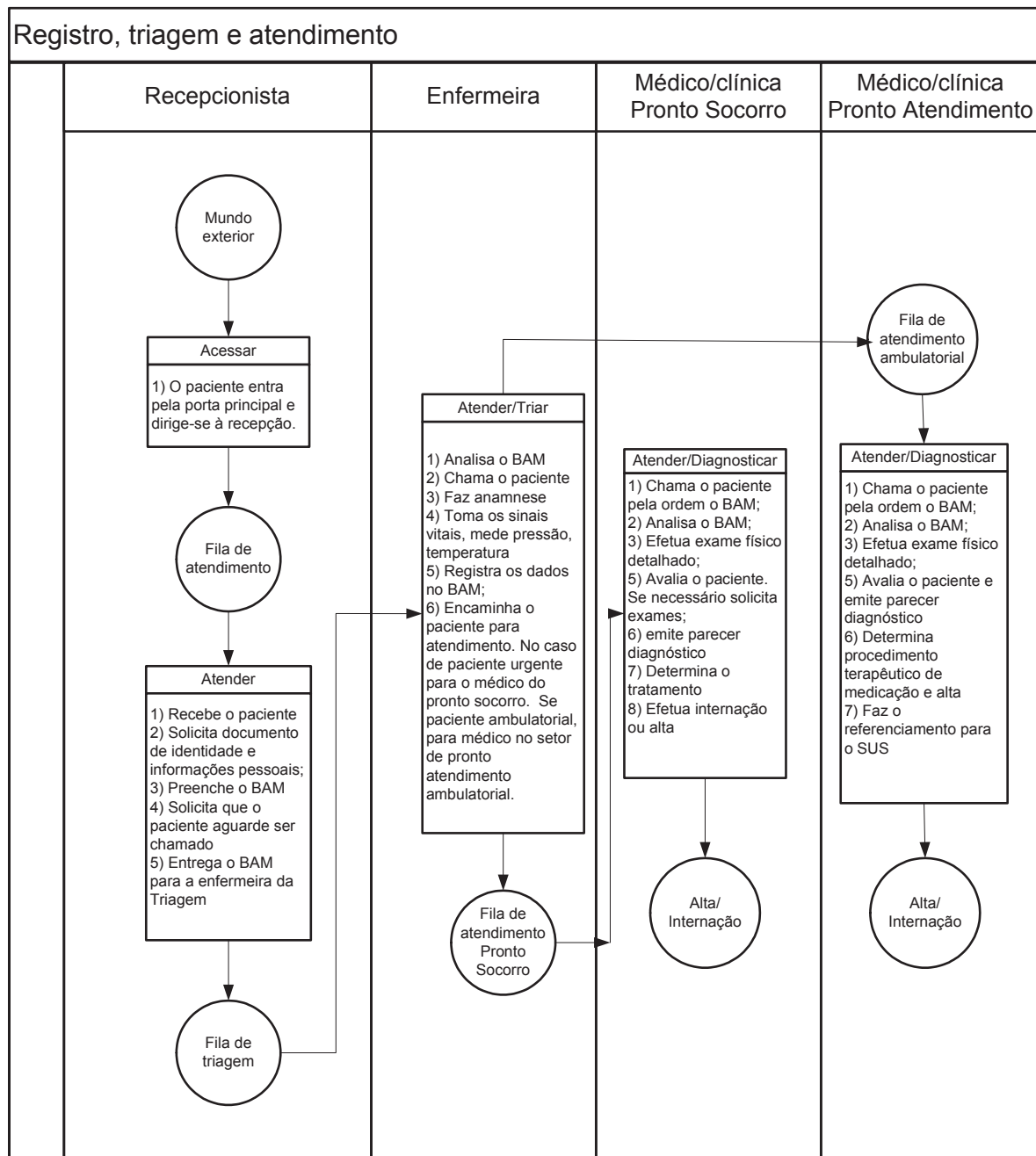
Na terceira etapa foram efetivamente coletados os dados relativos as taxas de chegada de pacientes e aos tempos de atendimento em dias típicos de operação da unidade de emergência.

A animação do modelo computacional desenvolvido permitiu o seu completo entendimento pelos gestores e demais envolvidos no projeto, que o validaram como uma representação do sistema real.

Para garantir que o modelo estivesse construído corretamente adotaram-se os seguintes procedimentos no processo de verificação: 1) A seqüência lógica e os roteiros das entidades foram comparados com o fluxo de pacientes, confirmando sua correta representação no modelo computacional; 2) Foi utilizada a opção de rastreamento do MedModel, versão 3.5, o que permitiu o acompanhamento no modelo evento a evento, garantindo a representação acurada do sistema real; e 3) O experimento foi realizado diversas vezes. Os relatórios gerados foram comparados a situações conhecidas e analisados até que replicassem o modelo.

O foco da aplicação do modelo é na agilização do fluxo de pacientes urgentes pela melhoria no processo de triagem, tendo em vista que são casos que demandam maior atenção naquele hospital, uma vez que os casos de emergência são prontamente atendidos, não havendo espera do paciente pelo atendimento médico.

No modelo proposto, o paciente chega à recepção sendo atendido pela recepcionista. Após cerca de 2 minutos, para preenchimento do BAM, é encaminhado à triagem. A enfermeira, de posse do boletim de atendimento, faz a avaliação do paciente, para definir a severidade do caso e o seu encaminhamento. Sendo um paciente urgente é encaminhado para o Pronto-Socorro. Tratando-se de um paciente ambulatorial segue para o setor de Pronto Atendimento, conforme se pode observar na figura 5.



**Figura 5** – Modelo conceitual proposto  
**Fonte:** Sabbadini (2005, p. 162 )

Elaborado o modelo conceitual proposto, foram efetuados os ajustes necessários no modelo computacional, de modo a refletir no simulador o comportamento deste, conforme se pode observar na figura 6.

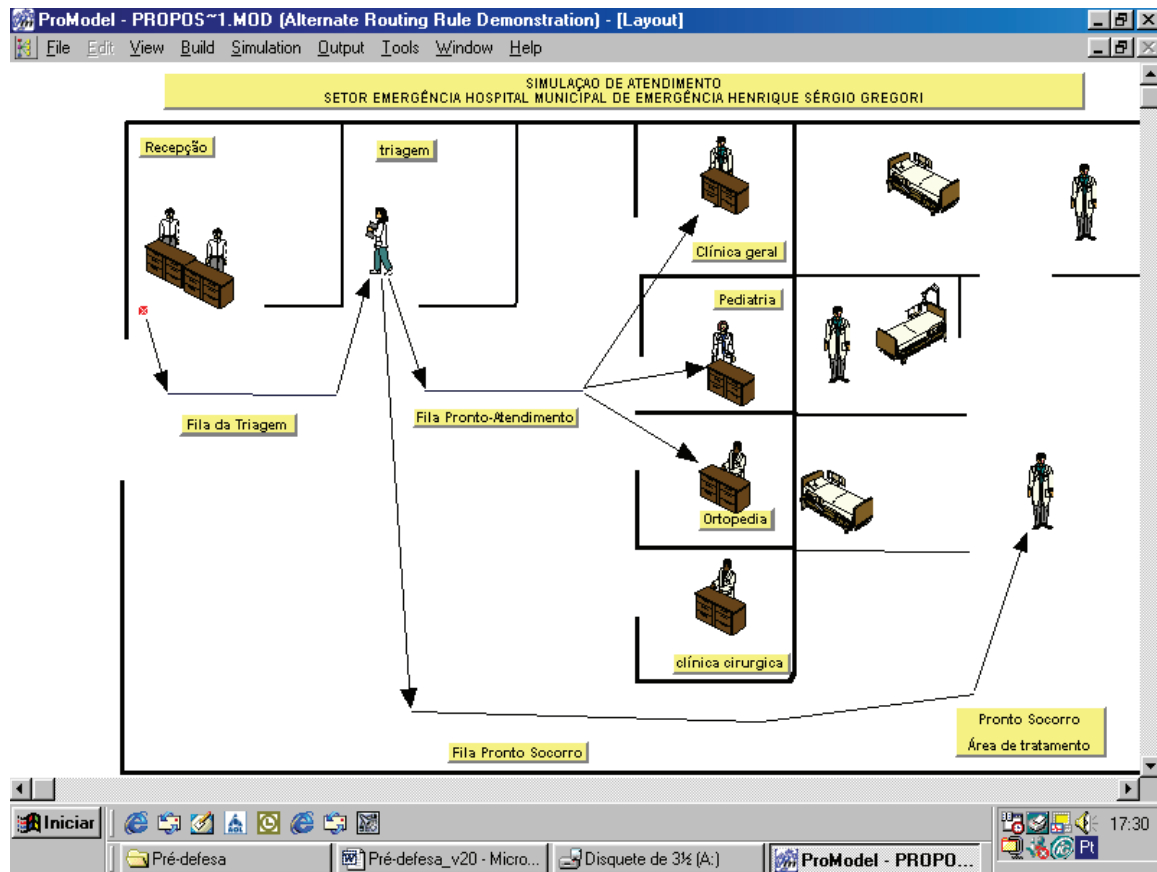


Figura 6 – Modelo computacional proposto

Fonte: Sabbadini (2005, p. 192)

Após a realização do experimento pode-se verificar uma redução no tempo de espera do paciente com quadro urgente, conforme se observa na figura 7, pela melhoria do processo de triagem e pela realocação de médicos, em função da demanda em cada clínica.

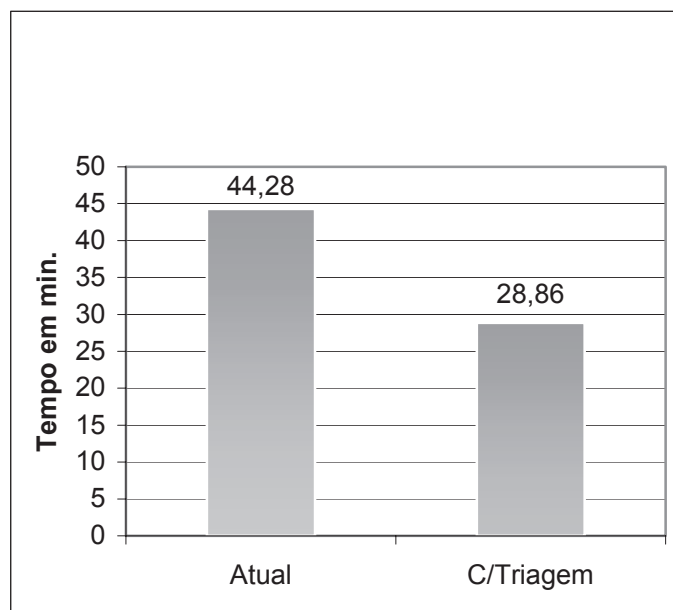


Figura 7 – Tempo médio de espera do paciente urgente por atendimento

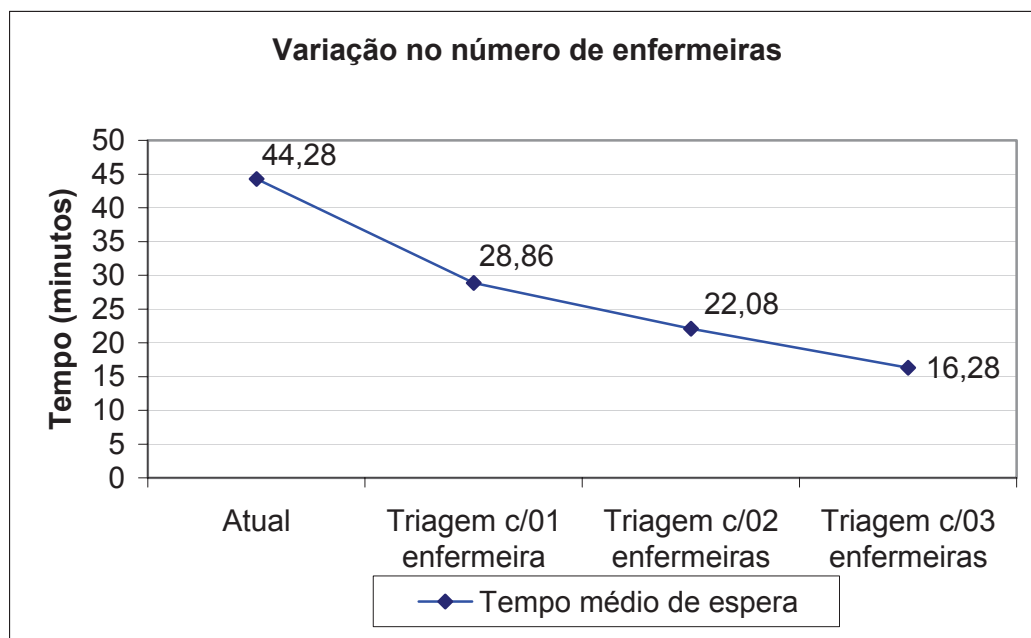
Fonte: Sabbadini (2005, p. 171)

Um dos benefícios da simulação é a possibilidade de se verificar o comportamento do sistema e a partir daí definir onde se devem realizar as alterações e os investimentos para melhorar o atendimento.

Com a simulação pode-se visualizar a ocorrência da sobrecarga em determinadas clínicas e a ociosidade em outras, permitindo avaliar ações de curto prazo como a realocação de médicos nos horários de pico para atender a demanda de atendimentos aos pacientes e agilizar o fluxo de tratamento.

Em processos intensivos em recursos humanos a análise dos efeitos de alterações na sua configuração sobre o sistema é uma das questões que devem ser avaliadas. No caso da triagem a disponibilidade de enfermeiras disponíveis repercute diretamente nos resultados esperados. No HMEHSG há três enfermeiras alocadas à unidade de emergência.

Na figura 8 pode-se observar os efeitos sobre o tempo de espera do paciente urgente. Parte-se da situação atual, sem a triagem, e varia-se o número de enfermeiras alocadas ao setor considerando a triagem com 01 enfermeira, com 02 enfermeiras e com 03 enfermeiras.



**Figura 8** – Tempo médio de espera do paciente urgente por atendimento

Fonte: Sabbadini (2005, p. 179)

A partir dos resultados obtidos os gestores puderam tomar decisões quanto a alocação e a utilização de recursos humanos estratégicos, com o intuito de agilizar o atendimento aos pacientes de urgência.

## 5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da teoria das restrições no HMEHSG contribuiu na melhoria do gerenciamento dos processos de tratamento em pacientes com quadro de urgência naquela unidade de emergência hospitalar, através da identificação do gargalo no sistema.

A percepção antecipada por parte dos gestores, dos efeitos de uma mudança nos processos sobre o acompanhamento dos pacientes, mostrou-se importante no sentido de que estes gestores puderam tomar decisões efetivas e efetuar ajustes necessários no sistema real.

A visão sistêmica obtida possibilitou compreender o funcionamento das operações necessárias para o tratamento de pacientes, sendo possível identificar as interações entre as partes de cada um dos processos, os problemas potenciais e efetivos, e as oportunidades de melhorias contínuas.

O gerenciamento baseado na teoria das restrições assume uma dimensão estratégica num ambiente complexo em que se encontra o desafio de gerenciar permanentemente recursos. Ao redirecionar as ações de melhorias nos recursos gargalo, pode-se ajustar a capacidade à demanda e atuar nos pontos do sistema em que os benefícios da alteração vão repercutir no aumento da capacidade global.

A redução do tempo entre o registro e o início do tratamento para o paciente urgente possui implicações importantes como a melhoria da assistência prestada a este paciente que passa a ter o acesso priorizado em função da severidade do seu caso, iniciando-se mais rapidamente seu tratamento.

Ao se alterar o direito de precedência na fila aumenta-se a eficiência do sistema em direção a meta da organização de atender com agilidade os pacientes com casos de urgência e reduzir o risco de seqüelas ou do agravamento do seu quadro clínico, tendo em vista um diagnóstico mais rápido que conseqüentemente possibilita o início mais ágil do tratamento ao paciente.

Os resultados obtidos demonstraram que com a triagem especializada reduz-se o tempo de espera do paciente urgente e conseqüentemente agiliza-se o início do seu tratamento.

Um dos benefícios observados através da simulação refere-se a avaliação de mudanças nos processos. No HMEHSG a avaliação do cenário proposto mostrou que apesar de se adicionar uma atividade obtém-se ganhos de produtividade na direção da meta da organização, possibilitando-se assim atender a um maior número de casos de pacientes de urgência, ao mesmo tempo em que se melhora a qualidade da atenção a estes.

Os experimentos realizados permitiram antecipar conseqüências de mudanças operacionais antes da sua implementação no sistema real, sem gerar ônus elevados, num setor complexo, com altos custos e elevados riscos, como é uma unidade de emergência hospitalar, que envolve o cuidado a vidas humanas.

As contribuições desta pesquisa estão relacionadas diretamente ao gerenciamento da capacidade dos serviços e na melhoria contínua dos serviços a serem prestados. O assunto não se esgota, devendo avançar, a partir do desenvolvimento de um estudo relativo ao comportamento da restrição no sistema. Segundo a teoria das restrições e o processo de focalização, uma vez que ocorre uma melhoria no gargalo, as restrições podem mudar de lugar no sistema.

## REFERÊNCIAS

BANKS, Jerry; CARSON, John S. *Discrete-event system simulation*. Prentice-Hall international series in industrial and system engineering. New Jersey: Prentice Hall, 1984.

DE OLIVEIRA, M. J. F. A patient-oriented modeling of emergency admission system of a brazilian hospital. In *Anais do 23 Euro Working Group Operational Research Applied Health Services*, Glasgow, Escócia, Jul, p. 19-22, 1994.

FITZSIMMONS, James A.; FITZSIMMONS, Mona J. *Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia de informação*. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

GOLDRATT, Elyahu M. *What is this thing called Theory of Constraints and how should it be implemented?* Massachusetts: North River Press, 1990.

GONÇALVES, Antônio Augusto. *Gestão da capacidade de atendimento em hospitais de câncer*. Dissertação (Doutorado em engenharia de produção). Rio de Janeiro : COPPE/UFRJ, 2004.

KERSHAW, R. Using TOC to cure healthcare problems. *Management Accounting Quarterly*, Spring, p. 22-28, 2000.

PHIPPS, Belinda. Hitting the bottleneck. *Health Management*. United Kingdon. 1999. Disponível em Goldratt Institute. ( [www.goldratt.com](http://www.goldratt.com) ). Acesso em 20/jul/2004.

ROSSETTI, Manuel D.; TRZCINSKI, Gregory F.; SYVERUD, Scott A. Emergency department simulation and determination of optimal attending physician staffing schedules. In *1999 Winter Simulation Conference. Proceeding* , Arizona 1999.

ROTSTEIN, Zeev; et al. Management by constraints: considering patient volume when adding medical staff to the emergency departament. *IMAJ – International Medicine Australian Journal*, v. 4, p. 171-174, march, 2002.

SABBADINI, F.S. *Gerenciamento de restrições em hospital de emergência: um estudo de caso no Hospital Municipal Henrique Sérgio Gregori*. Dissertação ( Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial ). Rio de Janeiro. UNESA, 2005.

VERGARA, Silvia Constant. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 6ª ed. – São Paulo : Atlas, 2005.

YIN, Robert. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2. ed. Porto Alegre : Bookman, 2001.