



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Instituto de Ciências exatas e Aplicadas – ICEA
Departamento de Engenharia de Produção – DEENP
Campus João Monlevade



SIMULAÇÃO E GESTÃO DA CAPACIDADE: APLICAÇÃO DE UM MODELO COMPUTACIONAL EM UM PRONTO ATENDIMENTO

Augusto Franco Mota

Orientador: *Dr. Alexandre Xavier Martins*

João Monlevade, Março de 2016.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Instituto de Ciências exatas e Aplicadas – ICEA
Departamento de Engenharia de Produção – DEENP
Campus João Monlevade



SIMULAÇÃO E GESTÃO DA CAPACIDADE: APLICAÇÃO DE UM MODELO COMPUTACIONAL EM UM PRONTO ATENDIMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção de Grau em Engenharia de Produção.

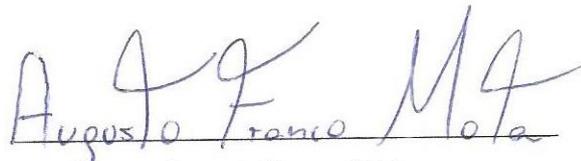
Orientador: *Dr. Alexandre Xavier Martins*

João Monlevade
ICEA – UFOP
Março de 2016



TERMO DE RESPONSABILIDADE

O texto do trabalho de conclusão de curso intitulado “**SIMULAÇÃO E GESTÃO DA CAPACIDADE: APLICAÇÃO DE UM MODELO COMPUTACIONAL EM UM PRONTO ATENDIMENTO**” é de minha inteira responsabilidade. Declaro que não há utilização indevida de texto, material fotográfico, dados de empresas ou qualquer outro material pertencente a terceiros sem o devido referenciamento ou consentimento dos referidos autores.


Augusto Franco Mota

João Monlevade, Março de 2016



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Instituto de Ciências exatas e Aplicadas – ICEA
Departamento de Engenharia de Produção – DEENP
Campus João Monlevade



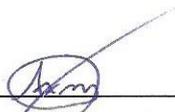
ANEXO VIII – ATA DE DEFESA

Aos 29 dias do mês de fevereiro de 2016, às 16 horas, na sala D304 deste instituto, foi realizada a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso pelo aluno Augusto Franco Mota, sendo a comissão examinadora constituída pelos professores: Dr. Alexandre Xavier Martins, MSc. Gabriela Braga Fonseca, MSc. Paganini Barcellos de Oliveira. O aluno apresentou o trabalho intitulado: SIMULAÇÃO E GESTÃO DA CAPACIDADE: APLICAÇÃO DE UM MODELO COMPUTACIONAL EM UM PRONTO ATENDIMENTO. A comissão examinadora deliberou, pela:

- () Aprovação
(x) Aprovação com Ressalva - Prazo concedido para as correções: 30 dias
() Reprovação com Ressalva - Prazo para marcação da nova banca: _____
() Reprovação

do aluno, com a nota 9,4. Na forma regulamentar e seguindo as determinações da resolução COEP12/2015 foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da comissão examinadora e pelo aluno.

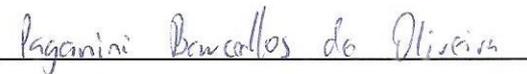
João Monlevade, 29 de fevereiro de 2016.



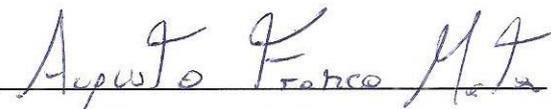
Professor Orientador: Dr. Alexandre Xavier Martins



Convidada: MSc Gabriela Braga Fonseca



Convidado: Paganini Barcellos de Oliveira



Aluno: Augusto Franco Mota



AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, principalmente meus pais, Roselena e Ivan, aos meus queridos amigos da cidade de Ouro Branco, Acauã, Deberton e Guilherme, que me incentivaram a seguir o caminho da Engenharia.

Agradeço aos meus irmãos da República Granja e Alcateia pelos grandes momentos proporcionados que ficarão para vida toda. Agradeço também meus tios: Ricardo e Angela, vocês sempre acreditaram no meu potencial e isso fez toda a diferença!

Ao meu professor orientador Alexandre, que ajudou a trilhar mais essa etapa da minha vida, obrigado pela paciência e disponibilidade.

Agradeço a equipe do Hospital Margarida pela oportunidade de mostrar o meu trabalho.

Agradeço a UFOP pelos cinco anos de aprendizado, agradeço também a PRACE por proporcionar condição para eu residir em outra cidade através de suas bolsas, com certeza não teria conseguido se não fosse por isso.

Agradeço aos professores pela dedicação e empenho, aos funcionários pela atenção com os alunos. Agradeço à turma 2010/2 pela parceria que levarei por toda a vida.

A todos que de alguma forma participaram dessa história, muito obrigado!

RESUMO

Simulação, gestão da capacidade, teoria das filas, são todos conceitos amplamente aplicados na indústria. Entretanto, quando se trata da área de saúde a literatura é restrita e poucos são os trabalhos relacionados à utilização da simulação computacional como ferramenta de apoio na tomada de decisão em gestão hospitalar, área onde os processos são extremamente dinâmicos, possuem altos custos e pouca margem para mudanças na estrutura organizacional. Este trabalho é resultado de um estudo desenvolvido no Hospital da Associação São Vicente de Paulo (Hospital Margarida), com o objetivo de identificar as restrições do processo de atendimento, reduzindo o tempo de espera em filas e diminuindo custos operacionais causados por gargalos. A metodologia utilizada é modelagem através da simulação computacional, com caráter quantitativo. Através de seus resultados foi possível determinar a capacidade de cada posto operatório e seus respectivos custos, sendo possível aumentar o fluxo de pacientes atendidos e melhorar a alocação de recursos.

Palavras chave: Simulação computacional, processos dinâmicos, teoria das filas e gestão hospitalar.

ABSTRACT

Simulation, capacity management and queueing theory are well-known concepts in the industry. Meanwhile, there are not enough published information in the health area about the use of computer simulation as a decision support tool in hospital management, place where the processes are extremely dynamic, expensive and without mobility to change its organizational structure. This paper is the result of a study conducted at the Hospital from the Associação São Vicente de Paulo, and it aims to identify the service restrictions, reducing the waiting time in queues and the operational costs caused by bottlenecks. The methodology used was the modeling through computer simulation of quantitative trait. From the results, it was possible to determine the capacity of each workstation and its related costs, what made possible increasing the flow of attended patients and improving the allocation of recourses.

Keywords: computer simulation, dynamic processes, queueing theory and hospital management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Elementos de uma fila.....	11
Figura 2 Fluxograma para construção do modelo	16

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais procedimentos realizados no Pronto Atendimento.....	21
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de atendimentos no Pronto Socorro em 2015.....	18
Tabela 2 - Análises estatísticas dos dados de 2015.	19
Tabela 3 - Principais procedimentos realizados no Pronto Atendimento.....	20
Tabela 4 - Classificação de risco.	21
Tabela 5 - Percentual das classificações de risco no ano de 2015.....	22
Tabela 6 - Distribuições teóricas de Probabilidade	23
Tabela 7 - Quadro de funcionários e custos mensais.....	24
Tabela 8 - Porcentual da demanda por profissional.	25
Tabela 9 - Comparação de dados com o simulador.....	26
Tabela 10 - Tempo médio de atendimento dos processos isolados.....	27
Tabela 11 - Tempo médio de atendimento baseado na classificação de risco	27
Tabela 12 - Tempo médio de fila dos postos operatórios.....	28
Tabela 13 - Tempo médio de fila do Cenário 1	30
Tabela 14 - Tempo médio de fila do Cenário 2.....	31
Tabela 15 - Tempo médio de fila do Cenário 3.....	33
Tabela 16 - Tempo médio de fila do Cenário 4.....	35
Tabela 17 - Corpo Clínico do Cenário 5	37
Tabela 18 - Tempo médio de fila do Cenário 5.....	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Pesquisa de qualidade realizada no ano de 2015.....	5
Gráfico 2 - Taxa de ocupação dos funcionários	28
Gráfico 3 - Custos operacionais totais.....	29
Gráfico 4 - Custos operacionais totais do Cenário 1.	30
Gráfico 5 - Custos operacionais totais do Cenário 2.	32
Gráfico 6 - Taxa de ocupação dos funcionários do Cenário 2.....	32
Gráfico 7 - Custos operacionais totais do Cenário 3.	34
Gráfico 8 - Taxa de ocupação dos funcionários do Cenário 3.....	35
Gráfico 9 - Custos operacionais totais do Cenário 4..	36
Gráfico 10 - Taxa de ocupação dos funcionários do Cenário 4.....	37
Gráfico 11 - Custos operacionais totais do Cenário 5.	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
1.1. Contextualização do problema	04
1.2. Objetivos	06
1.2.1. Objetivos gerais.....	06
1.2.2. Objetivos específicos	06
1.3. Importância do trabalho	06
1.4. Estrutura do trabalho	07
2. REVISÃO DA LITERATURA	08
2.1. Simulação Computacional.....	08
2.2. O modelo computacional	09
2.3. Teoria das filas.	10
2.4. Simulação em um contexto hospitalar.....	12
3. METODOLOGIA	13
3.1. Natureza de pesquisa.....	13
3.2. Definição do problema.....	14
3.3. Coleta de dados	14
3.4. Desenvolvimento do modelo.....	14
3.5. Tradução do modelo.....	15
3.6. Validação do modelo.....	15
3.7. Experimentação.....	15
3.8. Projeto experimental final e análise dos dados	15
3.9. Implementação	16
4. ORGANIZAÇÃO EM ESTUDO	15
4.1. A Associação São Vicente de Paulo.....	17
4.2. Descrições do problema	17
4.3. Caracterização do Pronto Atendimento.....	18
4.4. Processo de atendimento dos pacientes.....	21
4.5. Coleta de dados.	23
4.6. Validação do modelo.....	25
5. ANÁLISE E RESULTADOS	29
5.1. Cenário 1.	29
5.2. Cenário 2.	30
5.3. Cenário 3.	32
5.4. Cenário 4.	34
5.5. Cenário 5.	36

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	38
REFERÊNCIAS	40

1. Introdução

1.1. Contextualização do problema

A situação crítica das organizações de saúde da cidade de João Monlevade tem chegado a um estado alarmante, o qual filas enormes e má qualidade no atendimento vêm sendo as maiores queixas segundo os pacientes. A falta de gestão eficiente de recursos, os elevados custos operacionais e burocráticos processos políticos agravam ainda mais essa situação.

Com a população cada vez mais descontente com este cenário algumas medidas vêm sendo tomadas com o intuito de aumentar a eficiência e qualidade do serviço da área de saúde da cidade.

Atualmente a Associação São Vicente de Paulo vive um processo de fusão com o pronto atendimento público da cidade de João Monlevade tendo a maioria de seus recursos realocados. A gestão de recursos nesta situação torna-se um fator estratégico, necessitando de um minucioso estudo sobre o tema.

Devido a uma nova série de restrições de ordem orçamentaria, vários cortes vêm sendo realizados sem estudos aprofundados. Quando projetos de redução de custos são aplicados de maneira incorreta e sem uma análise precisa, pontos específicos do processo ficam sobrecarregados, gerando filas e queda no fluxo de atendimento, o que leva à queda no faturamento e aumento no custo operacional por paciente.

O presente trabalho estuda a viabilidade de alterações no quadro de funcionários e processos internos, de maneira a gerenciar gargalos de forma rápida e eficiente, otimizando o fluxo de pacientes do hospital e reduzindo seus custos operacionais.

A simulação computacional é utilizada como ferramenta de apoio, avaliando mudanças em diferentes cenários a um custo mínimo, tornando possível implementar o melhor cenário após a tomada de decisão dos gestores.

Estudos que abordam sistemas de atendimento na área da saúde vêm tendo resultados de ganhos operacionais com aplicação de técnicas da pesquisa operacional, como exemplo Magalhães (2006) que com seu modelo contribui para uma redução

significativa dos tempos médios de espera dos pacientes em todos os períodos do dia no Hospital Universitário Antônio Pedro.

No que tange qualidade de atendimento na área da saúde, Las Casas (1999) cita quatro vertentes decisivas: confiabilidade, segurança, aspectos tangíveis e empatia.

A partir da coleta de dados junto ao setor de qualidade da empresa estudada, as maiores queixas dos pacientes estão relacionadas à demora de atendimento e grandes filas, como mostra o gráfico a seguir:

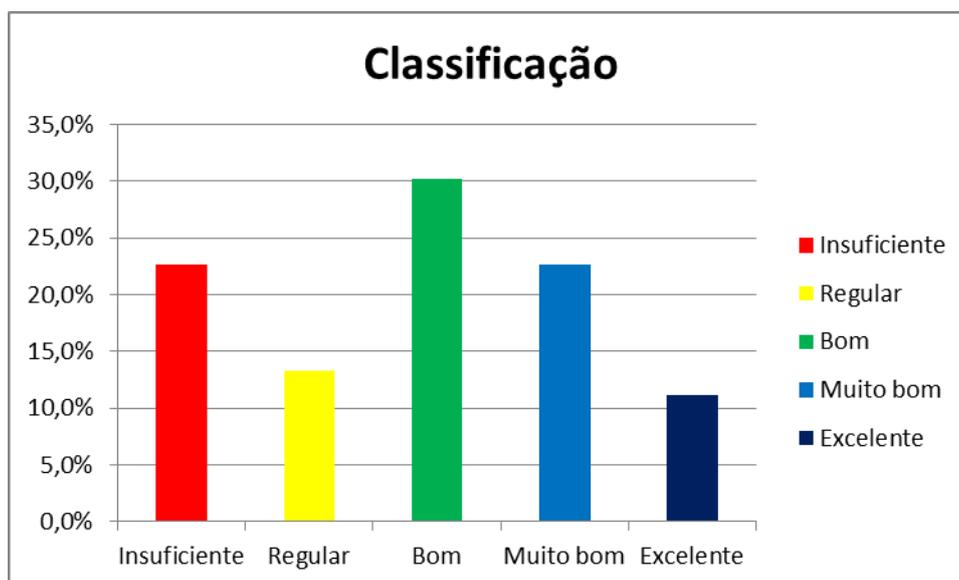


Gráfico 1: Pesquisa de qualidade realizada no ano de 2015.

Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseada nos indicadores do setor de Qualidade do hospital.

O Gráfico 1 apresenta a média anual da pesquisa de satisfação do ano de 2015 realizada pelo setor de qualidade do hospital, esta pesquisa é realizada mensalmente através de um questionário acessível a qualquer paciente, que possibilita a abertura para sugestões. Após o preenchimento o paciente deposita o questionário em uma urna, que é aberta ao final do mês para o lançamento dos indicadores da qualidade.

Com um índice de 22,7% de insatisfação no atendimento e elevados custos operacionais que impedem maiores investimentos em qualidade, o presente estudo pretende responder a pergunta seguinte: *“Como distribuir recursos físicos de maneira a aumentar o fluxo de atendimento e reduzir seus custos operacionais?”*

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos gerais

Implementar um modelo de simulação baseando-se em um pronto atendimento através de um *software* de simulação comercial, analisando a viabilidade de mudanças no quadro de funcionários e processos, aumentando o fluxo de atendimento e reduzindo custos operacionais.

1.2.2. Objetivos específicos

1. Realizar um estudo sobre técnicas de simulação em um setor da saúde;
2. Analisar as dependências de cada posto operatório e qual a sua participação no processo como um todo;
3. Levantar dados diários que serão utilizados posteriormente no modelo;
4. Criar um modelo computacional que represente de maneira adequada as situações cotidianas vividas pela instituição;
5. Validar o modelo através dos dados coletados;
6. Avaliar junto aos gestores as vantagens e desvantagens de cada cenário simulado, considerando então o que tiver melhor viabilidade.

1.3. Importância do trabalho

O Hospital Margarida vem sofrendo vários desequilíbrios no âmbito financeiro e social, fatores políticos ainda agravam a situação, deixando uma alta margem de insatisfação por parte da sociedade local. Cabe ao Engenheiro de Produção atender não só as necessidades no âmbito econômico, mas também contribuir de forma eficaz para o desenvolvimento social.

Segundo Silva (2015) *apud* Mayer (1970) estudos demonstram uma correlação direta entre o tempo de resposta de serviços de atendimentos em chamadas de urgência e a probabilidade de sobrevivência de vítimas envolvidas em acidentes. Fica claro que quando o assunto é saúde o tempo de resposta é fator decisivo para a qualidade no atendimento.

A simulação destaca-se no setor hospitalar, não apenas por ser capaz de reduzir custos e garantir maior ganho operacional, o fator humanização também fica intrínseco a melhoras no atendimento, trazendo vantagens não só aos gestores, mas a sociedade também.

Através do uso da simulação é possível avaliar o tempo de espera em filas, a sua disciplina, os custos gerados, a intensidade do tráfego, capacidade do sistema e processos que restringem o fluxo contínuo do atendimento, melhorando a visão do sistema como um todo e tornando possível direcionar recursos de maneira eficiente.

Os *softwares* de simulação no Brasil são utilizados constantemente no setor de mineração, bancário, portuário e logístico, mas sua aplicação na área de saúde é extremamente baixa se comparado com alguns países da Europa e Estados Unidos, estes países possuem uma vasta gama de material quando o assunto é simulação aplicada à saúde.

Neste sentido, o presente trabalho, que conta com total apoio do novo diretor do hospital contribuirá para o desenvolvimento econômico e social da organização, direcionando os recursos de forma eficaz, reduzindo custos desnecessários agilizando o processo de atendimento do pronto socorro.

1.4. Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em seis partes. Na primeira parte são apresentados os norteadores da pesquisa, contendo a introdução do projeto, apresentando a contextualização do problema, justificativa para a realização do trabalho e os objetivos esperados.

A segunda parte corresponde a uma fundamentação teórica diante de uma literatura específica, explicitando os conceitos relacionados à simulação computacional, elementos da modelagem, suas vantagens e desvantagens e a utilização do modelo em um contexto de pronto atendimento.

Em seguida é feito a descrição metodológica da pesquisa, desde os primeiros passos, como a formulação do problema e as variáveis que afetam diretamente o

processo, até a modelagem computacional do ambiente, onde são feitas as validações dos dados e por fim a sua documentação.

A quarta parte refere-se à empresa estudada, sendo realizada uma caracterização completa e avaliação criteriosa em questões como o setor, sua demanda, número de funcionários, tipos de clientes entre outros.

No quinto capítulo são analisados os resultados obtidos através do modelo desenvolvido, sendo realizada uma comparação com a situação atual e as vantagens e desvantagens de cada cenário proposto.

Por fim, o capítulo seis apresenta a conclusão obtida a partir da análise dos cenários e as recomendações à empresa.

2. Revisão da literatura

Neste capítulo é apresentada a base teórica para apoio conceitual do estudo abordado, desta forma, conceitua-se a simulação propriamente dita, o que é um modelo computacional, suas etapas, variáveis, elementos, suas vantagens e desvantagens.

2.1 Simulação Computacional

Segundo Harrel *et al* (2002), a simulação é um processo de experimentação a partir de um modelo criado de um sistema real, definindo de que forma este responderá a alterações no ambiente.

A simulação computacional trata-se de uma complexa ferramenta de análise que auxilia nas tomadas de decisão, permitindo a criação de cenários bem próximos da realidade, recriando de maneira fiel o processo desejado, tornado possível experimentos que muitas das vezes teriam grandes gastos se criados no mundo real.

Para Banks e Carson (1984), a simulação imita operações e processos reais de um sistema em um horizonte temporal definido, envolvendo a criação de uma história artificial do processo como um todo, utilizando das observações dos cenários para realizar análises e inferências relativas ao processo do mundo real.

A simulação pode envolver muitos fatores, como construir modelos, criar cenários, analisar sistemas e desenvolver conclusões com base nos dados estudados, sendo possível tomar boas decisões em situações onde o comportamento do processo é abstrato.

Conforme Couto (2003) empresas que conseguem perceber de forma rápida os efeitos das mudanças, evitam e solucionam problemas com agilidade e eficiência, o que proporciona a elas vantagem competitiva, garantindo a sua permanência no mercado dinâmico dos dias de hoje.

Conhecendo as dependências de cada posto operatório, tempos de atendimento, recursos financeiros e físicos, a simulação computacional torna-se extremamente aplicável, garantido resultados bem próximos de situações reais, sendo possível dimensionar de maneira confiável e eficiente sua capacidade produtiva.

Basicamente a simulação torna tangíveis informações de extrema importância, que podem estar implícitas no processo produtivo, levando em consideração restrições físicas, como exemplo, número de funcionários, salas de atendimento e equipamentos em geral.

A simulação pode ser definida como discreta ou contínua, a modelagem de processos discretos trabalha com processos que podem ser contabilizados de maneira individual, como a produção de itens em geral, já os contínuos não podem ser analisados dessa maneira, como a produção de gases, água tratada ou energia elétrica, este trabalho será realizado a partir de processos discretos.

2.2 O modelo computacional

Um modelo computacional é um conjunto de dados e informações de um processo isolado ou como um todo, com intuito de obter informações dos processos reais (COUTO, 2003).

Os modelos computacionais podem auxiliar na detecção de informações intrínsecas de um processo, gerenciar gargalos da produção, avaliar e planejar projetos futuros com um embasamento estatístico.

Segundo Silva (1998) os modelos de simulação podem aparecer de diversas formas, como jogos, processos cotidianos, simuladores de voos, modelos físicos entre outros.

Modelos de simulação são criados a partir de uma lógica específica de um determinado processo ou sistema, sendo alimentados por dados coletados que ao final se transformam parâmetros estatísticos, sendo possível validar o experimento.

De acordo com Pidd M. (1997), o modelo é uma representação externa e explícita de um pedaço da realidade, observada por uma pessoa que pretende utilizar o modelo para entender, alterar, administrar ou controlar esta parte do sistema.

No desenvolvimento de um projeto, o modelo de simulação computacional torna-se extremamente aplicável para a visualização de situações referentes a um teste, ou seja, examinar uma situação ou processo que ainda não aconteceu, dando ao seu

desenvolvedor o poder de tomar importantes decisões com base em dados estatísticos, diminuindo então o grau de incerteza.

2.3 Teoria das Filas

Conforme Pereira (2005) a teoria das filas tem como objetivo elaborar modelos matemáticos que representem da maneira mais próxima possível os processos de uma fila, com intuito de estimar parâmetros de um processo, como exemplo tempo médio de espera, tempo médio de permanência no sistema, número médio de elementos no sistema e na fila, entre outros.

As filas apresentam algumas características consideradas fundamentais como entidade, população, atendimento e servidores, que devem ser identificados na realização de qualquer estudo que envolva as filas.

- **Entidade:** é o termo é utilizado de maneira genérica podendo significar tanto pessoas, itens, automóveis, processos entre outros;
- **Tamanho da população:** é utilizado para representar em termos quantitativos o número de entidades de um sistema, como exemplo, o número de pessoas em uma cidade;
- **Processo de chegada:** define o ritmo e forma que as entidades entram em um sistema;
- **Processo de atendimento:** trata-se do horizonte temporal que se inicia ao sair de uma fila até momento que o processo é finalizado;
- **Número de Servidores:** é definido como o número de recursos que são utilizados para realizar o atendimento de uma entidade;
- **Disciplina da fila:** é a regra que determina qual será a próxima entidade atendida;
- **Tamanho médio da fila:** define o número médio de entidades em uma fila durante um determinado período de tempo;

- **Tamanho máximo da fila:** é o número máximo de entidades que podem estar contidas em uma fila devido a restrições como espaço físico, recursos ou tempo;
- **Tempo médio de espera na fila:** trata-se do somatório dos tempos de espera de cada entidade na fila dividido pelo número de entidades.

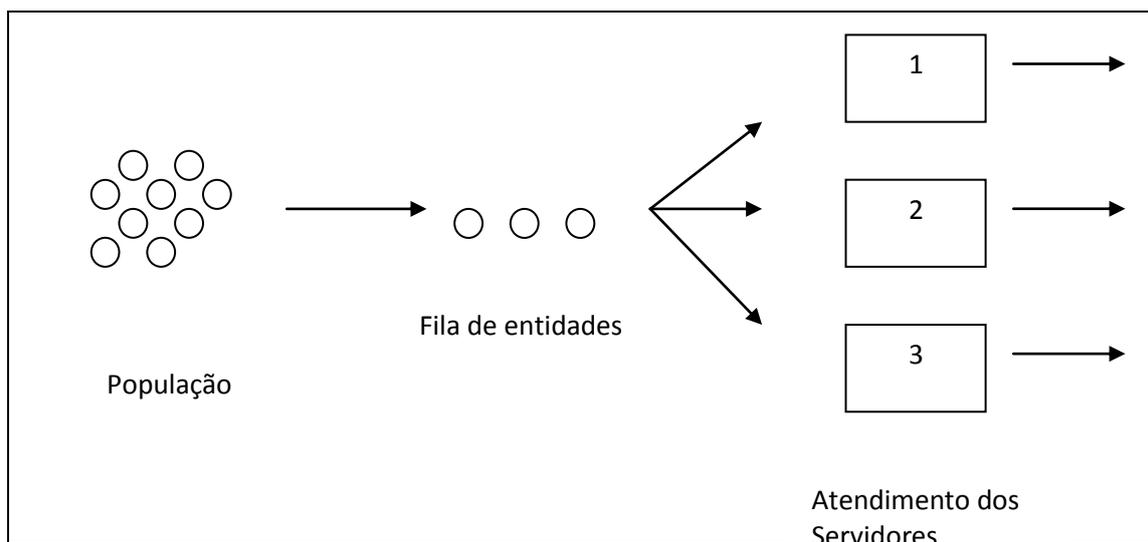


Figura 1: *Elementos de uma fila.*
 Fonte: Klen 2007.

A Figura 1 apresenta o processo de atendimento em um sistema, onde as entidades são pessoas contidas em uma população finita, que em seguida entram em um processo de chegada, baseado em distribuições estatísticas, a partir de então se sujeita a um tempo de espera, para que somente depois aconteça o atendimento pelos servidores.

2.4 Simulação em um contexto hospitalar

A simulação computacional ganhou força a partir da década de 60, como uma ferramenta de Pesquisa Operacional, sendo exaltada pelo seu poder de reproduzir a realidade gerando maior poder na tomada de decisão.

Handyside e Morris (1967) realizaram estudos sobre a duração de taxas de admissão e tempo médio de internação, simulando então a admissão de pacientes da emergência, sendo capaz de antecipar o efeito da ocupação dos leitos em agendamentos de rotação de admissão de pacientes.

Goldman e Knappenberger (1969) desenvolveram métodos alternativos para as disciplinas de filas em casos de cirurgia, com intuito de obter a máxima ocupação da sala de cirurgia. Os pontos analisados para avaliar a eficácia das políticas foram: a taxa de utilização da sala, tempo ocioso, o tamanho da fila e a necessidade de reagendar a cirurgia.

A partir dos anos 80 o uso da simulação teve grande impulso, aumentando também o número de publicações no setor da saúde.

De Oliveira (1982), realizou um estudo que se baseava em avaliar problemas administrativos que aconteciam na emergência de um hospital no Reino Unido, utilizando do banco de dados do hospital, tinha intuito de fornecer contribuições através da Pesquisa Operacional, aplicando um modelo estocástico para identificar o processo de chegada e em seguida fazendo uma combinação da teoria de Cadeias de Markov e Programação Linear, indicando então o número de pacientes a serem admitidos no hospital.

Toscano (2001) desenvolveu uma ferramenta com intuito de apoiar a tomada de decisões em situações emergenciais. O estudo procurou identificar a atenção ideal aos pacientes em casos emergenciais, dimensionando da melhor maneira, os recursos humanos e materiais da instituição.

Sabbadini (2005) utilizou da simulação computacional no pronto atendimento do Hospital Municipal Henrique Sergio Gregori para analisar o impacto de um novo processo de triagem com intuito de reduzir o tempo de espera em filas dos pacientes.

Austin e Boxerman (1995) concluíram que o grande problema com a simulação utilizada em gestão hospitalar é o fator humano, que possui grande influência nos processos da área de saúde e que não é considerado de forma fiel nos modelos. Os médicos tomam suas decisões baseados na situação atual do paciente, experiência individual e personalidade. Estes fatores alteram significativamente a capacidade de modelagem unicamente por tratamentos estatísticos. As características de cada paciente representa mais do que lhes pode ser atribuído com técnicas analíticas de um modelo.

3. Metodologia

Nesta parte do trabalho será explicitada a maneira pela qual a pesquisa foi desenvolvida, evidenciando a suas características, sua natureza e a metodologia seguida pelo autor para a realização do estudo.

3.1 Natureza da pesquisa

A natureza deste estudo pode ser classificada como uma modelagem computacional, trazendo métodos quantitativos para análise de um problema.

De acordo com Silva (2006) a utilização de ferramentas estatísticas no processo de apoio a tomada de decisão tem como objetivo numerar ou mensurar, tornando mais fácil tomar decisões estratégicas. Esta característica é responsável por diferenciar uma metodologia quantitativa da qualitativa.

A metodologia de pesquisa quantitativa é capaz de detalhar e tornar tangível a complexidade de determinados processos, ela analisa as possíveis interações das mais diversas variáveis, possibilita a compreensão de padrões e o entendimento do comportamento das entidades.

3.2 Definição do problema

Na etapa de definição do problema é necessário identificar o objetivo principal que o modelador pretende atingir, e se este objetivo possui uma viabilidade concreta a partir dos dados que o sistema pode fornecer. A partir de então são identificados os processos e variáveis que interferem no estudo.

A introdução de qualquer tipo de variável no modelo computacional está correlacionada com os resultados. A partir do momento que o modelador interage com o sistema, surgem novas variáveis que podem interferir no processo como um todo, e outras que até o momento eram relevantes, podem ser substituídas, ou até mesmo serem descartadas, caso o autor do modelo julgue que esta variável não possui valor e retarda ou aumenta os custos do projeto.

3.3 Coleta de dados

Esta fase do estudo pode ser considerada uma das etapas mais importantes do projeto, um modelo sem dados confiáveis não possui valor para a empresa por gerar resultados distorcidos e equivocados da realidade.

Portando deve-se definir de que maneira os dados serão coletados, visando sempre eficiência e maior equidade com os sistemas reais, esse objetivo pode ser atendido a partir do momento em que o número de amostras são suficientes e confiáveis, gerando estatísticas bem nutridas e resultados bem fiéis à realidade.

Para o desenvolvimento deste estudo, como critério de amostragem os dados foram extraídos dos relatórios do sistema de gerenciamento hospitalar utilizado pela instituição durante um período de três meses, de segunda a segunda, vinte e quatro horas por dia, obtendo-se os intervalos de chegada e o tempo de processamento de cada posto operatório.

3.4 Desenvolvimento do modelo

Esta etapa inicia-se com a interpretação dos processos de um sistema real, suas entidades, postos operatórios, disciplina das filas, número de atendentes, entre outros.

Nesta parte do estudo a lógica da interação das entidades e o sistema real são compreendidos de maneira que o modelo obtenha a maior coesão com a realidade.

3.5 Tradução do modelo

A tradução de um modelo consiste no processo de escolha de um *software* de simulação, ou seja, a linguagem computacional que se encaixe melhor a situação estudada, com intuito de ser mais assertivo em seus resultados.

Nesta etapa alguns fatores impactam na aquisição de um *software* de simulação, sendo algum deles o preço de compra, custo de treinamento, se existe uma versão para estudo, experiência do modelador, entre outros.

3.6 Validação do modelo

A validação de um modelo confirma que os dados obtidos através do sistema modelado representam os processos reais de maneira fiel, gerando informações que deem ao analista maior poder na tomada de decisão, podendo enfim optar pelo melhor cenário simulado.

Para se validar um modelo é indicada uma ação conjunta entre o responsável pela criação e funcionários que estão familiarizados com os processos reais do ambiente estudado, garantindo que nada passe despercebido aos olhos do modelador.

3.7 Experimentação

A fase de experimentação consiste na decisão do horizonte temporal simulado e a quantidade de replicações utilizadas, garantindo ao modelo uma base consistente de dados estatísticos, maior eficácia e consistência de informações nos relatórios de saída.

3.8 Projeto experimental final e análise dos dados

Nesta etapa do estudo são realizados experimentos em diferentes cenários, analisando a sensibilidade de cada posto operatório baseado em mudanças na demanda, servidores entre outros, comparando ao final das replicações os cenários que garantem maior retorno para organização.

Baseado então nos relatórios de saída gerados através dos cenários simulados o analista garante uma visão sistêmica e maior consistência em suas afirmações.

3.9 Implementação

Após a escolha dos melhores cenários simulados, em uma ação conjunta entre o modelador e os gestores da organização são estudadas estratégias de aplicação no sistema real, verificando se a mobilidade de recursos é possível.

No processo de implementação é necessário cautela e eficiência por parte dos analistas, garantindo que as perdas no processo real durante a alteração seja mínima, evitando desconforto por parte dos clientes e servidores causados pelas mudanças no processo. A fase de implementação o projeto de simulação pode ser representado pelo fluxograma da Figura 2.

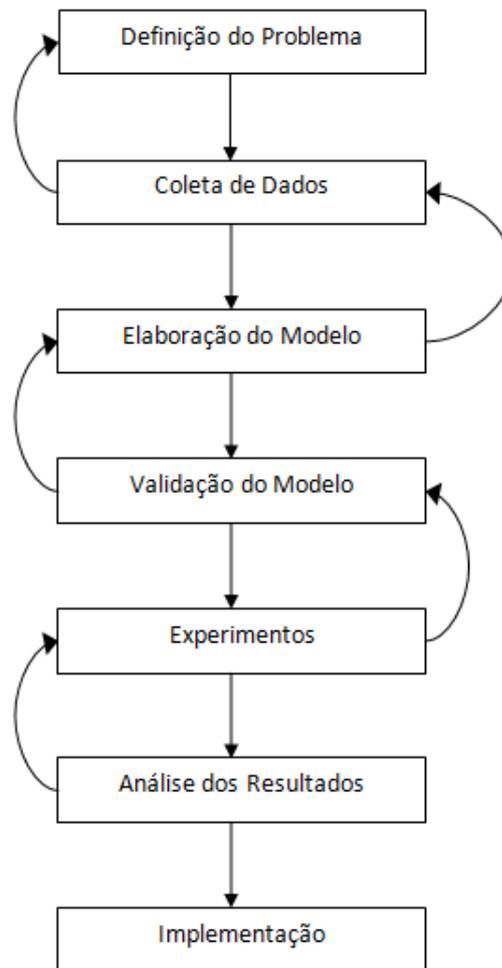


Figura 2: Fluxograma para a construção do modelo.
Fonte: Klen, 2007.

4. Organização em estudo

4.1 A Associação São Vicente de Paulo

O Hospital Margarida teve sua inauguração em 16 de novembro de 1952 pelo engenheiro Louis Jacques Ensch, então presidente da Cia. Siderúrgica Belgo Mineira atual Arcelor Mittal da cidade de João Monlevade, com objetivo de atender os trabalhadores da própria Belgo e seus dependentes.

No ano de 1975 surgiu a Associação Monlevade de Serviços Sociais, que possui caráter filantrópico, ficando responsável então pela administração do Hospital.

Em 1994, o hospital passou a ter sua administração terceirizada por empresas de consultoria hospitalar, porém, no ano de 2004 foi retomado à administração pelo então Conselho Central da Sociedade São Vicente de Paulo, tendo em abril de 2005 seu nome alterado para Associação São Vicente de Paulo de João Monlevade.

O Hospital conta com um quadro multiprofissional: farmacêutico, enfermeiros, nutricionista, administradores, técnicos e auxiliares de enfermagem, faturistas, recepcionistas, porteiros, auxiliares de higienização, de lavanderia e de manutenção e técnico em segurança do trabalho, possuindo um corpo clínico com mais de 70 médicos e mais de 50 colaboradores.

4.2 Descrição do Problema

Na área da saúde, especificamente em pronto-atendimentos, onde não existe hora marcada e a previsão da demanda é incerta, compreender comportamentos e identificar padrões de chegada torna-se um fator estratégico para a organização, permitindo relatórios mais precisos quanto à capacidade e gestão de recursos.

O fluxo de atendimento em um hospital é dinâmico e complexo, equilibrar a oferta com a demanda de pacientes é um desafio constante para gestores públicos e da área de saúde.

Deixando evidente que qualquer ferramenta que proporcione ganho operacional para sistemas de pronto-atendimentos em relação à alocação de recursos e administração de restrições é de grande valia para os gestores e para a população.

4.3 Caracterização do Pronto atendimento

O Pronto Socorro (PS) da Associação São Vicente de Paulo atende sete dias por semana, vinte e quatro horas por dia, trabalhando com o Sistema Único de Saúde (SUS), convênios e atendimentos particulares.

O pronto socorro conta com sala de raio-X, eletrocardiografia, pediatria, laboratório, salas de exames e leitos de observação, As principais buscas por atendimento são devido ao aumento e queda de pressão, febre alta, fraturas, cortes, infarto e derrame.

A Tabela 1 apresenta o número de atendimentos no pronto socorro durante o ano de 2015.

Mês	Numero de pacientes atendidos
Janeiro	3.665
Fevereiro	4.237
Março	3.891
Abril	3.573
Maiο	4.032
Junho	3.951
Julho	3.784
Agosto	4.096
Setembro	3.802
Outubro	5.127
Novembro	6.392
Dezembro	5.928
Media mensal	4.373

Tabela 1: Número de atendimentos no Pronto Socorro em 2015.

Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseada no relatório do Sistema de Gestão Hospitalar Tasy.

Conhecendo a demanda mensal é possível analisar a existência de correlações entre o período do ano e o a procura pelo serviço, sendo uma informação importante para buscar a fundo o motivo de variações significativas.

É possível notar um aumento na busca por atendimento a partir do mês de outubro, mês que ocorreu a fusão com o pronto atendimento público da cidade, desta forma processo estocástico da demanda dos pacientes neste período é o alvo desta pesquisa.

A Tabela 2 apresenta a média do número de pacientes que buscaram atendimento nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2015, por dias da semana.

Dias da Semana	Média do nº de pacientes	Máx.	Min.
Segunda-feira	231,321	291	51
Terça-feira	178,225	212	43
Quarta-feira	159,762	197	39
Quinta-feira	166,903	192	43
Sexta-feira	152,410	189	31
Sábado	78,934	105	12
Domingo	66,243	92	06

Tabela 2: Análises estatísticas dos dados médios de outubro, novembro e dezembro de 2015.
Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseada no relatório do Sistema de Gestão Hospitalar Tasy.

Observou-se que o número médio de pacientes, que buscaram por atendimento, nas segundas-feiras do período estudado, foi relativamente maior que nos outros dias da semana. Através desta análise também é possível observar que nos dias de sábados e domingos a demanda por atendimento é relativamente inferior.

Dentre as atividades realizadas dentro do pronto socorro, podem-se destacar algumas que tem maior representatividade na taxa de ocupação de seus funcionários, esses procedimentos são apresentados no Quadro 1.

PROCEDIMENTOS	
Avaliação cardiorrespiratória	Avaliação de saúde mental
Eletrocardiograma	Desfibrilação
Intubação orotraqueal	Aspiração traqueal
Rotina de curativos	Sondagem Vesical
Verificação da temperatura corporal	Mensuração do pulso
Mensuração da respiração	Oxigenoterapia
Administração de medicamentos	Sondagem nasogastrica
Lavagem Gástrica	Transporte do paciente
Restringir movimentos do paciente	Tricotomia
Tração da mandíbula e varredura digital	Avaliação de trauma torácico
Avaliação de trauma craniano	Avaliação de trauma raquimedular
Consulta Clínica	Atuação em crises convulsivas
Atuação básica em vítima inconsciente	Suturas em geral
Extração de raios-X	Tomografias

Quadro 1: Principais procedimentos realizados no Pronto Atendimento.
 Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseada no relatório do Sistema de Gestão Hospitalar Tasy.

4.4 Processos de atendimento dos pacientes

No processo de atendimento, os pacientes chegam ao pronto atendimento, se forem casos emergenciais são atendidos imediatamente, do caso contrário vão até o posto onde uma recepcionista abre uma ficha e cadastra o paciente no sistema, que aguarda na fila.

As fichas preenchidas com os dados do paciente são impressas na sala da pré consulta, nesta sala os pacientes são chamados de acordo com a ordem de chegada. No

processo de pré consulta uma enfermeira atende e classifica o paciente de acordo com sua gravidade, processo denominado triagem e possui características específicas.

A triagem é considerada um dos princípios do cuidado emergencial, uma sala de triagem classificatória de risco é um espaço físico obrigatório em Unidades de Pronto Atendimento, tendo seu principal objetivo identificar prioridades sendo essencial em filas que possuem superlotação.

A triagem de um Pronto Socorro é realizada através de um sistema de classificação por cor como demonstrado na Tabela 3.

Cor	Prioridade	Conceito	Atendimento
Vermelho	0	Emergência	Atendimento imediato
Laranja	1	Muito Urgente	Em até 10 minutos
Amarelo	2	Urgência	Em até 60 minutos
Verde	3	Não Urgente	Em até 480 minutos
Azul	4	Baixa Complexidade	Em até 48 horas
Branco	5	Nenhuma Complexidade	Encaminhamento posto de saúde

Tabela 3: Classificação de risco.
Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Esta triagem é chamada de protocolo de Manchester, onde a classificação é realizada a partir das dores, sinais, sintomas, sinais vitais, saturação de oxigênio, glicemia entre outros. Baseado na avaliação da enfermeira os pacientes são identificados com as cores correspondentes à gravidade.

Em pacientes com ficha vermelha (atendimento imediato), os exames são realizados posteriormente para o encaminhamento de tratamento clínico, cirurgia, observação ou alta. Os pacientes na categoria azul e branco são encaminhados aos postos de saúde caso optem por esperar atendimento no local, e se sujeitem a um tempo de espera indefinido, dependendo do fluxo de pacientes mais graves.

A Tabela 4 dispõe os valores percentuais da demanda anual de cada classificação isoladamente.

Cor	Classificação
Vermelho	0,24%
Laranja	1,28%
Amarelo	22,07%
Verde	64,52%
Azul	2,25%
Branco	9,64%

Tabela 4: Percentual das classificações de risco no ano de 2015.
Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseada no relatório do Sistema de Gestão Hospitalar Tasy.

Para este estudo considerou-se que no início da simulação o sistema esteja vazio, ou seja, não existam entidades na fila ou em processo de atendimento. Também não foram consideradas atividades administrativas, apenas atividades envolvidas no processo de pronto atendimento.

4.5 Coletas de dados

Para realização deste trabalho foram realizadas análises estatísticas da demanda na Unidade de Pronto Atendimento do Hospital Margarida, esta avaliação foi realizada durante 365 dias no ano de 2015, com exceção dos dados de chegada, que foram coletados a partir do mês de outubro.

A coleta de dados foi realizada pelo Sistema de Gestão Hospitalar *Tasy* desenvolvido pela empresa *Philips*, sendo possível determinar as curvas de distribuição teórica das probabilidades, que representam o comportamento estocástico dos pacientes, estas curvas foram determinadas através da ferramenta *Input Analyzer* do *software* utilizado.

Com intuito de acelerar o processo de atendimento, aumentando a qualidade no serviço prestado, este estudo foi realizado em dias e horários que apresentaram maior

sobrecarga aos funcionários, sendo eles de segunda-feira a sexta-feira, nos horários de 7h00min as 19h00min.

Os intervalos de chegada foram calculados através do relatório gerado pelo sistema eletrônico de senhas implantado, as distribuições representam o comportamento estocásticos dos pacientes e funcionários no período de 7h00min às 19h00min de segunda-feira a sexta-feira, dias e horários que apresentaram maior demanda.

As distribuições estão apresentadas na Tabela 5 em forma de expressões.

Item	Distribuição Diurna
Chegada	EXPONENCIAL (5.98)
Recepção	2 + GAMMA (1.05, 2.82)
Triagem	TRIANGULAR (2.32, 3.21, 7.81)
Generalista	3 + GAMMA (3.54, 1.95)
Pediatria	4 + ERLANG (1.46, 5)
Ortopedia	5 + GAMMA (2.11, 2.72)

Tabela 5: Distribuições teóricas de Probabilidade.

Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseada na ferramenta Input Analyser do simulador.

Os intervalos de tempo de atendimento da recepção foram calculados a partir dos horários de abertura da ficha, os intervalos da triagem coletados na abertura de classificação de risco pelo software *Alert*.

Por fim para determinar os intervalos entre as consultas com os clínicos, pediatras e ortopedistas foram utilizado os intervalos entre a abertura da alta clínica, momento que ocorre a liberação junto ao diagnostico, receita médica e atestado caso seja necessário.

A Tabela 6 apresenta o quadro de funcionários do sistema estudado no período de 07h00min às 19h00min com seus aproximados custos operacionais no mês.

Funcionário	Quantidade	Média Salarial	Encargos	Total
Recepcionista	3	R\$788,00	R\$575,24	R\$4.089,72
Enfermeiro	2	R\$2.300,00	R\$1.679,00	R\$7.958,00
Generalista	4	R\$7.338,00	R\$5.356,74	R\$50.778,96
Pediatra	2	R\$11.675,00	R\$8.522,75	R\$40.395,5
Ortopedista	2	R\$13.885,00	R\$10.136,05	R\$48.042,1

Tabela 6: Quadro de funcionários e custos mensais.

Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseada em informações fornecidas pelo setor de RH.

As informações da Tabela 6 foram fornecidas pelo setor de RH com a ressalva de que nem todos os funcionários recebem o mesmo valor, sendo estes apenas valores aproximados, assim como os encargos da folha de pagamento também não possuem valor exato.

Os valores dos encargos foram calculados a partir de uma média percentual de 73% do salário bruto do funcionário, média aproximada fornecida pelo setor de RH, que negou acesso aos valores reais de cada funcionário.

A escala dos generalistas, pediatras, ortopedistas e enfermeiros são de 6 horas diárias, enquanto a das recepcionistas 12 horas diárias, no período de 19h01min as 6h59min. A única alteração do quadro de funcionários é que o pronto atendimento fica sem pediatra e ortopedista.

A Tabela 7 apresenta a respectiva demanda por atendimentos nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2015, com ressalva de que pacientes que necessitavam do serviço de outro especialista do hospital passaram pelo clínico geral para obter o encaminhamento.

Cor	Classificação
Generalista	64,8%
Pediatra	21,5%
Ortopedista	13,7%

Tabela 7: Porcentual da demanda por profissional.

Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseada em relatórios do sistema de gestão hospitalar Tasy.

4.5. Validação do modelo

Para validar o modelo desenvolvido, foram utilizados os indicadores gerados pelo Sistema de Gestão Hospitalar *Tasy* nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2015, por apresentarem comportamento mais aderente à nova realidade do hospital, posteriormente foi comparado os valores reais com os valores gerados pelo simulador.

Nesta parte do estudo algumas ressalvas são realizadas para a validação do modelo. A primeira é em relação ao índice de absenteísmo que não é considerado pelo modelo, representando o funcionamento pressupondo que estes indicadores estejam sobre controle.

Cada posto operatório possui capacidade diferente no sistema dependendo do horário do dia, que são representados por calendários no modelo através de uma ferramenta do simulador utilizado.

Como o corpo clínico de Ortopedistas e Pediatras não trabalham no horário noturno, ao chegar eles realizam o atendimento nos pacientes que ficaram em observação durante a noite e passam nas clínicas acompanhando o quadro de evolução de seus pacientes, esse processo leva em torno uma hora, que é descontada na sua capacidade de atendimento no modelo, assim como o seu horário de almoço.

Os Clínicos gerais também se dividem para fazer o acompanhamento da evolução do quadro de seus pacientes internados nas clínicas, se revezando para garantir que ao menos um deles esteja fazendo o atendimento no Pronto Socorro, em alguns casos isolados de urgência foi constatado que houve necessidade dos dois generalistas nas clínicas, porem esses casos não é considerado no modelo por não haver banco de

dados sobre esses acontecimentos. O horário de almoço dos generalistas também é descontado da capacidade de atendimento.

Por existir apenas um enfermeiro no posto operatório de triagem durante o seu horário de almoço outro enfermeiro que trabalha na parte administrativa do Pronto Socorro assume seu posto para garantir o fluxo no entendimento dos pacientes.

A Tabela 8 compara os dados do gerados pelo sistema *Tasy* nos meses de outubro, novembro e dezembro com o *software* de simulação utilizado, no período de vinte e dois dias (um mês na escala de trabalho diurna), das 7h00min as 19h00min.

Processo avaliado	Dados do sistema	Dados Gerados pelo Simulador.
Número de pacientes atendidos	3.126	3.018
Tempo médio de triagem	4,83 min	4,46 min
Tempo médio da Consulta Geral	11,15 min	9,91 min
Tempo médio da Consulta Pediátrica	10,79 min	11,33 min
Tempo médio da Consulta Ortopédica	11,17 min	10,49 min

Tabela 8: Comparação de dados com o simulador.
Fonte: Pesquisa direta, 2015.

A partir dos dados apresentados verifica-se que o modelo computacional desenvolvido representa a rotina do pronto atendimento dentro do nível de 5% de significância e seus recursos podem ser utilizados para desenvolver cenários que auxiliam a tomada de decisões.

O a Tabela 9 apresenta o resultado gerado pela simulação em relação ao tempo médio de atendimento de cada posto operatório e seus respectivos valores máximos e mínimos.

Posto operatório	Tempo médio	Tempo mínimo	Tempo máximo
Recepção	4 min	2 min	14 min
Triagem	4 min	2 min	7 min
Clinica Geral	9 min	3 min	44 min
Pediatria	11 min	5 min	28 min
Ortopedia	10 min	5 min	23 min

Tabela 9: Tempo médio de atendimento dos processos isolados
Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado pelo simulador.

Na Tabela 10 são apresentados os tempos médios e máximos de espera em filas, baseado nas classificações de risco.

Classificação	Tempo médio	Tempo máximo
Vermelho	0	0
Laranja	15 min	20 min
Amarelo	24 min	114 min
Verde	37 min	254 min
Azul	11 min	63 min
Branco	14 min	84 min

Tabela 10: Tempo médio de atendimento baseado na classificação de risco.
Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado pelo Simulador.

Com base nos dados apresentado pela Tabela 10 observa-se que o tempo médio para atendimento de pacientes de classificação laranja é superior ao recomendado, também é possível observar que existem casos pontuais em que o atendimento de pacientes de classificação verde e amarela foi excedido.

Em alguns casos pacientes de classificação Azul e Branco chegaram a esperar mais de uma hora em filas, para não ter atendimento, fator que contribui significativamente na percepção da qualidade do serviço prestado pelo hospital.

A Tabela 11 dispõe os tempos médios das filas de cada processo isoladamente, obtidos através do simulador

Posto operatório	Tempo médio	Tempo máximo
Recepção	0.35 min	11 min
Triagem	14 min	84 min
Clinica Geral	16 min	104 min
Pediatria	27 min	185 min
Ortopedia	16 min	76 min

Tabela 11: Tempo médio de fila dos postos operatórios.
 Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado pelo Simulador.

No Gráfico 2 é apresentada a taxa de ocupação de cada profissional em relação aos 22 dias, no horário das 7h00min as 19h00min. Analisando as taxas de ocupação evidencia-se que assim como no sistema real o gargalo é o processo de triagem com 85,25% de taxa de ocupação.

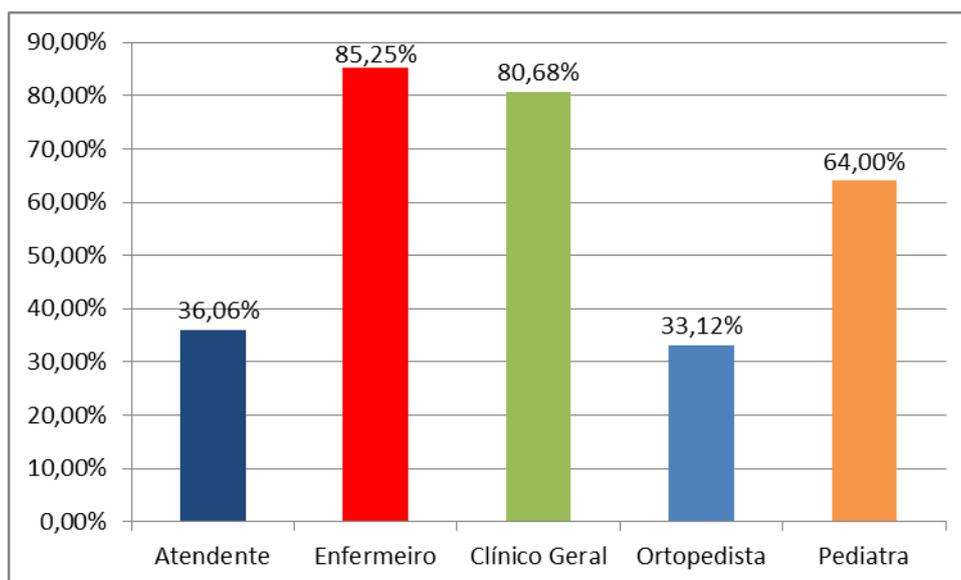


Gráfico 2: Taxa de ocupação dos funcionários.
 Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado pelo Simulador.

Através do Gráfico 3 é possível mensurar o valor dos custos operacionais referentes aos 22 dias estudados, chegando a aproximadamente R\$46.323,00 gastos com mão de obra ociosa, deixando ainda mais evidente que por mais que existam atividades secundárias executadas pelos funcionários, muito dinheiro se perde devido a uma má gestão da capacidade.



Gráfico 3: Custos operacionais totais.
Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado pelo Simulador.

No próximo capítulo são estudados os cenários desenvolvidos e seus resultados.

5. Análises e resultados

Nesta fase do estudo são apresentados cinco possíveis cenários para melhorar o fluxo de pacientes ou diminuir os custos operacionais do pronto atendimento, após a análise desses cenários são apresentados resultados e recomendações.

5.1 Cenário 1

O Cenário 1 é utilizado para analisar a real necessidade de três atendentes, tendo em vista que os funcionários da recepção apresentaram uma das menores taxa de ocupação de todo sistema.

Simulando o sistema por vinte e dois dias, no turno de 7h00min as 19h00min, com apenas duas atendentes na recepção obteve-se o seguinte resultado de tempo de espera em filas.

Classificação de risco	Tempo médio cenário 1	Tempo médio Real	Tempo máximo cenário 1	Tempo máximo Real
Vermelho	0	0	0	0
Laranja	27 min	15 min	113 min	20 min
Amarelo	31 min	24 min	165 min	114 min
Verde	51 min	37 min	211 min	254 min
Azul	24 min	11 min	112 min	63 min
Branco	25 min	14 min	121min	84 min

Tabela 12: Tempo médio de fila do Cenário 1.

Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado pelo Simulador.

Comparando Cenário 1 com o sistema simulado observa-se um aumento significativo no tempo de espera dos pacientes, agravando ainda mais a situação, porém ao reduzir para duas atendentes houve uma melhor distribuição das taxas de ocupação, reduzindo custos operacionais totais, gerando R\$5.271,00 conforme apresentado no Gráfico 4 para investir em postos operatórios gargalos.

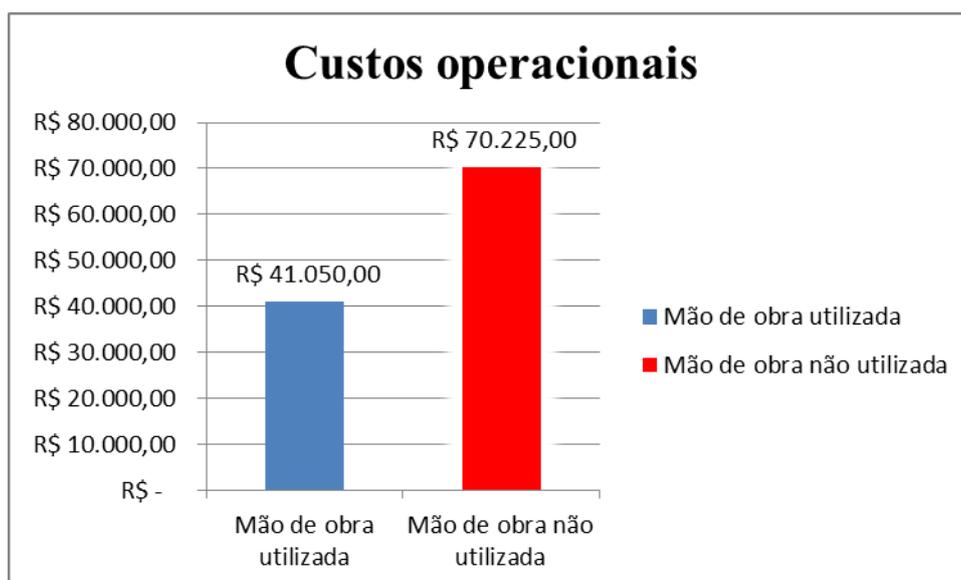


Gráfico 4: Custos operacionais totais do Cenário 1.
 Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado pelo Simulador.

5.2 Cenário 2

Tendo em vista que a mudança do Cenário 1 reduziu em R\$5.271,00 no sistema, o Cenário 2 visa gerenciar o gargalo, que está situado no processo de triagem contando com apenas um enfermeiro. O Cenário 2 simula durante vinte e dois dias do período de 7h00 às 19h00 o pronto atendimento com dois enfermeiros e duas atendentes.

O processo de triagem requer salas individuais, esse cenário é possível tendo em vista que o refeitório da enfermagem se encontra em frente à sala de triagem do Pronto Socorro, neste cenário realoca-se o refeitório para outro local disponibilizando a sala para uma segunda triagem.

Simulando o Cenário 2 por vinte e dois dias, no turno de 7h00min às 19h00min, com dois enfermeiros obteve-se o seguinte resultado de tempo de espera em filas:

Classificação de risco	Tempo médio cenário 2	Tempo médio Real	Tempo máximo cenário 2	Tempo máximo Real
Vermelho	0	0	0	0
Laranja	9 min	15 min	67 min	20 min
Amarelo	13 min	24 min	89 min	114 min
Verde	35 min	37 min	214 min	254 min
Azul	5 min	11 min	23 min	63 min
Branco	5 min	14 min	41 min	84 min

Tabela 13: Tempo médio de fila do Cenário 2.
 Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado pelo Simulador.

É possível perceber uma redução significativa no tempo de espera na fila do Cenário 2, principalmente dos pacientes classificados como Azul, Verde e Branco, que não tem que esperar tanto tempo para passar pela triagem, recebendo encaminhamento para o posto de saúde mais rápido e reduzindo a sua margem de insatisfação perante o hospital.

A inclusão de um Enfermeiro no quadro de funcionários aumentou o fluxo de pacientes e permitiu que menos fosse desperdiçado, se comparado com o sistema real, sendo possível reduzir R\$2.436,00 de mão de obra ociosa, como apresentado no Gráfico 5

5

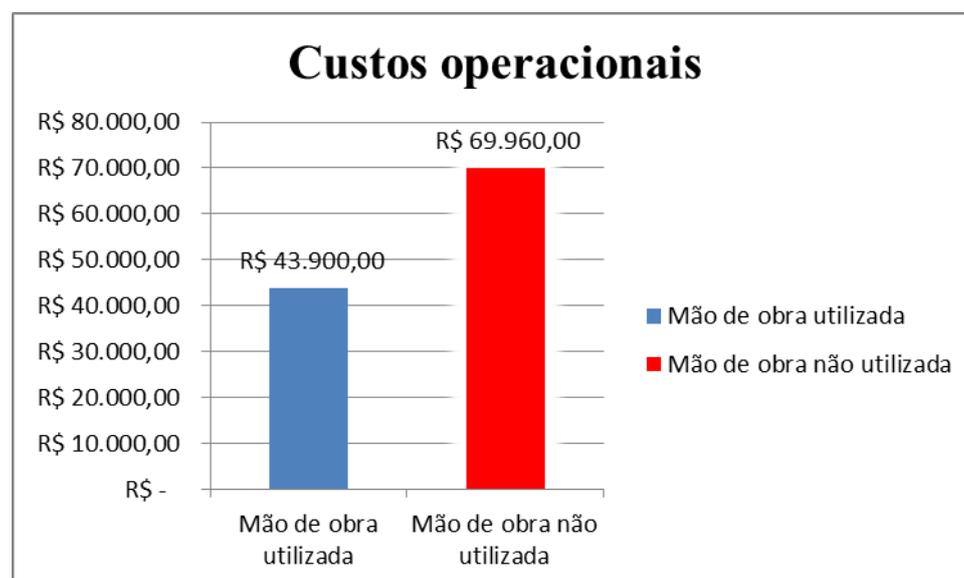


Gráfico 5: Custos operacionais totais do Cenário 2.
 Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado pelo Simulador.

Mesmo com as mudanças realizadas no Cenário 2, em alguns casos pontuais o tempo de espera de pacientes classificados nas cores Verde, Amarela e Laranja foram excedidos, pois com o aumento do fluxo no atendimento de triagem os Clínicos Gerais passaram a possuir a maior taxa de ocupação do sistema com 88,12% de utilização, como apresentado no Gráfico 6.

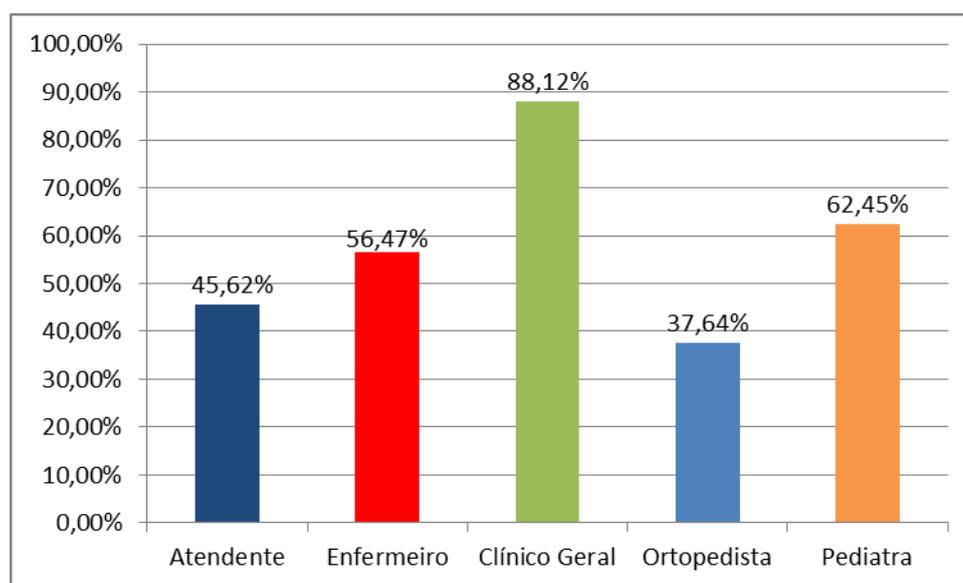


Gráfico 6: Taxa de ocupação dos funcionários do Cenário 2.
Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado Simulador.

5.3 Cenário 3

O Cenário 3 é utilizado para estudar a viabilidade da contratação de mais um Clínico Geral nos horários de pico, tendo em vista que os funcionários corpo clínico geral apresentaram a maior taxa de ocupação do sistema simulado no Cenário 2.

Simulando o sistema por vinte e dois dias, no turno de 7h00min as 19h00min, com duas atendentes na recepção, dois enfermeiros e três Clínicos Generalista, obteve-se o seguinte resultado de tempo de espera em filas.

Classificação de risco	Tempo médio cenário 3	Tempo médio Real	Tempo máximo cenário 3	Tempo máximo Real
Vermelho	0	0	0	0
Laranja	8 min	15 min	77 min	20 min
Amarelo	13 min	24 min	93 min	114 min
Verde	17 min	37 min	22 min	254 min
Azul	6 min	11 min	36 min	63 min
Branco	6 min	14 min	44 min	84 min

Tabela 14: Tempo médio de fila do Cenário 3.
 Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado pelo Simulador.

Como apresentado na Tabela 15, a inserção de um Clínico Geral no quadro de funcionários do Cenário 3, mesmo sendo um recurso gargalo não gerou uma redução de tempo de espera representativa, também não resolveu o problema de casos pontuais em que pacientes com classificação Laranja, Amarela aguardaram mais do que o recomendado.

Além desses fatores o gasto com mão de obra improdutiva aumentou consideravelmente de R\$43,897 no Cenário 2, para R\$67,624 no Cenário 3, fator que se deve aos altos custos operacionais de um Generalista, o Gráfico 7 apresenta o custo total do sistema e os respectivos custos com mão de obra utilizada e não utilizada.

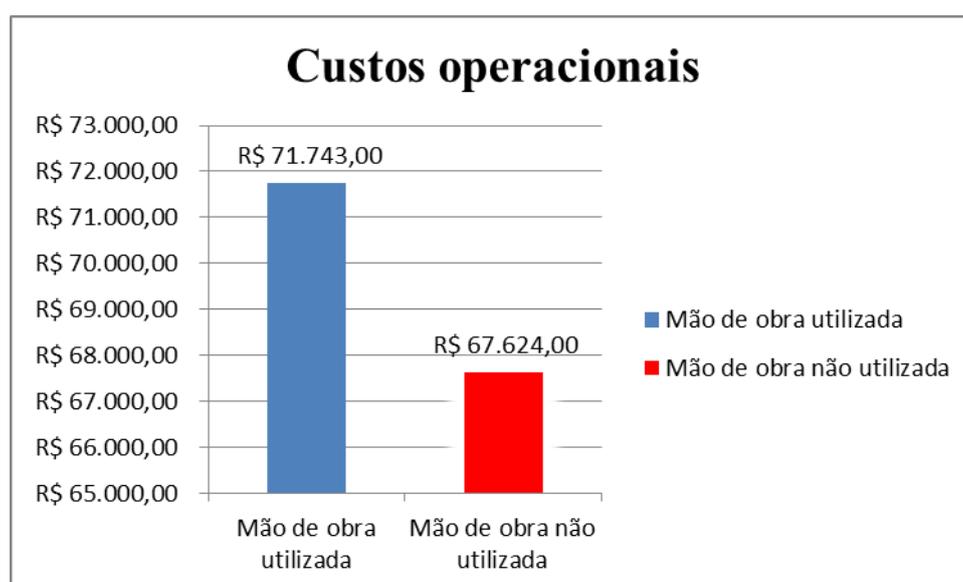


Gráfico 7: Custos operacionais totais do Cenário 3.
 Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado pelo Simulador.

Conforme os dados apresentados o Cenário 3 não é viável economicamente para o hospital implementá-lo, tendo em vista que as melhorias não resolveriam o real problema do sistema estudado, mas a mudança pode trazer informações implícitas ao processo de atendimento.

Com esta alteração é possível identificar que o recurso gargalo do cenário é o pediatra, e os casos pontuais podem estar ligados ao seu atendimento, o Gráfico 6 apresentam as taxas de ocupação dos funcionários do Cenário 3.

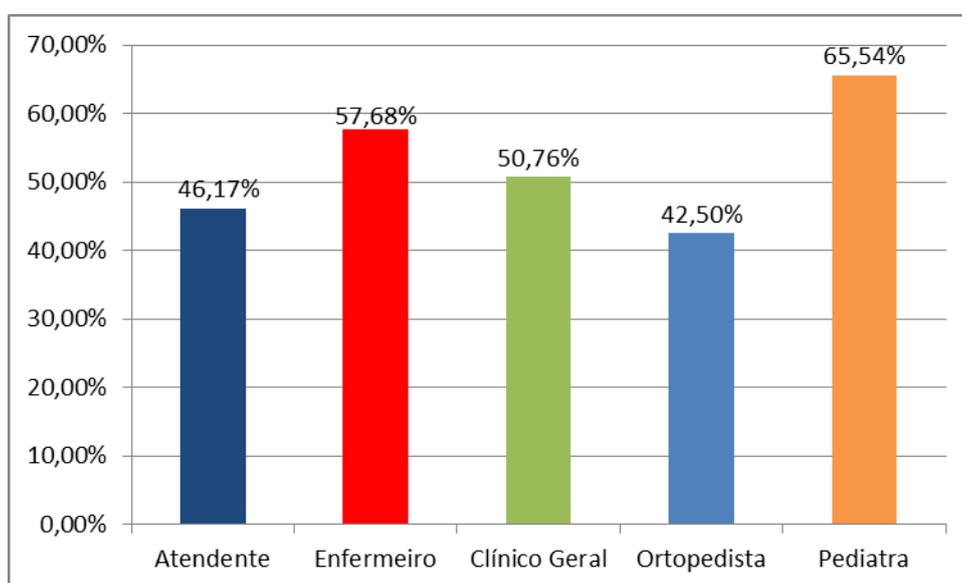


Gráfico 8: Taxa de ocupação dos funcionários do Cenário 3.
Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado Simulador.

5.4 Cenário 4

O Cenário 4 estuda a viabilidade da contratação de mais um Pediatra, ao invés de um Generalista como no Cenário 3, tendo em vista que o seu atendimento pode estar relacionado a maior quantidade de casos pontuais em que pacientes tiveram que esperar mais do que o recomendado.

Simulando o sistema por vinte e dois dias, no turno de 7h00min às 19h00min, com duas atendentes na recepção, dois enfermeiros e dois Pediatras, obteve-se o seguinte resultado de tempo de espera em filas comparando os valores do Cenário 4 com os do Cenário 3.

Classificação de risco	Tempo médio cenário 3	Tempo médio cenário 4	Tempo máximo cenário 3	Tempo máximo Real
Vermelho	0	0	0	0
Laranja	8 min	10 min	77 min	20 min
Amarelo	13 min	10 min	93 min	114 min
Verde	17 min	24 min	221 min	254 min
Azul	6 min	5 min	36 min	63 min
Branco	6 min	5 min	44 min	84 min

Tabela 15: Tempo médio de fila do Cenário 4.

Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado pelo Simulador.

Conforme os dados simulados na Tabela 16, evidencia-se a diminuição dos tempos de espera máximo do Cenário 4 em relação ao Cenário 3, sendo mais vantajoso para o Pronto Atendimento a inclusão de um Pediatra ao invés de um Generalista.

O problema deste Cenário é que ao Contratar um Pediatra, que não possui uma das maiores taxas de ocupação do sistema real, muito dinheiro será perdido com mão de obra improdutivo, chegando a superar os custos com mão de obra utilizada, como apresentado no Gráfico 9.

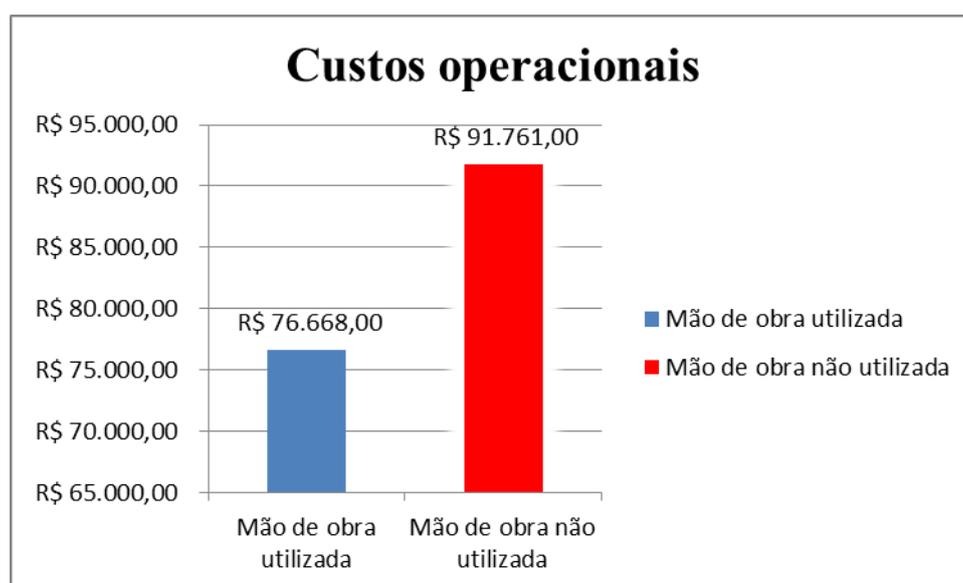


Gráfico 9: Custos operacionais totais do Cenário 4.

Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado pelo Simulador.

O Gráfico 10 apresenta as taxas de ocupação dos funcionários no Cenário 4.

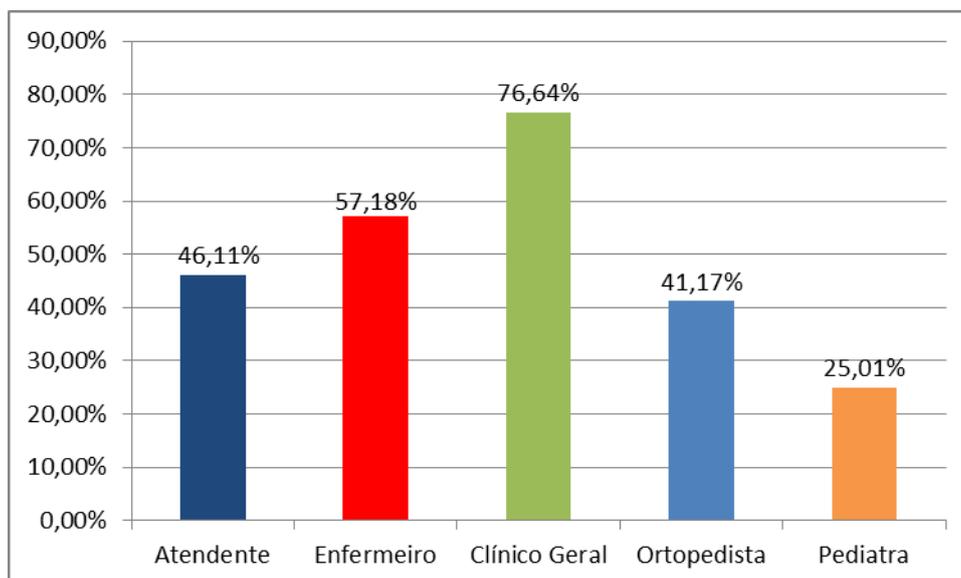


Gráfico 10: Taxa de ocupação dos funcionários do Cenário 4.
Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado Simulador.

5.5 Cenário 5

O Cenário 5 apresenta o quadro de funcionários necessário para eliminar os casos de pacientes que esperaram mais do que sua classificação de risco recomenda, o quadro de funcionários capaz de reduzir o tempo de espera ao indicado ao menor custo operacional é apresentado na Tabela 17.

Funcionário	Quantidade
Atendentes	3
Enfermeiras	3
Generalistas	3
Pediatras	3
Ortopedistas	2

Tabela 16: Corpo Clínico do Cenário 5.
Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado pelo Simulador.

Simulando o sistema por vinte e dois dias, no turno de 7h00min as 19h00min, com o quadro de funcionários apresentado na Tabela 18 obteve-se os seguintes resultados em relação ao tempo de espera.

Classificação de risco	Tempo médio cenário 5	Tempo médio Real	Tempo máximo cenário 5	Tempo máximo Real
Vermelho	0	0	0	0
Laranja	1 min	15 min	8 min	20 min
Amarelo	1 min	24 min	18 min	114 min
Verde	2 min	37 min	35 min	254 min
Azul	0.5 min	11 min	5 min	63 min
Branco	0.5 min	14 min	8 min	84 min

Tabela 17: Tempo médio de fila do Cenário 5.
 Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado pelo Simulador.

Para a implementação deste Cenário seria necessário um grande investimento e muito é perdido com mão de obra improdutiva, como apresentado no Gráfico 11.

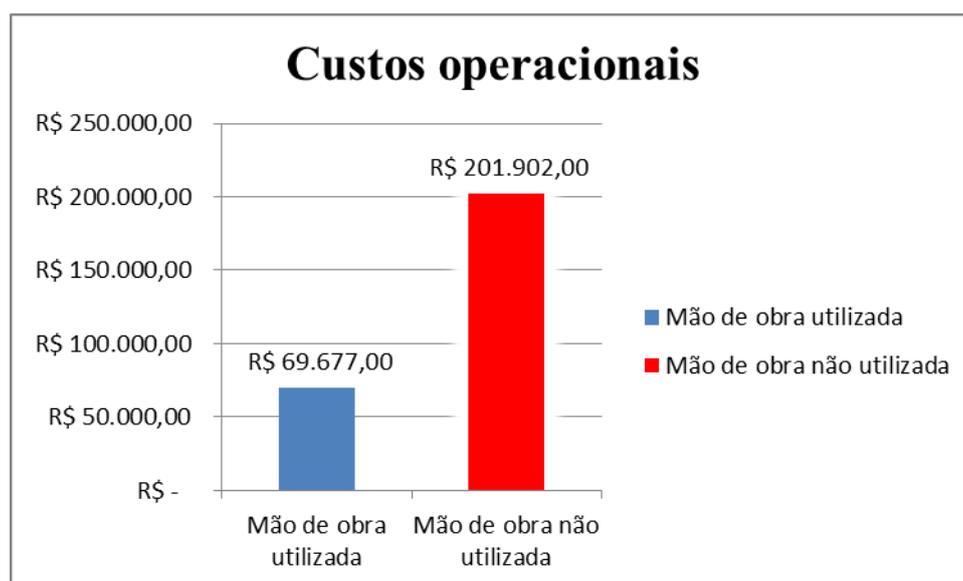


Gráfico 11: Custos operacionais totais do Cenário 5.
 Fonte: Pesquisa direta, 2015, baseado no relatório gerado pelo Simulador.

Como apresentado no Gráfico 11, por mais que este Cenário resolva o problema das altas taxas de espera em filas de hospitais, o investimento necessário para sua implementação não geraria retorno suficiente para a instituição cobrir os custos operacionais, tornando-se inviável economicamente.

Por fim, este capítulo comparou os dados mais relevantes dos cenários simulados, o próximo capítulo apresenta as conclusões referentes aos cenários e do trabalho.

6. Conclusões e recomendações

Este trabalho acadêmico foi desenvolvido para um estudo da capacidade de um Pronto Atendimento, o estudo foi realizado através de um modelo de simulação computacional desenvolvido em um *software* de simulação comercial.

Devido à fusão ocorrida entre o Pronto Atendimento público da cidade, o Hospital Margarida vem apresentando uma demanda de pacientes do SUS cada vez maior, necessitando de uma melhor distribuição dos seus recursos, com o objetivo de oferecer um atendimento melhor, com mais agilidade e de qualidade.

Os cenários foram simulados baseados nas características do sistema real, número de recursos, disponibilidade, custos operacionais entre outros aspectos relevantes.

No Cenário 1, foi retirado uma atendente com intuito de realocar os recursos financeiros investido em seu posto, já que um posto operatório com três atendentes apresentou uma das menores taxas de ocupação de todo o sistema. Porém este Cenário isoladamente não apresenta uma das melhores soluções, tendo em vista que ela aumenta o tempo de espera dos pacientes.

Como apresentado no Cenário 2, é possível utilizar os recursos financeiros obtidos no Cenário 1 para contratar mais um enfermeiro, agindo diretamente no recurso gargalo, obtendo-se uma redução considerável no tempo de espera dos pacientes por um investimento mínimo, sendo um Cenário recomendado ao Hospital no caso da administração não estar disposta a investir em mais médicos por seus altos custos operacionais.

No caso da organização possuir recursos para investir em médicos, o mais indicado é que se contrate um pediatra, que mesmo tendo uma taxa de ocupação menor do que a dos generalistas é responsável pela maior parte dos casos em que pacientes tiveram que esperar mais do que o recomendado pela classificação de risco, como apresentado no Cenário 4.

O Cenário 5 apresenta uma solução para o problema de pacientes que esperaram mais tempo que recomendado nas filas do hospital, elevando o fluxo de atendimento do Pronto Socorro e resultando em tempos de espera semelhantes aos melhores hospitais particulares do Brasil. Porém a dificuldade em se obter recursos para investir neste tipo de cenário o inviabiliza, sendo possível apenas em instituições particulares que apresentam outras formas de obter recursos financeiros, como por exemplo hospitais escola e centros de pesquisa, sendo possível utilizar da mão de obra improdutiva em momentos de baixa demanda.

Durante este estudo a simulação demonstrou sua aplicabilidade no setor de saúde, representando de forma eficiente processos hospitalares, gerando dados que auxiliam os gestores na tomada de decisões.

6.1 Trabalhos futuros

Como trabalhos futuros sugere-se:

1. Realizar uma análise dos benefícios para pacientes, médicos e técnicos com a implantação de um dos cenários apresentados;
2. Incluir valores monetários referentes ao que o hospital perde a cada paciente que desiste do atendimento;
3. Elaboração de um projeto de simulação para estudar diferentes tipos de triagem em Prontos Socorros;
4. Desenvolver um estudo para se determinar atividades que não agregam valor no processo de atendimento para eliminá-las.

7. Referências

- AUSTIN, C. J.; BOXERMAN, S. B. **Quantitative Analysis for Health Services Administration**. Michigan, Aupha, 1995
- BANKS J.; CARSON, J. S. **Discrete-event system simulation**. Prentice-Hall international series in industrial and system engineering. New Jersey: Prentice Hall, 1984.
- COUTO, Elva Oliveira. **A utilização da simulação computacional nas empresas do Brasil**. Monografia (graduação em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Ouro Preto, 2003.
- DE OLIVEIRA, M.J.F., *The Use of Information in Planning Hospital Admissions With Special Reference to Glasgow Western Infirmary*, Ph.D. dissertation. University of Strathclyde Department of Operation Research, Glasgow, Scotland, 1982.
- GOLDMAN, J., KNAPPENBERGER, H.A. e MOORE, E.W.Jr., *An evaluation of Operating Room Scheduling policies*, **Hosp. Manag.** 107(1969) pp 40-51.
- HARREL, C. R. et al., *Simulação otimizando sistemas*. São Paulo : IMAM, 2002.
- HANDYSIDE, A. J. e MORRIS, D., *Simulation of Emergency Bed Occupancy*, **Health Services Research**, 2(1967) pp 287-298.
- KLEN, A. M.; GUIMARÃES, I. F. G. e Pereira, D. M. **A utilização da simulação em gestão hospitalar: aplicação de um modelo computacional em um centro de imobilizações ortopédicas**. Anais. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 2008.
- LAS CASAS, A. L. **Qualidade total em serviços: conceitos, exercícios e casos práticos**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- MAGALHÃES, M. S. **Simulação do Sistema de Admissão de Emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro**. Dissertação de M. Sch., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2006.

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.

SILVA, Washington Luís Vieira da. **Estudo sobre os Sistemas de Distribuição Física de Gêneros Alimentícios como Suporte à Estratégia Competitiva de Empresas Atacadistas**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFPB, João Pessoa.

SILVA, P. M. S. **Metodologia para dimensionamento e análise de serviços de atendimento de emergência**. Dissertação de Dr. DPEP/UFMG. Belo Horizonte. 2015.

LOBÃO, E. C; PORTO, A. J. V. **Evolução das Técnicas de Simulação. Produção**. v. 9, n. 1,p. 13; 22, Rio de Janeiro, 1999.

MAGALHÃES, M. S. (2006). **Simulação do Sistema de Admissão de Emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro**. Dissertação de M. Sc, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

PEREIRA, L.; Maia, N. e Pereira, W. (2005) **A Importância do Investimento em Pátios Reguladores de Caminhões nos Portos Brasileiros**. 15º Congresso Brasileiro de Transporte e Transito, ANTP, Goiânia, GO

PROTOCOLO DE MANCHESTER. **Grupo de Triagem de Manchester**. Triagem do serviço de urgência. 2ª ed. Portugal: BMJ Publishing; 2002

PIDD, M., *Modelling and Simulation*, **A Tutorial paper Presented to the Euro XVConference, Barcelona, Catalunya**, July 14-17, pág.202, 1997.

SILVA, Ermes Medeiros da. Et Al. **Pesquisa Operacional**; editora Atlas; 3ª edição; São Paulo; 1998.

TOSCANO, L.N.P., **Uma ferramenta integrada de suporte a decisões em casos de emergências médicas hospitalares**. Tese Dsc. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 2001