

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

LETICIA PAVAN DA SILVA

**ANÁLISE DE CENÁRIOS EM UM SISTEMA DE PRONTO
ATENDIMENTO UTILIZANDO SIMULAÇÃO DISCRETA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

PONTA GROSSA

2017

LETICIA PAVAN DA SILVA

**ANÁLISE DE CENÁRIOS EM UM SISTEMA DE PRONTO
ATENDIMENTO UTILIZANDO SIMULAÇÃO DISCRETA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito à obtenção
do título de Bacharel em Engenharia de
Produção, do Departamento de
Engenharia de Produção, da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná

Orientador: Prof. Dr. Rui Tadashi Yoshino

PONTA GROSSA

2017



TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

ANÁLISE DE CENÁRIOS EM UM SISTEMA DE PRONTO ATENDIMENTO UTILIZANDO SIMULAÇÃO DISCRETA

por

LETICIA PAVAN DA SILVA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 22 de Junho de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Rui Tadashi Yoshino
Prof. Orientador

Prof. Fabio Ceron Branco
Membro titular

Prof. Shih Yung Chin
Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

RESUMO

SILVA, LETICIA. Análises de Cenários em um Sistema de Pronto Atendimento Utilizando Simulação Discreta. 2017. 58. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia de Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa. 2017.

Esse trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento de um sistema de pronto atendimento sob a ótica de diferentes fluxos de pacientes. O Pronto atendimento estudado está localizado na cidade de Ponta Grossa- PR e sofre com constantes variações de fluxo de pacientes as quais ameaçam o bom funcionamento do atendimento. Para isso, este estudo se baseará no sistema Lean Healthcare. Inicialmente, será realizada a coleta de dados e montado o Mapa de Fluxo de Valor para conhecimento do processo do estado atual e dos cenários analisados. Para a simulação de fluxo de pacientes utilizou-se o software ARENA em versão acadêmica. Após a simulação dos cenários de alto e baixo fluxo percebe-se que o sistema de pronto atendimento sofre com ociosidade e sobrecarga de mão de obra, fazendo necessário ter ações previamente planejadas para essas situações.

Palavras chaves: simulação discreta, *Lean Healthcare*, Mapa de Fluxo de Valor

ABSTRACT

SILVA, LETICIA. Discrete Event Simulation Scenarios Analysis in a Emergency Department. 2017. 58. Completion of Bachelor's Degree in Production Engineering - Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2017.

This study aims to evaluate the behavior of a emergency department system from the perspective of different patient flows. The ED studied is located in the city of Ponta Grossa-PR. For this, this study will be based on the Lean Healthcare system. Initially, data collection will be performed and the Value Stream Map will be assembled from the current state and scenarios analyzed. For data analysis, normality was verified by means of SPSS IBM software in an academic version and for the flow simulation of patients the ARENA software was also used in the academic version. After the simulation of the high and low flow scenarios, it can be seen that the emergency care system suffers from idleness and labor overload, making it necessary to have previously planned actions for these situations

Keywords: discrete event simulation, Lean Healthcare, Value Stream Mapping.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Surgimento da aplicação do <i>Lean</i> na saúde	20
Figura 2: Etapas do funcionamento de um pronto atendimento	31
Figura 3: Etapas necessárias para realização desse trabalho	32
Figura 4: Layout do Pronto Atendimento	35
Figura 5: Mapa de Fluxo de Valor do estado atual	38
Figura 6: Simulação do estado atual	39
Figura 7: Configuração do software Arena	40
Figura 8: Configuração de capacidade no software Arena	40
Figura 9: Gráfico de utilização de mão de obra	42
Figura 10: Gráfico de utilização de mão de obra em um baixo fluxo de pacientes	43
Figura 11: Gráfico de utilização de mão de obra em um alto fluxo de pacientes	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados coletados da triagem, consulta e medicação.....	33
Tabela 2: Resultados dos Testes de Normalidade.....	33
Tabela 3: Resultado simulação estado atual.....	41
Tabela 4: Resultado da simulação em um baixo fluxo de pacientes.....	43
Tabela 5: Resultado da simulação em um alto fluxo de pacientes.....	44
Tabela 6: Comparação de resultados.....	45
Tabela 7: Comparação de resultados de lead time.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Pesquisa de artigos	13
Quadro 2: Principais publicações encontradas	14
Quadro 3: Atividades que agregam valor na saúde	22
Quadro 4: Referencias sobre aplicação de simulação discreta na saúde	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS	11
1.2 JUSTIFICATIVA	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 LEAN MANUFACTURING.....	14
2.1.1 Mapeamento de Fluxo de Valor	16
2.2 VALOR PARA SAÚDE.....	18
2.3 LEAN HEALTHCARE	18
2.4 APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN NA SAÚDE	21
2.5 SIMULAÇÃO.....	22
2.5.1 Tipos de Simulação	23
2.5.2 Simulação a Eventos Discretos	24
2.5.3 Simulação Dinâmica	25
2.5.4 Simulação Baseada em Agentes.....	26
2.6 SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS APLICADA AO MAPA DE FLUXO DE VALOR.....	28
3 METODOLOGIA.....	30
3.1 COLETA, ANÁLISE E TRATAMENTO DE DADOS	32
4 O SISTEMA DE PRONTO ATENDIMENTO.....	34
4.1 MAPA DE FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL	36
5 RESULTADOS	39
5.1 RESULTADO DA SIMULAÇÃO DISCRETA DO ESTADO ATUAL	41
5.2 RESULTADO DA SIMULAÇÃO DISCRETA DO CENÁRIO 1	42
5.3 RESULTADO DA SIMULAÇÃO DISCRETA DO CENÁRIO 2	43
6 DISCUSSÃO	47
7 CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
APENDICE	57

1 INTRODUÇÃO

Com a evolução do conhecimento e inserção de novas tecnologias, as formas de organização social foram sendo adaptadas ao sistema de produção, com impactos evidentes – diretos e indiretos – na saúde da comunidade (CAMPOS, 2016).

Em meados dos anos setenta, que o Brasil teve seu perfil demográfico alterado de predominantemente rural e numerosa para uma sociedade urbana com uma nova estrutura familiar (MIRANDA, MENDES E SILVA, 2016). Junto a essas mudanças sociais, o Movimento pela Reforma Sanitária ocorrido no Brasil culminava o reconhecimento da saúde pela Constituição Brasileira de 1988.

O documento garante que o acesso à saúde é direito de todos os cidadãos e dever do Estado. Assim, deram-se os primeiros passos para a criação do Sistema Único de Saúde, conhecido como SUS (PAIM et al., 2011). A criação de um amplo programa de saúde que, teoricamente, garante o acesso de todos não é certeza que esse setor vá funcionar adequadamente.

Tendo em vista que, o perfil da população brasileira ainda está mudando com o aumento da população idosa e diminuição da população jovem; essa mudança na distribuição etária acarretará em oportunidades e desafios, principalmente, ao setor de saúde (NASRI, 2008).

No contexto de melhoria do atendimento à saúde, surgiu a oportunidade de aplicar uma metodologia muito difundida em ambientes produtivos, a produção enxuta. Essa metodologia iniciou-se na produção de carros e começou a chamar a atenção no setor de bens e serviços (BERTANI, 2012). Hagg et al. (2007) afirmam que atualmente o conceito *Lean* está sendo aplicado em diversas áreas além da manufatura e que a saúde é apenas uma dessas possibilidades.

Por mais que os conceitos e terminologias da produção enxuta já estejam consolidados em ambientes produtivos, foi nas últimas décadas que gestores de empresas do setor de saúde descobriram essa metodologia e como adaptá-las em seus cotidianos, possibilitando, assim, diversos casos de sucesso (HAGG et al., 2007).

A aplicação dos conceitos da produção enxuta no sistema de saúde denomina-se *Lean Healthcare* (saúde enxuta). Ou seja, um sistema centrado no paciente que elimine desperdícios, diminua tempos de espera e vise a melhoria contínua do atendimento.

Dentro da esfera de estudos de *Lean Healthcare*, a academia já teve diversos estudos que analisaram sob a ótica do sistema de saúde (RODRIGO E NETO (2016); HUSSAIN, MALIK E AL NEYADI (2016); PAIM et al. (2016)) com foco na melhoria do seu processo em si, bem como sob a ótica do cliente, nesse caso o paciente, voltados para melhoria de satisfação e a conclusão do atendimento de maneira eficiente e eficaz (POKSINSKA, FIALKOWSKA-FILIFEK e ENGSTRÖM, 2017).

Para a aplicação desses conceitos foi desenvolvido um modelo para simulação discreta e assim analisar comportamento desse modelo de pronto atendimento de um hospital sob a ótica de diferentes fluxos de pacientes. A partir de informações obtidas por meio do mapeamento do sistema atual e coleta de dados será possível realizar a simulação por meio do *software* Arena em versão acadêmica.

1.1 OBJETIVOS

Esse trabalho tem como objetivo geral analisar o comportamento de um sistema de pronto atendimento sob a ótica de diferentes fluxos de pacientes por meio de simulação discreta. Para alcançar esse objetivo, foi realizada coleta de dados por meio de observação do sistema, verificando capacidades do pronto atendimento e fluxo de pacientes e atendimentos. Desse modo, as seguintes etapas devem ser alcançadas:

- Coletar dados e informações sobre o sistema de atendimento como etapas de atendimento, tempos e funções dos funcionários;
- Construir um modelo de simulação discreta do estado atual, dos cenários com alterações no fluxo de pacientes e desenhar seus respectivos Mapas de Fluxo de Valor;
- Analisar e comparar resultados.

1.2 JUSTIFICATIVA

A saúde é um setor que requer atendimento ágil e de qualidade ao mesmo tempo. Para isso, o sistema de atendimento ao paciente deve ser organizado, da melhor forma, para evitar formação de filas e possíveis casos de negligência.

As mudanças na estrutura etária brasileira acarretarão aumento dos gastos com saúde (KILSZTAJN et al., 2003). A partir desse ponto de vista, devem-se destacar os custos

acarretados pela mão-de-obra, a qual deve ser especializada e valorizada pela falta de profissionais qualificados no mercado. Assim, faz-se necessário o melhor aproveitamento dessa força de trabalho.

Como esse trabalho buscou avaliar o comportamento de um sistema de pronto atendimento sob a ótica de diferentes fluxos de pacientes, o mais viável era que as alterações no fluxo assim como a análise do estado atual ocorressem por meio de simulação discreta. A partir dos resultados dessas simulações pode-se chegar a conclusões relacionadas a capacidade de atendimento, sobrecarga ou ociosidade de mão de obra.

Para a etapa de simulação desse trabalho, fez-se usou da simulação discreta, a qual, é indicada por autores como Maidstone (2012) e Robinson et al. (2012) para simular funcionamento de filas em pontos discretos do tempo e simular as alterações no fluxo de pacientes.

O Capítulo 2 trata itens da revisão bibliográfica, sobre *Lean manufacturing*, valor para saúde, *Lean Healthcare* e os tipos de simulação. Enquanto que no Capítulo 3 aborda a metodologia do trabalho. No Capítulo 4, é explicado o funcionamento do sistema de pronto atendimento. No Capítulo 5 são apresentados os resultados encontrados no uso da simulação discreta. No Capítulo 6 será realizada uma discussão entre os resultados encontrados. E por fim, no Capítulo 7 é apresentada a conclusão do trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a construção dessa revisão bibliográfica, foi utilizada a ferramenta de pesquisa do Google Acadêmico. Para a pesquisa, buscou-se por termos chaves e foi aplicado filtros de tempo, a fim de conhecer as publicações mais recentes. A quantia e os termos utilizados para busca são mostrados no Quadro 1 abaixo:

Quadro 1: Pesquisa de artigos

Termo utilizado para pesquisa	Quantidade de artigos encontrados	Filtro (artigos publicados entre 2007-2017)	Filtro (artigos publicados entre 2012-2017)
<i>"lean healthcare"</i>	2.740	2.520	1.900
<i>"lean healthcare" "simulation"</i>	549	510	401
<i>"discrete event simulation" "lean healthcare" "vsm"</i>	43	33	24
<i>"dynamic simulation" "lean healthcare"</i>	13	13	12
<i>"dynamic simulation" "healthcare"</i>	3.910	3.370	2.340

Fonte: Autoria Própria

No Quadro 1 é possível observar a evolução de trabalhos publicados sobre o tema nos últimos anos, mostrando assim, a importância e relevância que tem apresentado. Já no Quadro 2, são descritas as publicações que mais se destacaram na busca por embasamento teórico.

Quadro 2: Principais publicações encontradas

Autor (es)	Ano	Local de publicação	Objetivo do trabalho
ROBINSON, Stewart et al.	2012	European Journal of Operational Research	Busca explorar as funções da simulação discreta na aplicado no Lean Healthcare
ABO-HAMAD, Waleed; CROWE John; ARISHA, AMR.	2012	Proceedings of the International Workshop on Innovative Simulation for Healthcare	Apresentar uma metodologia para integrar ferramentas Lean com a simulação
TOBAIL, Ayman et al.	2013	The Fifth International Conference on Advances in System Simulation	Realizam abordagem integrada de MFV e simulação para avaliar processos de admissão e alta de pacientes Modelagem de simulação para avaliar a implementação Admissão e alta Processe
SWALLMEH, Esmat et al.	2014	Sixth International Conference on Advances in System Simulation	Apresentar uma aplicação do mapeamento de fluxo de valor e simulação em um departamento de emergência
WANG, Teng-Kuan et al.	2015	Industrial Management & Data Systems	Utilizar MFV e simulação para otimizar atribuições, diminuir tempo de pacientes em espera
HADDAD, Marc G. et al.	2016	Engineering Management Journal	Melhorar o fluxo de pacientes e reduzir espera por meio do Lean e daa simulação discreta
BARIL, Chantal et al	2016	European Journal of Operational Research	O objetivo é otimizar o fluxo de pacientes utilizando siulação discreta combinada com Kaizen
KHORASANI, Sasan T. et al.	2017	Proceedings of the 2017 Industrial and Systems Engineering Conference	Os autores buscam estudar o nível de eficiência da implementação da ferramenta enxuta no sistema de pedidos de produtos farmacêuticos em um hospital

Fonte: Autoria Própria

2.1 LEAN MANUFACTURING

Ohno (1997) afirma que o sistema Toyota de produção nasceu da necessidade da empresa em atender novas demandas do mercado no período pós-segunda guerra mundial.

Para atender essa necessidade a montadora buscou produzir seus carros com alta eficiência por meio da eliminação quase completa de desperdícios. Porém, esse sistema apenas chamou a atenção de outras empresas durante a crise do petróleo em 1973.

Com o passar dos anos, o sistema Toyota de Produção agregou conceitos de outras linhas de pensamentos. Em meados dos anos 90, James Womack e Daniel Jones, pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) desenvolveram um conceito denominado Pensamento Enxuto (CABRAL e ANDRADE, 1998). Assim, o sistema Toyota também recebe denominações como *lean manufacturing* e produção enxuta.

Taiichi Ohno, ainda em sua obra sobre o sistema Toyota de Produção, descreve os desperdícios que devem ser identificados e eliminados da produção pois não agregam valor ao produto final:

- Desperdício de superprodução;
- Desperdício de tempo disponível (espera);
- Desperdício em transporte;
- Desperdício do processamento em si;
- Desperdício de estoque disponível;
- Desperdício de movimento;
- Desperdício de produzir produtos defeituosos.

Womack e Jones (2004) apresentam cinco princípios que buscam diminuir o desperdício em um sistema de produção enxuta:

- Especificar valor: só pode ser definido pelo cliente final. Em complemento, Hines, Holweg e Rich, (2004) afirmam que a criação de valor para o cliente final ocorre por meio de redução de custos resultante da diminuição de desperdícios;
- Identificar o fluxo de valor: fluxo de valor se refere as ações necessárias para fazer com que um produto ou serviço específico passe pelas tarefas gerenciais críticas (solução de problemas, gerenciamento de informações e transformação física);
- Fazer que o fluxo flua: após o fluxo de valor ser totalmente mapeado e os desperdícios eliminados, as etapas restantes devem fluir;
- Permitir que o cliente puxe o produto do produtor: pois assim evita-se de empurrar produtos indesejados para os consumidores;
- Perseguir a perfeição: com a interação dos quatro conceitos iniciais, você se aproxima ainda mais de produzir aquilo que o cliente realmente quer.

Para atingir o objetivo de produção com baixos desperdícios foram aplicadas e desenvolvidas algumas ferramentas e técnicas dentro do sistema Toyota. Abdulmalek e Rajgopal (2007) descrevem as ferramentas mais comuns utilizadas na gestão enxuta:

- Manufatura celular: toda a produção de um produto ou de produtos similares é organizada em grupos, ou células;
- *Just-in-Time*: é um sistema no qual o cliente inicia a procura, e a demanda é então transmitida para trás a partir da montagem final, caracterizando, assim, um sistema de produção " puxado ";
- Kanban: sistema de sinal utilizado para implantação do sistema *Just-in-Time*;
- Manutenção preventiva total: Manutenção regular dos equipamentos para detectar qualquer alteração a fim de evitar paradas de máquinas devido à quebra;
- Redução do tempo de *setup*: sempre estar tentando diminuir o tempo de *setup* da máquina;
- Gestão da qualidade total: sistema de melhoria contínua que emprega a gestão participativa a fim de atender as necessidades dos clientes. Os principais componentes são o envolvimento dos trabalhadores e treinamento, as equipes de resolução de problemas, métodos estatísticos, metas de longo prazo, e reconhecimento de ineficiências que são produzidos pelo sistema, não pelas pessoas;
- 5S: seu foco é organizar o ambiente de trabalho e padronizar procedimentos.

O sucesso do pensamento enxuto foi tão grande na indústria automobilística que esse modelo de produção passou a ser aplicado em outros setores da indústria. Alguns estudos encontrados na literatura mostram essa repercussão, por exemplo: o estudo de caso de Mota e Da CI Alves (2008) na construção civil, o trabalho de Cirino et al (2013) na indústria têxtil, e também na gestão de serviços mostrado por Gianini (2007) que busca analisar como as ferramentas do pensamento enxuto podem auxiliar na redução de perdas nas operações de serviços

2.1.1 Mapeamento de Fluxo de Valor

Segundo Ghoshe et al (2017), o Mapeamento de Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping – VSM*) ajuda a identificar o fluxo atual de material e informações de processos movimentados para geração produtos e encontrar as oportunidades de melhoria que terão forte

impacto no sistema de produção. O MFV é uma ferramenta de produção enxuta que pode ser usado para minimizar o desperdício na fabricação, bem como para identificar os processos de gargalo em uma indústria.

Rother e Shook (2003) endossam ao afirmar que o mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta que busca reorganizar a produção, ajudando a enxergar e entender o fluxo de materiais e informações que um produto percorre até chegar ao consumidor final. É uma ferramenta que identifica as atividades que agregam valor e as atividades que não agregam valor a um produto ou serviço final.

Já Moreira e Fernandes (2001) adentram, de maneira mais direcionada, e caracterizam separadamente cada compositor da definição por:

- Fluxo: realização progressiva das tarefas ao longo da cadeia de valor. Pode ser encontrado dentro de uma empresa em dois tipos (fluxo de projeto de produto e fluxo de produção), onde diferenciam-se pelo ato de projetar e o ato de produzir o produto, respectivamente.
- Mapeamento: é uma ferramenta qualitativa que representa de maneira simples e de fácil compreensão os fluxos existentes no universo selecionado para observação. Dividem-se basicamente em 4 etapas:
 - Seleção da família/universo a ser estudado;
 - Estudo e caracterização do cenário atual;
 - Definição de um plano futuro;
 - Consideração de um plano de trabalho com metas e objetivos.

Sob a ótica de Ferro (2005), o sucesso de até então da filosofia descrita é decorrente do modo de pensar enxuto que deve estar presente em todas as áreas de negócio, sendo indústria, serviços ou até mesmo trabalhos administrativos. Dessa maneira, pode-se citar aplicações da indústria de construção civil (BENEVIDES et al., 2016), *supply chain* (SENNA et al., 2016), segurança do trabalho (MARTINS et al., 2016) e, como foco do estudo em questão, *healthcare*.

O Mapeamento de Fluxo de Valor é uma ferramenta *Lean* muito utilizada em diversos sistemas de saúde desde pequenas clínicas médicas a sistemas maiores e mais complexos como departamentos de emergência (TOBAIL et al., 2013).

Embora o MFV seja muito eficaz na apresentação de parâmetros do sistema como tempos de ciclo de operação, capacidades de recursos e disponibilidades, ele não consegue analisar o impacto das configurações do sistema no desempenho (TOBAIL et al., 2013), ou

seja, apenas o uso do mapa de fluxo de valor não é suficiente para tomar as melhores decisões sobre mudanças nos processos da saúde.

O MFV é uma ferramenta estática, ou seja, que mostra tempos em processos, fazendo-se necessário abrir mão de demais ferramentas caso o usuário deseje obter informações como filas, gargalos etc.

2.2 VALOR PARA SAÚDE

Há dificuldade na definição de valor na saúde, enquanto que na maioria dos mercados os consumidores definem o valor de um bem ou um serviço comprando e fazendo uso deste, na saúde uma escolha errada pode acarretar enormes consequências (BLUMENTHAL e STREMIKIS, 2013).

Young e McClean (2008) afirmam que na saúde encontra-se uma gama muito grande de conceitos de valor, além disso, muitos indivíduos envolvidos na área possuem pontos de vista diferentes sobre valor (GRAY, 2011).

Porter (2010) afirma que valor sempre deve ser definido em torno do cliente e que para a saúde, valor é medido pelos resultados alcançados não pelo volume de serviços realizados e mudar o foco de volume para valor é um desafio.

Ainda para Young e McClean (2008), há muitas pessoas ligadas a um paciente que podem assumir o papel de cliente e há três dimensões para valor na saúde:

- Clínico: o principal valor clínico é alcançar o melhor resultado para o paciente;
- Operacional: o principal valor operacional é a eficácia do serviço, medido principalmente em termos de custos (incluindo o que é perdido por atraso e baixa qualidade). Claramente, tem maior importância para os prestadores de serviços.
- Experimental: é o valor que os pacientes dão a experiência de cuidados, pode ocorrer por meio da empatia dos funcionários da saúde.

2.3 LEAN HEALTHCARE

A similaridade existente entre a indústria e a área da saúde são o que fortalecem o argumento de que todos os processos que visam atender a uma demanda são em sua natureza iguais (MÜLLER, 2016).

Nos últimos 15 anos a pesquisa sobre a adaptação e adoção do *Lean* no setor de saúde tem aumentado notoriamente, apresentando assim diversos casos e metodologias aplicados em diferentes países (D'ADREAMATTEO et al., 2015). O pensamento enxuto é uma abordagem de melhoria que consiste em eliminar desperdícios para melhorar o fluxo de pacientes, informações e bens dentro do ambiente hospitalar (BRANDAO DE SOUZA, 2009).

Na literatura pesquisada, um dos primeiros indícios dessa nova tendência em gestão hospitalar foi publicado por Heinbuch em 1995, porém seu trabalho visava à redução de custos em hospitais por meio da gestão de materiais hospitalares e implantação de sistema *just-in-time* em setores de administração de insumos hospitalares.

Whitson (1997), em seu artigo, também sugere a implantação do sistema *just-in-time* em ambientes hospitalares, pois esses ambientes estão sujeitos a operações repetitivas e ainda propõe que a implantação ocorra em setores como os de gestão de materiais hospitalares, farmácia e enfermagem.

A implantação de um sistema denominado *Lean* apareceu primeiramente no Reino Unido em 2001 e nos Estados Unidos em 2002, porém, a literatura sugere que há grande variabilidade entre as abordagens e abrangências dos contextos nos quais o pensamento enxuto é adotado (RADNOR, HOLWEG e WARING, 2012). A Figura 1 ilustra o aparecimento de *lean* na saúde historicamente.

Na literatura pesquisada, há relatos em trabalhos de Brandao de Souza (2009) e Radnor (2010) que o *English National Health Service* (sistema nacional de saúde Inglês) cujo objetivo é entregar um serviço de saúde de alta qualidade; em sua busca por melhoria de atendimento foi uma das primeiras organizações a inserir o *Lean* na saúde como um método de melhoria de processo por volta do ano de 2002. A partir dessa aplicação, houve aumento da busca de práticas enxutas em ambientes hospitalares.

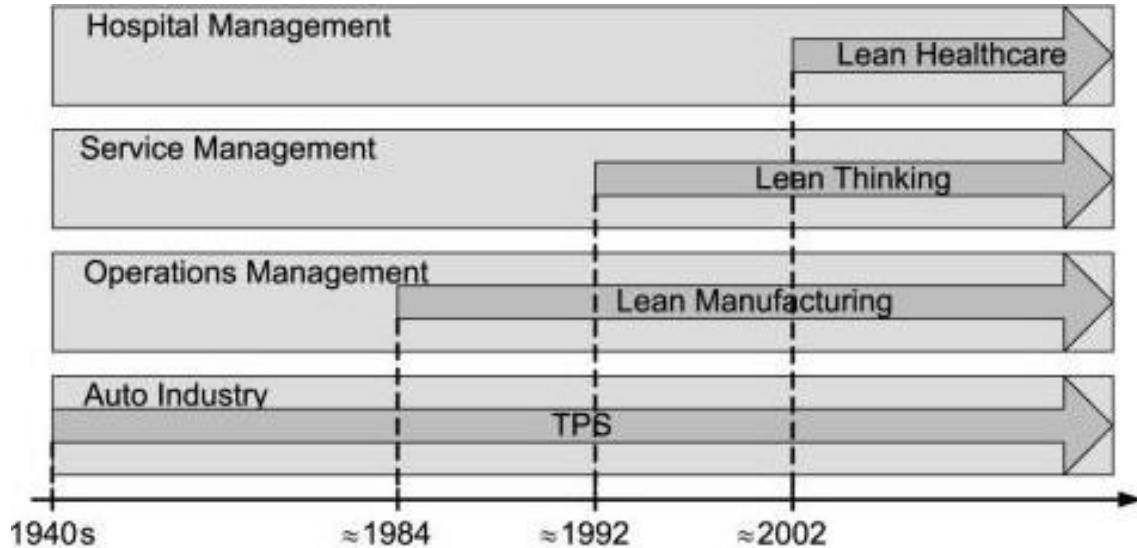
Brandão de Souza (2009), afirma que os profissionais de saúde tendem a implantar as práticas enxutas em pequenos projetos fechados criando “melhores práticas” ao invés de adotar em uma organização ou criar uma abordagem para o sistema todo.

A aparente simplicidade dos conceitos *Lean* pode enganar sobre sua facilidade de implantação, mas na realidade, colocar em prática as teorias requer um compromisso de longo prazo; assim, o planejamento de uma transformação enxuta deve ser sincronizado com o plano estratégico de um hospital e caso esse não exista, deve ser criado (ZIDEL, 2006).

Katz-Navon, Naveh, Stern (2007) afirmam que essa implementação encontra resistências devido ao fato da abordagem *lean* negligenciar aspectos sócio técnicos que são

inerentes à saúde. Entende-se como contexto sócio técnico da saúde, o modo de organização do trabalho assistencial nos serviços de saúde (TEIXEIRA, 1997).

Figura 1: Surgimento da aplicação do *Lean* na saúde



Fonte: Brandão de Souza (2009)

Sob a ótica de Zidel (2006), a direção hospitalar deve fornecer uma perspectiva clara sobre onde a organização pretende estar nos próximos vinte anos por meio de um plano detalhado e estar ciente de que declarações de missão, visão e valores são importantes, mas que sem um planejamento detalhado essas declarações não passam de sonho.

Hagg et al. (2007) em seu trabalho, descreve que entre os anos de 2005 e 2006 foram desenvolvidos projetos com equipes de profissionais da saúde para avaliar a aplicabilidade de técnicas enxutas, como resultado foi criado um conjunto de exercícios *Lean* que devem ser praticados pelos colaboradores de hospitais e clínicas para implantação:

1. Considere o seu público: para que os agentes de saúde entendam os princípios que serão usados é indicado que os exercícios estejam relacionados às atividades que eles possuam intimidade;
2. Introduzir ferramentas básicas do *Lean*: pois assim se torna mais fácil a introdução de ferramentas mais complexas posteriormente;
3. Analisar processos atuais: utilizam-se ferramentas como mapeamento do processo e do fluxo de valor, observação do tempo de ciclo e diagrama de espagueti para identificar desperdícios e quantificar o impacto da aplicação dos princípios *Lean*;
4. Exigir aplicação imediata: a equipe de saúde em treinamento apresentava melhores resultados de retenção e aplicação do conhecimento quando era incentivada a colocar em prática as ferramentas aprendidas em um curto espaço de tempo;

5. Quantificar melhorias: para determinar os custos ou impactos na receita, também se usa as ferramentas descritas no exercício 3 para conhecer os resultados;

6. Reconhecer as realizações da equipe: a equipe que está realizando o treinamento deve colocar em um relatório as melhorias alcançadas e por meio desse os conceitos *Lean* devem ser reforçados.

Enquanto que na literatura nacional ainda são poucas as publicações que apresentam a proposta do pensamento enxuto aplicado ao ambiente hospitalar, porém alguns trabalhos isolados mostram que é possível o estudo.

Silberstein (2006) faz um estudo analisando a aplicabilidade do pensamento enxuto no contexto da saúde e também avalia a necessidade das adaptações dos princípios *Lean* ao setor. Rocha et al. (2014) descrevem a aplicação de *Value Stream Mapping-VSM* e simulação a eventos discretos para melhorar serviços de saúde.

Bertani (2012) busca em seu trabalho identificar as melhores práticas para criar uma série de recomendações para a implantação dos conceitos de produção enxuta em ambientes hospitalares.

Também cientes da realidade do país e da inevitável adaptação que se faz necessárias antes da aplicação de uma metodologia, Pinheiro e Tortorella (2017) consideram os fatores críticos para a implementação da metodologia *Lean Healthcare*.

2.4 APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN NA SAÚDE

Autores como Kujala et al. (2007) afirmam que a aplicação de ferramentas *lean* na saúde deve começar fazendo análise do paciente em processo. Nessa análise, as etapas serão caracterizadas em processos que agregam valor e processos que não agregam valor. No Quadro 3, é possível ver algumas etapas do atendimento à saúde caracterizadas pelo valor agregado.

Seguindo por essa linha, Sousa (2017) ressalta que qualquer unidade hospitalar é um potencial centro de desperdício sendo o mais evidente o desperdício relacionado com a espera de pessoas. Mas, não deixa de inferir sobre uma série de operações, percebidas direta ou indiretamente pelo paciente, que concentram tarefas desnecessárias e irão conseqüentemente refletir em um atendimento fora dos padrões desejados.

Quadro 3: Atividades que agregam valor na saúde

Pensamento <i>Lean</i>	Sistema de saúde
Atividades que agregam valor	Etapas de diagnóstico (coletar e analisar informações clínicas)
	Cuidados ativos (intervenções clínicas)
	Cuidados passivos (paciente sob observação, sem intervenção clínica)
	Tempo de espera positivo(paciente melhora sem intervenções)
Atividades que não agregam valor	Tempo supérfluo (diagnosticos, observações ou intervenções desnecessárias)
	Tempo gasto em questões administrativas
	Tempo de espera passivo (não há mudança na condição do paciente)
	Tempo de espera negativo (condição de saúde do paciente pode ser deteriorada)

Fonte: Adaptado de Joosten, Bongers, Janssen (2009, p.344)

Então, conhecendo as limitações do sistema e os pontos a serem trabalhados e, acima de tudo estando ciente que atividades que não agregam valor são diretamente proporcionais a desperdícios, uma mudança pequena, desde que bem fundamentada, pode gerar ganhos significativos.

Dessa maneira, Gomes (2017) destaca em sua tese diversos estudos de aplicação da metodologia de *Lean Healthcare*, em diferentes países, que proporcionaram diferentes benefícios como: redução de infecções, número inferior de acidentes de trabalho, erro de receitas, redução de tempo de espera, entre outros.

2.5 SIMULAÇÃO

Os métodos de simulação computacional são uma ferramenta estabelecida em muitas áreas da ciência (HEERMANN, 1990). Eles fornecem uma visão sobre o funcionamento de um sistema e pode ser utilizado para prever o resultado de uma mudança na estratégia, o que é útil quando o sistema é muito complexo e / ou quando não é possível a experimentação (FONE et al., 2003).

Desse modo, os métodos de simulação computacional caminham para se tornarem uma das principais técnicas de simulação especialmente pelo fato de lidarem com problemas que envolvem a incerteza (BOSIRE et al., 2007). Vale ressaltar que esses métodos de simulação computacional tem como base a pesquisa operacional que busca encontrar soluções para problemas complexos por meio de modelagem matemática (MIELCZAREK, UZIAŁKO-MYDLIKOWSKA, 2010).

Para Anderson, Butcher e Moreno (2010), a simulação computacional também permite a construção de cenários de um sistema sem a necessidade de mover recursos físicos, porém pode ser custosa dependendo do valor do *software* a ser usado, vale ressaltar que o

usuário deve fornecer as entradas do modelo de simulação corretamente, caso não forneça, o modelo não fornecerá um retrato fiel da realidade.

Apesar do tamanho e importância da indústria da saúde, a simulação não é tanto difundida nessa área como na manufatura, logística e aplicações militares (SANCHEZ et al., 2003). Porém, nos últimos anos, houve um aumento do uso de simulação computacional para ajudar a tomar decisões eficazes sobre a melhora de processos (ZENG et al., 2012) e para resolver gargalos (AL-REFAIE et al., 2014).

Também no Brasil, a simulação tem sido mais amplamente utilizada para cenários envolvidos no sistema de saúde nos últimos anos onde por meio desta, busca-se propor melhorias tanto para o próprio processo, como descrito anteriormente, como para diferentes cadeias que estão relacionadas ao próprio atendimento como: dispensação farmacêutica (Silva, 2016), gerenciamento de doenças (Barbosa et al., 2016), entre outras.

Baldwin, Eldabi e Paul (2004) afirmam que mesmo diante dos benefícios da simulação devem-se tomar cuidados com os resultados esperados no setor de saúde, pois esse envolve atividades complexas e pode haver dificuldade na compreensão dos problemas.

2.5.1 Tipos de Simulação

Para melhor entender os tipos de simulação, é necessário, primeiramente, entender alguns conceitos básicos para Miyage, 2006:

- Entidade: é o objeto de estudo em um sistema (Exemplo: pessoas, animais, carros, caixas, entre outros)
- Atributo: característica da entidade (Exemplo: velocidade, tamanho da fila)
- Atividade: uma ação que ocorre dentro de um sistema (Exemplo: depósito, usinagem, movimentação).

Law (2007) apresenta as seguintes definições para sistema e estado:

- Sistema: Conjunto de entidades que interagem entre si;
- Estado: Variáveis capazes de descrever um sistema em um determinado

momento.

Um modelo de simulação deve possuir as seguintes propriedades (BARTON, 1970 apud GAVIRA, 2003, p. 63):

1. Possuir a finalidade de retratar uma parte de um sistema ou o sistema como um todo;
2. Deve ser possível executá-lo ou manipulá-lo;

3. Deve possuir como uma de suas variáveis o tempo ou um contador para suas repetições;
4. Deve ter como proposta auxiliar na compreensão do sistema, como nos itens seguintes:
 - a. Descrever, parcialmente, o sistema de estudo;
 - b. O uso da simulação deve tentar explicar o comportamento passado do sistema de estudo;
 - c. O uso da simulação deve tentar prever o comportamento futuro do sistema de estudo;
 - d. O uso da simulação deve tentar explicar a teoria por trás do sistema de estudo;

Ainda sob a ótica de Law (2007) os sistemas podem ser discretos ou contínuos; discretos quando as mudanças ocorrem em momentos isolados e contínuos quando as variáveis do sistema mudam continuamente ao longo do tempo.

Em se tratando de simulação computacional há três principais métodos: Simulação Discreta, Simulação Dinâmica (na literatura também referida como Sistemas Dinâmicos) e Simulação Baseada em Agentes (MAIDSTONE, 2012).

2.5.2 Simulação a Eventos Discretos

Discrete-Event-Simulation (DES) ou Simulação Discreta é a técnica de simulação mais utilizada na Pesquisa Operacional e possibilita encontrar possíveis áreas do sistema onde podem ocorrer problemas, se é necessário adicionar mais servidores ao sistema ou reestruturá-lo (MAIDSTONE, 2012).

Para Rutberg et al. (2013), a simulação de eventos discretos é uma modelagem computacional que replica sistemas complexos e permite que intervenções no fluxo de pacientes sejam estudadas sem se comprometer com a mudança real antes de conhecer os efeitos prováveis.

A Simulação Discreta analisa sistemas onde as mudanças de estado ocorrem em pontos discretos do tempo (BRAILSFORD e HILTON, 2001). Esta abordagem é adequada para sistemas que envolvem filas, assim como muitos processos de saúde que são concebidos como sistemas de filas nos quais os pacientes esperam pelo atendimento (ROBINSON et al., 2012).

DES permite que os usuários finais (como administradores de hospitais) avaliem a eficiência do sistema de saúde, respondam a perguntas do tipo “e se?” e planejem novas operações para o sistema; esse tipo de simulação também pode ser utilizado para avaliar impactos de mudanças no fluxo de pacientes e pesquisar relações complexas entre as diferentes variáveis do sistema (JACOBSON, HALL e SWISHER, 2006).

Brailsford (2007) afirma que a simulação discreta possui algumas vantagens em relação a outras técnicas de simulação: ela considera aleatoriedade, variabilidades e incerteza; é altamente flexível para desenvolver o modelo de simulação e pode ser acessada em *softwares* disponíveis e de baixo custo.

De modo geral, a simulação discreta possui sete etapas (LAW e KELTON, 1991 apud HIRISATJA, LILA e CHANTRASA, 2014, p.86):

- 1) Estudar o sistema e criar um modelo conceitual;
- 2) Criar modelo de simulação básico;
- 3) Verificar e validar o modelo;
- 4) Testar modelo, calcular repetições e analisar resultados;
- 5) Identificar problemas e propor diretrizes de melhoria;
- 6) Ajustar o modelo;
- 7) Propor as diretrizes ótimas.

Dessas etapas apresentadas, esse trabalho se centraliza nas 4 primeiras, porém a etapa de verificação e validação do modelo não é realizada, depois da construção do modelo de simulação básico dos cenários é feita as análises dos resultados.

Ainda por Robinson et al. (2012), a simulação de eventos discretos e *lean manufacturing* são abordagens que possuem uma motivação em comum: melhorar processos e a prestação de serviços; porém, raramente são utilizados em conjunto.

2.5.3 Simulação Dinâmica

Modelos de sistemas dinâmicos são aqueles, nos quais as mudanças de estados são contínuas como, por exemplo, um líquido fluindo em um sistema de reservatório, no qual as taxas de fluxos são controladas por válvulas e assim o tempo gasto em cada reservatório é modelado fixando as taxas de entrada e saída. (BRAISLFORD e HILTON, 2001).

Para Forrester (1994) a atração da simulação dinâmica está no fato dela retratar a realidade considerando a complexidade, não linearidade e a rede de realimentação (*feedback loop*) inerente em sistemas físicos e sociais.

A Simulação Dinâmica foca mais no fluxo do que no comportamento individual das entidades do sistema, ela possui três objetivos principais: estoques, fluxos e atrasos. Como estoques podem ser considerados o número de pacientes em um departamento; fluxo é o movimento entre os departamentos e atrasos são os tempos de demora dos atendimentos (MAIDSTONE, 2012).

Ainda para Maidstone (2012), uma característica importante desse tipo de simulação é que ela consegue prever o comportamento do sistema apenas olhando para a sua estrutura. Ela também consegue encontrar falhas na compreensão do processo e/ou sistemas e suas variáveis mais importantes (HANNON e RUTH, 2001).

Brailsford e Hilton (2001) afirmam que Sistemas dinâmicos podem ser usados qualitativamente e tem ligações com a abordagem de problemas estruturais, por esse motivo há uma tendência a usar simulação dinâmica em níveis mais estratégicos a fim de esclarecer as inter-relações existentes entre as diferentes partes de um sistema complexo.

Barlas (1996 apud CALVO-AMODIO, 2012, p.32) apresenta alguns passos para modelar um sistema dinâmico:

1. Identificar o problema;
2. Construir um modelo conceitual;
3. Formular um modelo;
4. Analisar e validar o modelo;
5. Realizar análise política e projetar;
6. Implantar o modelo.

2.5.4 Simulação Baseada em Agentes

Um modelo de Simulação Baseado em Agentes (*Agent Based Simulation*) é composto por agentes que seguem uma série de atividades pré-definidas para atingir seus objetivos, interagindo entre si e com o meio; agentes podem ser considerados desde pessoas em uma multidão á células de um corpo (MAIDSTONE, 2012).

Samuelson et al. (2008) afirmam que a principal ideia da modelagem e simulação baseada em agente é que qualquer fenômeno, mesmo que complexo, pode ser entendido como um sistema de agentes autônomos ou semi-autônomos que seguem regras relativamente simples para movimentação e interação. Eles ainda afirmam que a característica principal de um agente é que ele é capaz de tomar decisões independentemente.

Por ser capaz de observar os efeitos dos comportamentos dos agentes e suas interações em um sistema, a aplicação de simulação baseada em agentes tem sido realizada em diversas áreas (MACAL e NORTH, 2010).

Na área da saúde é possível destacar alguns trabalhos que envolvem a aplicação de simulação baseada em agentes, como: Cabrera et al. (2011) apresentam em um artigo uma proposta de simulador do setor de emergência de um hospital para que seja usado como suporte na tomada de decisões e ajudar os coordenadores do setor a elaborarem estratégias.

Stainsby, Taboada e Luque (2009) também propõem uma simulação baseada em agentes sobre o funcionamento de um departamento de emergência, eles afirmam que o uso dessa simulação nesse departamento é uma ferramenta eficiente, pois essa situação envolve incertezas, variabilidade, frequentemente, uso de recursos limitados e altas demandas.

2.5.5 Simulação Discreta na Saúde

Robinson et al. (2012), a simulação de eventos discretos e *lean manufacturing* são abordagens que possuem uma motivação em comum: melhorar processos e a prestação de serviços; porém, raramente são utilizados em conjunto.

A aplicação da simulação em sistema de saúde está em expansão, inicialmente, as publicações iniciais do tema se concentravam em problemas de gerenciamento, porém, no decorrer dos anos as aplicações se expandiram para sistemas de saúde de emergência, clínicas de saúde e políticas públicas (MIELCZAREK, UZIAŁKO-MYDLIKOWSKA; 2010).

Ainda pelo trabalho de Mielczarek , Uzialko-Mydlikowska (2012); as aplicações mais recentes de simulação na saúde busca compreender problemas epidemiológicos como Ebola e o vírus da imunodeficiência humana (HIV).

Na literatura é possível encontrar trabalhos que aplicam a simulação discreta em diversas etapas do sistema de saúde como é mostrado no Quadro 4 abaixo:

Quadro 4: Referencias sobre aplicação de simulação discreta na saúde

Autores	Ano do estudo	Objetivo da aplicação
Alexander Komashie, Ali Mousavi, Justin Gore	2008	Os autores utilizam a simulação discreta para investigar a gestão de operações em uma rede de saúde londrina.
Eric R. Swenson	2008	Utilizar a simulação discreta para melhorar o fluxo de pacientes em um setor de emergência.
Ayman Tobail, Patricia Egan, Waleed Abo-Hamad, Amr Arisha	2013	Nesse trabalho, os autores buscam na utilização da simulação discreta alocar leitos de forma mais eficiente e aumentar a satisfação dos pacientes sobre o sistema.

Fonte: Autoria Própria

2.6 SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS APLICADA AO MAPA DE FLUXO DE VALOR

Nos últimos anos, o MFV tem sido aplicado como a principal ferramenta na implementação da teoria *Lean* em sistemas dinâmicos e complexos como os setores de emergências (COOKSON, READ e COOKE, 2011).

Alguns autores como Abdulmalek e Rajgopal (2007), Anderson, Butcher e Moreno (2010), Tobail et al. (2013), Swallmeh et al. (2014), integram em seus trabalhos o uso de VSM e simulação para identificar pontos de melhorias em sistemas de saúde. Na maior parte dos trabalhos lidos para a construção desse referencial, nota-se que os autores utilizam as duas técnicas integradas, e o mapeamento é o primeiro passo dos estudos já que mapeia e identifica as atividades dos processos.

Em seu trabalho, Swallmeh et al. (2014) utiliza o mapeamento de fluxo de valor como base para identificar as atividades que agregam e que não agregam valor em um setor de emergência de um hospital irlandês. Enquanto Haddad et al. (2016) inicia seu estudo com o mapa de fluxo de valor do estado atual e futuro para detalhar o processo de admissão de pacientes.

No estudo de Wang et al. (2015), o tempo que não agrega valor é identificado pelo MFV e a partir dele é realizada a simulação para otimizar atribuição de pessoal, redução do tempo de espera e assim aumentar o nível de serviço prestado. O mapeamento de fluxo de

valor também é utilizado para segregar e identificar as atividades que agregam e que não agregam valor no trabalho de Abo-Hamad, Crowe e Amr (2012).

3 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se por ser uma metodologia de natureza aplicada com abordagem quantitativa e qualitativa do problema a ser analisado, em relação aos procedimentos técnicos da pesquisa será realizada coleta de dados, simulação do cenário atual, elaboração e simulação de cenários com alterações do fluxo com o objetivo de conhecer o comportamento do processo com as alterações propostas.

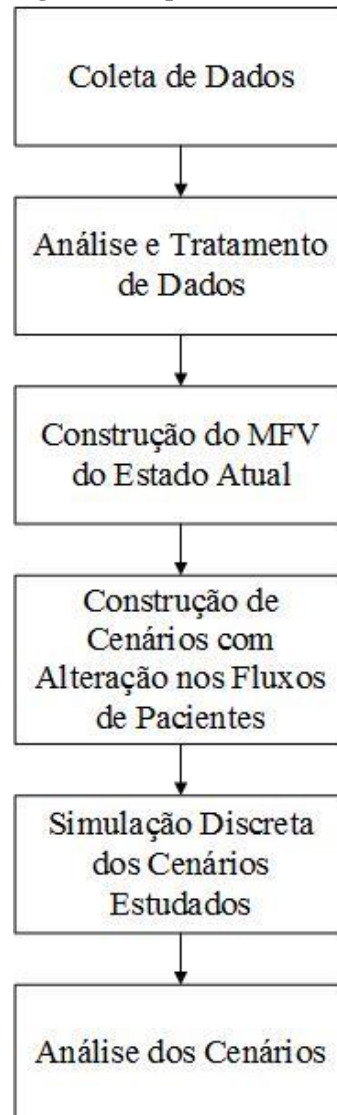
Para esse trabalho foram coletados os dados um pronto atendimento localizado na cidade de Ponta Grossa- Paraná, que possui funcionamento 24h. O sistema, foco desse estudo, possui diversas configurações de processo, porém para esse trabalho será analisada a configuração mostrada na Figura 2.

Essa configuração do processo foi escolhida, pois em conversa com dirigentes do hospital, foi descoberto que esse é visto como um fluxo delicado pois há demora natural da medicação do paciente somado ao número de leitos disponível para o procedimento e ao número de servidores, ocasionando filas.

Para a execução desse trabalho foram definidas etapas que devem ser seguidas. Elas estão ilustradas na Figura 3.

Figura 2: Etapas do funcionamento de um pronto atendimento

Fonte: Autoria Própria

Figura 3: Etapas necessárias para realização desse trabalho

Fonte: Autoria Própria

3.1 COLETA, ANÁLISE E TRATAMENTO DE DADOS

Nessa fase é realizada a primeira etapa da simulação discreta citada por Law e Kelton (1991). O trabalho iniciou-se a partir de um mês de coleta de dados e informações no pronto atendimento. Nessa fase, foi realizado mapeamento das atividades exercidas no local, cronometrados tempos de atendimentos e identificação de demais dados relevantes para o trabalho como números de funcionários, quais colaboradores estão envolvidos nesse processo, suas funções e fluxo de pacientes.

Para a cronometragem, foram realizadas visitas específicas com esse fim, essas tiveram duração média de duas horas e ocorreram em diversos horários: das 8:00 h até às 10:00, das 12:00 h até às 14:00 h e das 18:00 até às 20:00. Esses horários foram definidos pelos profissionais como os horários mais prováveis que ocorram alto fluxo de pacientes. Para cada etapa cronometrada (triagem, consulta e medicação) foram retirados 20 tempos, os quais estão mostrados na Tabela 1.

Após a coleta de dados quantitativos e qualitativos foi realizada análise dessas informações para conhecer as médias dos tempos coletados, se há *outliers*, quais os tipos de distribuição dos dados e valores de desvio padrão. Para Cousineau e Chartier (2015), *outliers* são observações muito maiores ou muito menores do que a grande maioria das observações. Nesse estudo, não foi desconsiderado os *outliers*, pois os tempos de atendimento variam de acordo com as necessidades de cada paciente.

Tabela 1: Dados coletados da triagem, consulta e medicação

Triagem (minutos)	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5
	5	6	6	6	6	6	6	6	7	8
Consulta (minutos)	4	5	5	6	6	6	6	7	7	7
	8	8	8	9	10	12	12	13	15	15
Medicação (minutos)	19	20	21	23	24	24	25	26	26	29
	29	29	29	29	32	35	35	35	38	38

Fonte: Autoria Própria

Para a configuração do software Arena, faz-se necessário informar o valor de desvio padrão das amostras calculadas. Para esse cálculo, fez-se uso de uma calculadora HP modelo fx-82MS. Os valores encontrados estão mostrados na Tabela 2.

Tabela 2: Valores de desvio padrão

	Desvio Padrão
Triagem	1,21
Consulta	3,23
Medicação	5,63

Fonte: Autoria Própria

4 O SISTEMA DE PRONTO ATENDIMENTO

Na figura 2, apresentada no tópico anterior, são mostradas as etapas que configuram o sistema do Pronto Atendimento. Frisando que essa configuração apresentada é uma das possíveis configurações do sistema, nem todo paciente que passa pelo atendimento médico é encaminhado para medicação.

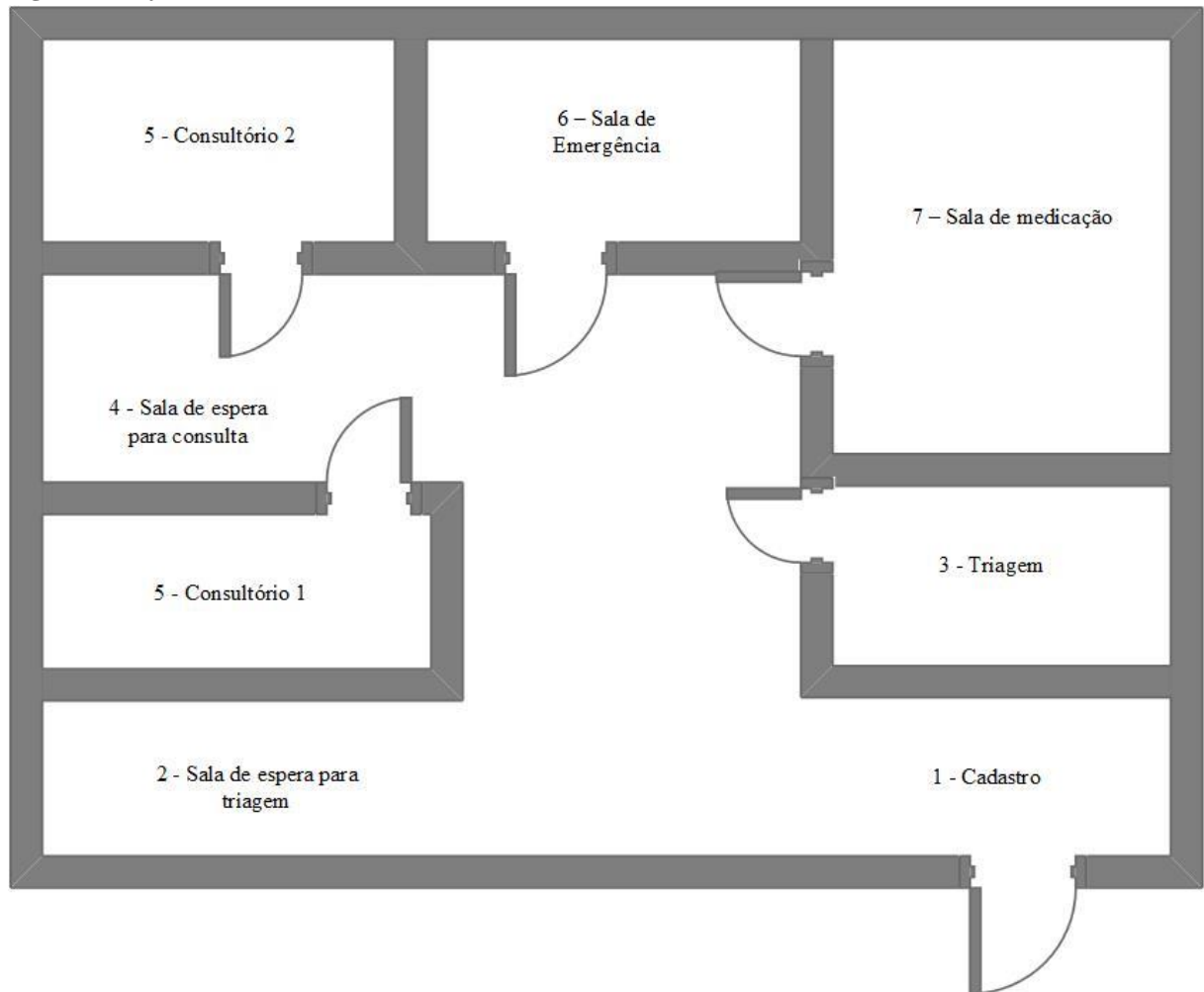
Enquanto que na Figura 4, é mostrado o layout do Pronto Atendimento. O processo começa na etapa de cadastro onde está localizada a secretária do pronto atendimento (etapa 1), ela é responsável por efetuar a entrada do cliente no sistema a partir de informações da pessoa como documentos de identificação, plano de saúde, informações de contato entre outros dados relevantes para o hospital.

Feito esse cadastro, a secretária encaminha a ficha do paciente ao enfermeiro responsável pela triagem e o paciente é direcionado à sala de espera, na Figura 4 do layout, identificado pelo número 2.

A terceira etapa, processo de triagem, número 3 no layout do sistema, é realizada apenas pelo profissional de enfermagem; nessa parte do processo são coletadas informações básicas do estado de saúde do paciente (temperatura corpórea, pressão sanguínea entre outras informações do seu estado atual), e a partir dessas informações o enfermeiro responsável por essa etapa faz a classificação de risco do paciente.

Essa classificação indicará quanto tempo o paciente está apto para aguardar pelo atendimento médico e ocorre por meio de cores, em ordem decrescente de tempo de espera: azul, verde, amarelo, laranja e vermelho. Para esse trabalho, considera-se que todos os pacientes foram classificados na mesma cor, azul, pois essa classificação é a mais comum e o hospital não possui o conhecimento, em forma de indicadores, da proporção de pacientes que são classificados em cada cor.

Depois da etapa de triagem, o paciente é encaminhado para a sala de espera (item 4 da Figura 4) para consulta médica. Na avaliação clínica do paciente, o médico o avaliará e conforme suas condições há diversas possibilidades que podem ser seguidas após essa etapa: medicação em domicílio, medicação intravenosa no Pronto Atendimento, encaminhamento para exames de imagem ou laboratoriais, ou para a internação.

Figura 4: Layout do Pronto Atendimento

Fonte: Autoria Própria

Como esse trabalho se concentra no fluxo de pacientes para a medicação intravenosa ou algum outro tipo de medicação no pronto atendimento, após esse diagnóstico, o médico informa ao técnico de enfermagem qual a medicação que o paciente deve receber, essa informação é passada por meio de receituário médico. A partir desse momento, o técnico de enfermagem aloca o paciente em um dos leitos disponível na sala de medicação e busca a medicação na farmácia situada dentro do hospital.

A medicação intravenosa ocorre na sala identificada pelo número 7 na Figura 4. Enquanto que a sala 6, sala de emergência, é utilizada quando ocorre a entrada de pacientes pelo sistema por ambulância.

Depois da aplicação da medicação, o médico realiza uma nova avaliação do estado de saúde do paciente, na própria sala de medicação, após essa verificação, é dada alta médica ou o tratamento é continuado de outra forma. Nesse estudo, apenas será avaliada até a etapa de medicação, independentemente, se o paciente recebeu alta médica ou não.

4.1 MAPA DE FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL

Em posse dessas informações contidas no quadro 6, foi construído o Mapa de Fluxo de Valor do estado atual (Figura 5), a fim de entender seu funcionamento e, se possível, realizar um diagnóstico. No mapa é mostrado informações do funcionamento do pronto atendimento relativo a um turno que tem duração de oito horas.

Em relação a capacidade de profissionais atendendo no pronto atendimento há sempre: uma secretária para cadastro de pacientes, um enfermeiro na etapa de triagem, um médico responsável pelas consultas(esporadicamente há mais um médico atendendo, porém para esse trabalho sempre foi observado o trabalho de somente um profissional no sistema) e, por fim, há dois técnicos de enfermagem na etapa de medicação, nessa mesma etapa há a presença de 3 leitos para alocação dos pacientes que necessitem de cuidados no pronto atendimento (a quantia de 3 leitos foi considerada a capacidade da etapa).

Para a construção do mapa de fluxo de valor do estado atual foi seguido os passos indicados por Rother e Shook (2012).

1º passo: Indicar a demanda.

Para os autores, o mapeamento inicia-se pela demanda do consumidor, que nesse caso são os pacientes atendidos pelo pronto atendimento. A demanda considerada no trabalho varia de acordo com os cenários simulados, pois em cada cenário estipulou-se uma determinada taxa de chegada de pacientes a fim de analisar o comportamento do sistema.

2º passo: Descrever os processos de atendimento

Os processos que os pacientes passam são descritos na seção 4 desse trabalho.

3º passo: Finalizar o fluxo e desenhar fluxo de informações

Para o fluxo de informações, consideraram-se as informações geradas a partir do cadastro de pacientes realizado pela secretária do pronto atendimento. Esse cadastro contém informações administrativas dos pacientes como plano de saúde e a partir dele é gerado a ordem de atendimento para triagem, destacando que em casos emergenciais essa ordem não é respeitada e o paciente em estado mais crítico é priorizado.

4º passo: Finalizar o mapa do estado atual.

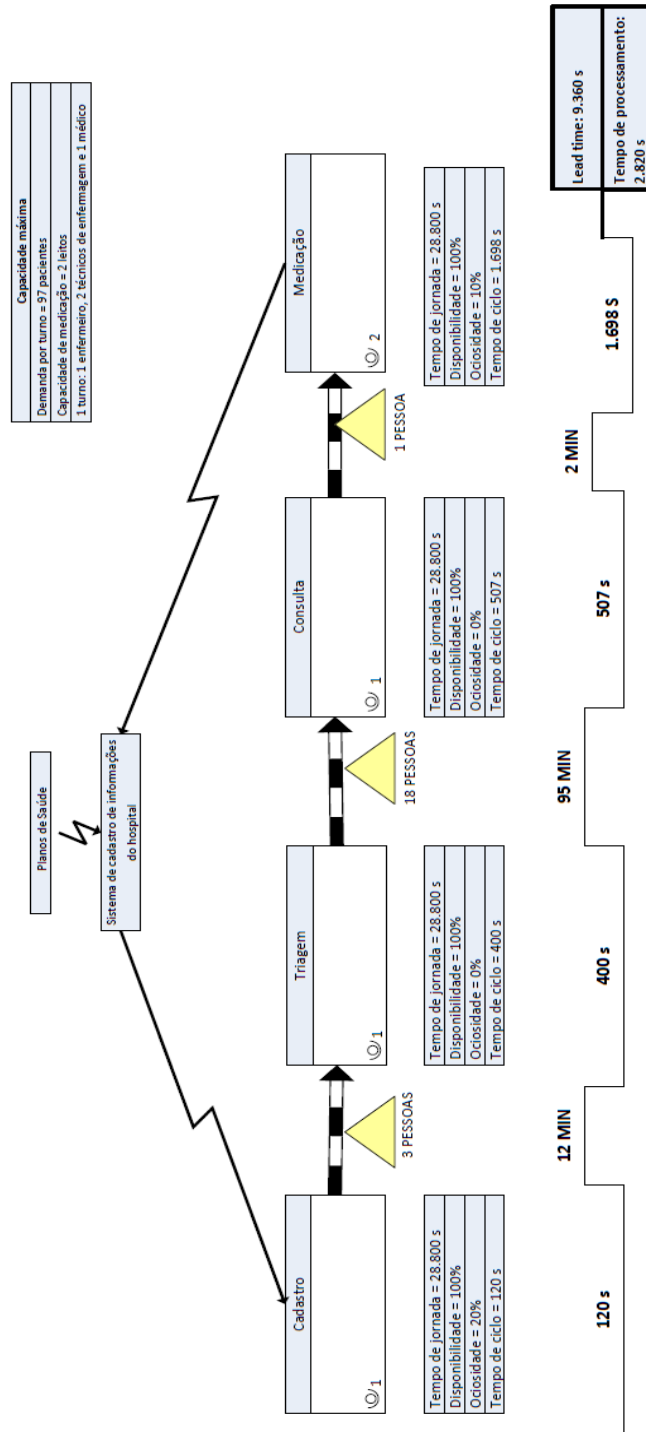
O Mapa de fluxo de valor do estado atual é mostrado na seção 4.1 desse trabalho, Figura 5.

No mapeamento de fluxo de valor é calculado o *lead time* do processo, Rother e Shook (2012) definem *lead time* como o tempo que uma peça percorre todo o caminho do

processo, começando com a sua chegada como matéria prima até a entrega para o cliente. Nesse caso, o lead time é o tempo entre a entrada do paciente no pronto atendimento e a finalização da medicação. Para o estoque do mapeamento considerou-se os pacientes em espera nas filas de cada cenário.

No mapa de fluxo de valor, também é calculado o tempo de processamento, ou seja, o tempo que o paciente ficou efetivamente em atendimento (triagem, consulta e medicação). Nas caixas de cada etapa, são mostradas a disponibilidade de cada profissional nas etapas. A ociosidade é oriunda de observação do sistema e o tempo de ciclo, que foi considerado, é o tempo médio do atendimento em cada etapa.

Figura 5: Mapa de Fluxo de Valor do estado atual

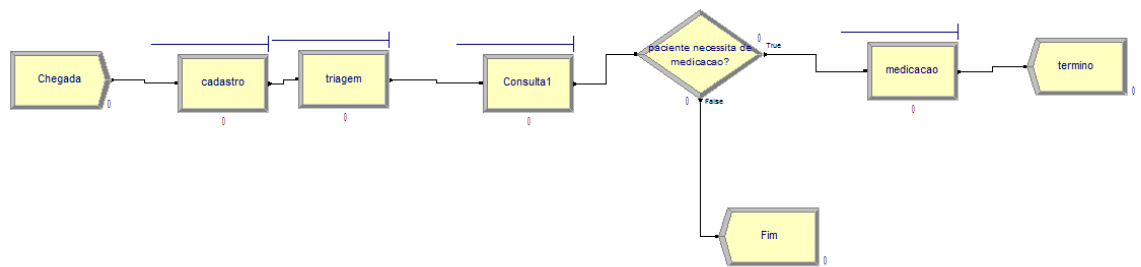


Fonte: Autoria Própria

5 RESULTADOS

Para efetuar a simulação do estado atual, utilizou-se o *software* Arena, em versão acadêmica. Silva, Pinto e Subramanian (2007) afirmam que esse programa possui interface gráfica e contém todas as ferramentas para modelagem, animação, análise estatística e de resultado além de utilizar a abordagem de processo. A Figura 6 mostra como o processo do Pronto Atendimento ficou configurado no *software* Arena. Assim, realizada a segunda etapa da simulação discreta citada por Law e Kelton (1991).

Figura 6: Simulação do estado atual



Fonte: Autoria Própria

E a Figura 7, mostra como o software foi configurado para simular o funcionamento de um turno de oito horas, a configuração é feita em minutos nesse caso, 8 horas equivale a 480 minutos, informação que é configurada na caixa denominada *Replication Length*. Nessa etapa também é programado número de repetições da simulação, informação adicionada na caixa *Number of Replications*

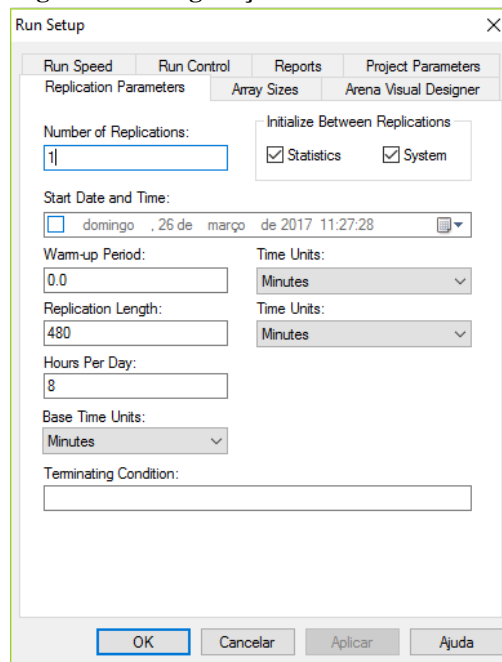
No tópico 2.5.1 foi apresentada a definição de entidade, para esse trabalho, entidades são os pacientes que circulam pelo sistema de pronto atendimento.

Enquanto que a Figura 8 mostra como as configurações de capacidade eram alteradas no *software*. Nessa caixa de configuração pode-se alterar a quantidade de profissionais em cada etapa na aba *Capacity*.

Prado (1999) afirma que o Arena é constituído por blocos que descrevem uma situação real. Os elementos básicos da modelagem em Arena são estações de trabalho que contém os recursos necessários para atender as entidades, essas que se movem por meio do sistema.

O *software* Arena é amplamente utilizado para compreender influência de gargalo, formação de filas, estoques entre outros conceitos (Silva, Pinto e Subramanian, 2007). Para esse trabalho, o *software* Arena foi configurado para simular o funcionamento de apenas 1 turno de funcionamento do pronto atendimento e a partir desse cenário verificar a reação do sistema no aumento e queda de fluxo de pacientes. Assim, enxergar sobrecarga do sistema e/ou ociosidade

Figura 7: Configuração do software Arena



Fonte: Autoria Própria

Figura 8: Configuração de capacidade no software Arena

Resource - Basic Process			
	Name	Type	Capacity
1	Secretaria	Fixed Capacity	1
2	ENFERMEIRO 1	Fixed Capacity	1
3	MEDICO 1	Fixed Capacity	1
4	TECNICO 1	Fixed Capacity	3

Fonte: Autoria Própria

5.1 RESULTADO DA SIMULAÇÃO DISCRETA DO ESTADO ATUAL

O estado atual do processo se configura da seguinte forma: um enfermeiro realizando a triagem, um médico consultando e dois técnicos de enfermagem que cuidam do processo de medicação. A capacidade do processo de medicação é dada pela quantidade de leitos disponíveis, nesse caso, há três leitos.

Para efetuar a simulação, foi determinada a taxa de chegada de 1 paciente a cada 5 minutos. Essa taxa foi obtida por meio de observação e em conversa com funcionários do pronto atendimento, pois a administração do hospital não possui esse índice formal em vista que o setor de pronto atendimento sofre uma grande variação de fluxo de paciente. Essa taxa de chegada por turno é considerada rotineira, ou seja, em um dia normal de trabalho os funcionários enfrentam um fluxo semelhante a esse.

Depois da consulta foi configurado um bloco do tipo *decide* no Arena (figura 9). Essa configuração é necessária pois depois da etapa de consulta, há diversas configurações para o tratamento do paciente. Nesse bloco, configurou-se que 30% dos pacientes que saem da consulta vão para a medicação hospitalar, sendo essa a configuração de estudo desse trabalho como mostrado no tópico 3.

Os demais 70% dos pacientes são encaminhados para outros tipos de tratamento como medicação hospitalar, exames, internação entre outros. Simulou-se o funcionamento do Pronto Atendimento durante um turno de 8 horas. O resultado da simulação do estado atual no *software* Arena é mostrado na Tabela 3 abaixo:

Tabela 3: Resultado simulação estado atual

CENÁRIO ATUAL: 1 ENFERMEIRO, 1 MÉDICO, 2 TÉCNICOS		
Número de pacientes que entram no sistema		97
Número de pacientes atendidos por turno		51
	Fila (tempo de espera)	Fila (tamanho da fila)
Triagem	12 minutos	3 pessoas
Consulta	86 minutos	16 pessoas
Medicação	2 minutos	1 pessoa

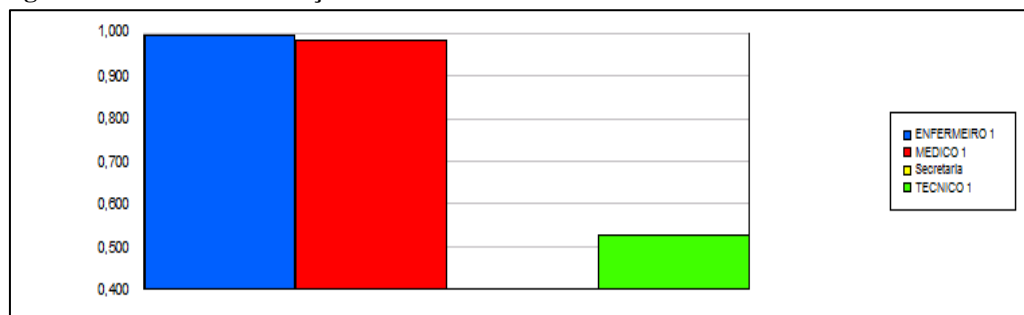
Fonte: Autoria Própria

Pelo resultado obtido, nota-se que o processo de medicação não apresenta demora no atendimento, ou seja, a capacidade atual apresentada em conjunto com o fluxo de pacientes simulados nesse caso apresentam resultados satisfatórios. Em contra partida, há tempos de espera para as etapas de triagem e consulta; o tempo de espera para o atendimento médico é o mais alto, mostrando ser a etapa com maior deficiência de capacidade.

Em relação a quantia de pacientes que chegam para o atendimento, dos 97 pacientes que buscam atendimento nas 8 horas simuladas, 51 conseguem finalizar o tratamento no pronto atendimento. Esse número representa 52,5% dos pacientes que deram entrada no sistema, conseguiram completar o atendimento. Dado que também pode significar uma maior espera para aqueles que não foram atendidos, pois quando há troca de turno o atendimento pode sofrer atrasos. Sendo assim, também se deve buscar atender o maior número de pacientes em um turno.

Em relação a utilização de mão de obra do sistema, o *software* Arena gera um gráfico, que é mostrado na Figura 9, mostrando essa informação. Nesse gráfico nota-se que a utilização do enfermeiro e do médico nesse fluxo de pacientes é alta, beirando a casa dos 100%, enquanto que a utilização da secretária e do técnico é bem mais baixa.

Figura 9: Gráfico de utilização de mão de obra



Fonte: Autoria Própria através de software Arena

5.2 RESULTADO DA SIMULAÇÃO DISCRETA DO CENÁRIO 1

A primeira alteração a ser analisada é o funcionamento do sistema com uma baixa demanda de pacientes. Para esse caso supôs uma chegada de 1 paciente a cada 15 minutos, essa suposição ocorre para saber como o sistema funciona com poucos atendimentos e se há grande ociosidade de mão de obra. O resultado da simulação realizada no software ARENA é mostrado na Tabela 4.

Pelos resultados obtidos, percebe-se que quase todos os pacientes que chegam no pronto atendimento buscando cuidados médicos são atendidos, 31 de 33 pacientes tem seu atendimento finalizado no turno simulado, e também nota-se que não ocorre a formação de filas em nenhuma das etapas do sistema.

Já em relação a utilização da mão de obra, há uma queda quando comparada aos dados do cenário atual. Nota-se que o médico é o profissional que possui maior utilização: 60%. Já os demais profissionais possuem a utilização entre 10% e 35%. Essas informações são

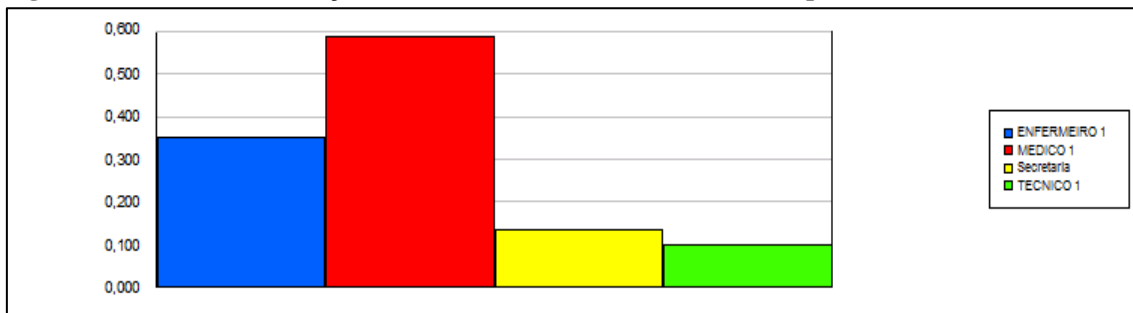
ilustradas pela Figura 10. Para esse cenário também foi construído o mapa de fluxo de valor que se encontra no Apêndice I.

Tabela 4: Resultado da simulação em um baixo fluxo de pacientes

CENÁRIO 1: 1 ENFERMEIRO, 1 MÉDICO, 2 TÉCNICOS		
Número de pacientes que entram no sistema	33	
Número de pacientes atendidos por turno	31	
	Fila (tempo de espera)	Fila (tamanho da fila)
Triagem	-	-
Consulta	-	-
Medicação	-	-

Fonte: Autoria Própria

Figura 10: Gráfico de utilização de mão de obra em um baixo fluxo de pacientes



Fonte: Autoria Própria através do software Arena

5.3 RESULTADO DA SIMULAÇÃO DISCRETA DO CENÁRIO 2

Para a configuração do segundo cenário, há suposição que a taxa de chegada de pacientes aumente para 1 paciente a cada 3 minutos. Não foi possível aumentar o fluxo de chegada de pacientes para análise, pois o software ARENA apresenta limitação sobre o número de entidades (pacientes) no sistema. O resultado pode ser analisado na Tabela 5.

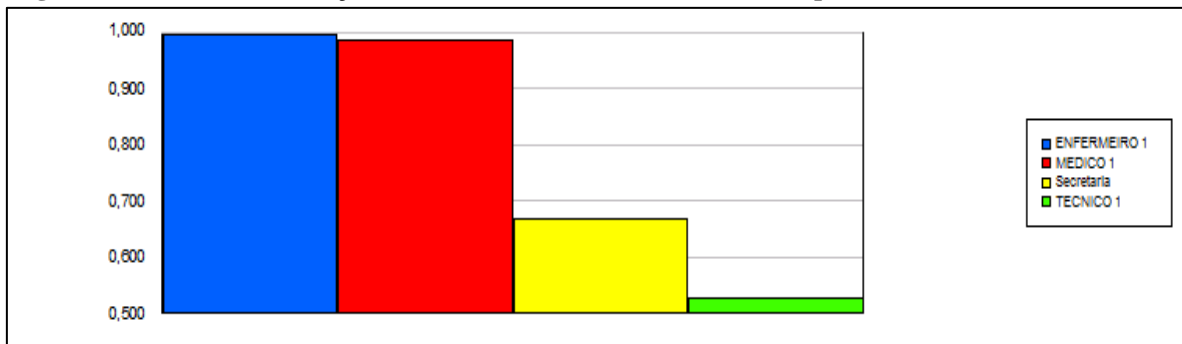
Ao comparar os resultados obtidos pela simulação no software ARENA com os resultados dos cenários anteriores, nota-se que o aumento da demanda de pacientes no turno simulado provoca aumento da espera para a etapa de triagem, enquanto que o número de pacientes atendidos permanece igual ao cenário atual que possui taxa de chegada de 1 paciente a cada 5 minutos.

Tabela 5: Resultado da simulação em um alto fluxo de pacientes

CENÁRIO 2: 1 ENFERMEIRO, 1 MÉDICO, 2 TÉCNICOS		
Número de pacientes que entram no sistema	161	
Número de pacientes atendidos por turno	51	
	Fila (tempo de espera)	Fila (tamanho da fila)
Triagem	102 minutos	35 pessoas
Consulta	95 minutos	18 pessoas
Medicação	2 minutos	1 pessoa

Fonte: Autoria Própria

Essa estagnação no número de pacientes atendidos mostra que o sistema atual já está na sua capacidade máxima de atendimento médico. O gráfico de utilização de mão de obra gerado pelo software ARENA é mostrado na Figura 11 logo abaixo.

Figura 11: Gráfico de utilização de mão de obra em um baixo fluxo de pacientes

Fonte: Autoria Própria através do software Arena

Em relação a utilização da mão de obra nesse cenário, percebe-se que há uma sobrecarga dos profissionais médicos e enfermeiros que atendem no pronto atendimento, a taxa de ocupação desses está em 100%. Já a secretária e técnicos de enfermagem possuem utilização na faixa de 70% e 53% respectivamente.

O mapeamento de fluxo de valor desse cenário está no Apêndice II do trabalho.

6 DISCUSSÃO

A Tabela 6 foi construída para resumir os resultados das simulações realizadas e comparara cada cenário ao estado atual. Para a comparação apenas considerou-se os tempos de espera para triagem, consulta e o número de pacientes atendidos, já que os tempos de espera para a medicação foram baixos ou inexistentes.

Tabela 6: Comparação de resultados

	Cenário atual	Cenário 1	Cenário 2
Tempo de espera para triagem	12 minutos	queda 100%	Aumento 750%
Tempo de espera para consulta	95 minutos	queda 100%	Inalterado
Número de pacientes atendidos	51 pacientes	queda 40%	Inalterado

Fonte: Autoria Própria

Enquanto que a Tabela 7 compara a variação de lead time entre o cenário atual e os outros dois cenários construídos. Sob o ponto de vista do valor de *lead time*, o cenário 1 é o que apresenta melhor resultado pois como não há filas, o paciente fica o tempo todo em atendimento.

Tabela 7: Comparação de resultados de lead time

	Cenário Atual	Cenário 1	Cenário 2
Lead time	9.360 s	Queda de 70%	Aumento de 57%

Fonte: Autoria Própria

O sistema de pronto atendimento é um sistema que possui funcionamento muito dinâmico, com muitas variações no fluxo de pacientes. Com o uso de simulação discreta do cenário atual, e de cenários alterando o fluxo de pacientes, nota-se que o surgimento de fila e os altos tempos de espera são ameaças constantes para o bom funcionamento do sistema.

No cenário atual, simulando o funcionamento do pronto atendimento com uma taxa de chegada de pacientes considerada regular, nota-se que a etapa de consulta é a única parte do processo que possui alto tempo de espera. A partir desse cenário, são simulados cenários com queda e aumento no fluxo de pacientes já que o pronto atendimento está suscetível a essa variação de demanda.

No cenário de queda de fluxo de pacientes, nota-se que o sistema fica ocioso, ou seja, os profissionais não estão trabalhando em todo o tempo de sua jornada, já que a taxa de chegada de pacientes é menor que a taxa de atendimento, eles ficam aguardando a chegada de pacientes.

Enquanto que no cenário de aumento de fluxo, que seria um cenário típico de surto de doenças ou de acidentes, os profissionais ficam extremamente ocupados e os tamanhos de filas formadas nas etapas de triagem e consulta são altas, chegando a extrapolar a capacidade física de espera do pronto atendimento. Assim, nesse cenário faz-se necessário o aumento de mão de obra, ou alguma medida que alivie o sistema nesse tipo de situação.

Uma sugestão para esse caso seria o pronto atendimento ter um médico disponível para quando houvesse aumento de fluxo. Esse profissional seria acionado pela secretária ou algum outro funcionário quando o pronto atendimento tivesse uma taxa muito alta de chegada de pacientes ocasionando filas.

Ao comparar o resultado do cenário atual com o segundo cenário criado, de aumento de fluxo de pacientes, nota-se que o tempo de espera para consultas é igual e há o aumento para o atendimento da triagem, passando a sobrecarregar o enfermeiro responsável pela etapa de triagem.

Destacando que cada profissional no pronto atendimento tem suas funções específicas em cada etapa do processo, ou seja, um técnico de enfermagem que esteja ocioso na etapa de medicação não pode cobrir o enfermeiro que está sobrecarregado na etapa de triagem.

7 CONCLUSÃO

O trabalho abordou o uso de *software* para simular o funcionamento de um pronto atendimento. Essa metodologia permite analisar como o sistema reage a determinadas variações de fluxo de chegada nos dois dados cenários. E assim, foi realizada simulação discreta de um turno com alta taxa de chegada e outra simulação para uma baixa demanda de pacientes, usando o *software* Arena em versão acadêmica.

Como o fluxo de atendimento no pronto atendimento varia, é necessário que em momentos de altas chegadas, como um dos casos analisado nesse trabalho, haja cooperação e dos servidores disponíveis no hospital para que não falte suprimentos e que o atendimento não seja interrompido.

Depois da análise dos resultados obtidos, percebeu-se a dificuldade de ocorrer um funcionamento perfeito do sistema, entende-se como funcionamento perfeito aquele que não há tempos de espera e ocorra alto número de pacientes atendidos.

A análise dos cenários com variação de fluxo de pacientes atendeu o objetivo geral do trabalho bem como a coleta, análise e tratamento dos dados, juntamente com a construção do mapa de fluxo de valor do cenário atual e dos cenários construídos permitiram que os objetivos específicos fossem atingidos.

Por se tratar de um setor muito dinâmico em decorrência da variação de fluxo de pacientes e servidores e das diferentes necessidades dos pacientes, algumas dificuldades foram encontradas para a realização desse trabalho: como a modelagem do sistema, já que há grande variação nos tempos que cada paciente é atendido e o acesso a dados concretos do sistema de pronto atendimento. No local realizado o trabalho, a gestão do hospital ainda não possui uma forma de obter indicadores concretos do sistema, esse trabalho foi construído em cima das informações obtidas pela observação do sistema e em conversa com os funcionários do pronto atendimento.

Uma ideia para estudos futuros que abordem alto fluxo de pacientes é simular o funcionamento do sistema com mais um médico atendendo e sem a etapa de triagem, assumindo o risco de não priorizar pacientes, ou seja, logo depois do cadastro realizado pela secretária, o paciente é encaminhado para o atendimento médico.

Também, pode-se considerar para trabalhos futuros, extrair indicadores sobre o sistema de pronto atendimento, como fluxo médio de pacientes, buscar o ponto ótimo entre

taxa de chegada e taxa de atendimento, entre outras informações que auxiliaria a gestão hospitalar na tomada de decisões.

Outra pesquisa sugerida é avaliar e mapear junto com os profissionais da saúde épocas do ano nas quais a procura por atendimento aumenta, como época de inverno, surto de gripes, mudanças climáticas etc. e a partir desse mapeamento de maior demanda buscar saídas para melhorar o atendimento médico.

A realização dos objetivos específicos desse trabalho viabilizou o cumprimento de seu objetivo geral que é a análise de cenários de um sistema de pronto atendimento sob a ótica de diferentes fluxos de pacientes. Sendo assim, além da simulação do estado atual foi possível realizar a simulação do funcionamento do pronto atendimento sob a ótica de um baixo e de um alto fluxo de pacientes.

Notando-se que nos fluxos de pacientes simulados, não há um ótimo onde o sistema não fique ocioso e nem sobrecarregado causando a formação de filas e longos tempos de espera.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULMALEK, Fawaz A.; RAJGOPAL, Jayant. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. **International Journal of production economics**, v. 107, n. 1, p. 223-236, 2007.

ABO-HAMAD, Waleed; CROWE, John; ARISHA, Amr. Towards leaner healthcare facility: application of simulation modelling and value stream mapping. 2012.

AL-REFAIE, A., Fouad, R. H., Li, M. H., & Shurrab, M. (2014). Applying simulation and DEA to improve performance of emergency department in a Jordanian hospital. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 41, 59-72.

ANDERSON, C.; BUTCHER, C.; MORENO, A. Emergency department patient flow simulation at HealthAlliance. Worcester **Polytechnic Institute**, 2010..

BALDWIN, Lynne P.; ELDABI, Tillal; PAUL, Ray J. Simulation in healthcare management: a soft approach (MAPIU). **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 12, n. 7, p. 541-557, 2004.

BARBOSA, Ranaya Silva et al. Software de simulações dos modelos Sir e Seir como ferramenta de gerenciamento ambiental de doenças epidemiológicas. **Scientia cum Industria**, v. 4, n. 2, p. 114-118, 2016.

BARIL, Chantal et al. Use of a discrete-event simulation in a Kaizen event: A case study in healthcare. **European Journal of Operational Research**, v. 249, n. 1, p. 327-339, 2016.

BENEVIDES, Gustavo et al. FERRAMENTA DO LEAN MANUFACTURING APLICADA AO PROCESSO DE AGREGADOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL. **Revista Olhar-Revista Científica da Escola Superior de Gestão de Negócios da ESAMC**, v. 1, n. 1, p. 125-145, 2016.

BERTANI, Thiago Moreno. **Lean Healthcare: Recomendações para implantações dos conceitos de produção enxuta em ambientes hospitalares**. 2012. 166 f. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

BLUMENTHAL, D.; STREMIKIS, K. Getting real about health care value. **Harvard Business Review** blog network, 2013.

FORD, S. C.; HILTON, N. A. A comparison of discrete event simulation and system dynamics for modelling health care systems. **School of Management**.2001.

BRAILSFORD, Sally C.; DESAI, Shivam M.; VIANA, Joe. Towards the holy grail: combining system dynamics and discrete-event simulation in healthcare. In: Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2010 Winter. **IEEE**, 2010. p. 2293-2303

BRANDAO DE SOUZA, Luciano. Trends and approaches in lean healthcare. **Leadership in Health Services**, v. 22, n. 2, p. 121-139, 2009.

CABRAL, Rodrigo HQ; ANDRADE, Reinaldo S. Aplicabilidade do Pensamento Enxuto. **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, v. 18, 1998.

CABRERA, E., Taboada, M., Iglesias, M. L., Epelde, F., & Luque, E. (2011). Optimization of healthcare emergency departments by agent-based simulation. *Procedia computer science*, 4, 1880-1889.

CALVO-AMODIO, Javier et al. A Generalized System Dynamics Model for Managing Transition-Phases in Healthcare Environments. **Journal of Industrial Engineering and Management Innovation**, v. 1, n. 1, p. 13-30, 2014.

CAMPOS, Geniberto Paiva. Brasil Século 21: os desafios da saúde. **Revista Encontros Teológicos**, v. 27, n. 1, 2016.

CIRINO, S. R. A., Gonçalves, H. S., Queiroz, F. C. B. P., Queiroz, J. V., & Hékis, H. R. (2013). Sistema de Produção Enxuta: analisando as práticas adotadas em uma indústria têxtil paraibana. *Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, 8(1), 9.

COUSINEAU, Denis; CHARTIER, Sylvain. Outliers detection and treatment: a review. **International Journal of Psychological Research**, v. 3, n. 1, p. 58-67, 2015.

DO PRADO, Darci Santos. **Usando o Arena em simulação**. Desenvolvimento Gerencial, 1999.

DUARTE MIRANDA, Gabriella Morais; GOUVEIA MENDES, Antonio da Cruz; ANDRADE DA SILVA, Ana Lucia. O envelhecimento populacional brasileiro: desafios e consequências sociais atuais e futuras. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 19, n. 3, 2016.

FERRO, José Roberto. Novas fronteiras de aplicação do sistema Lean em serviços. **Lean Institute Brasil**. Disponível em < <http://www.lean.org.br> >. Acesso em, v. 11, 2005.

FONE, D., Hollinghurst, S., Temple, M., Round, A., Lester, N., Weightman, A. & Palmer, S. (2003). Systematic review of the use and value of computer simulation modelling in population health and health care delivery. *Journal of Public Health*, 25(4), 325-335.

FORRESTER, Jay W. System dynamics, systems thinking, and soft OR. **System Dynamics Review**, v. 10, n. 2-3, p. 245-256, 1994.

GAVIRA, Muriel O. **Simulação computacional como uma ferramenta de aquisição de conhecimento**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

GIANNINI, Ruri. **Aplicação de ferramentas do pensamento enxuto na redução de perdas em operações de serviços**. 2007. Tese de Doutorado – Escola Politécnica da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

GHUSHE, Shubham et al. IMPLEMENTATION OF VALUE STREAM MAPPING (VSM) IN A COIR PRODUCT MANUFACTURING INDUSTRY. 2017.

GRAY, John Armstrong Muir. **How to get better value healthcare**. Offox press, 2011.

HADDAD, M. G., Zouein, P. P., Salem, J., & Otayek, R. (2016). Case Study of Lean

in Hospital Admissions to Inspire Culture Change. *Engineering Management Journal*, 28(4), 209-223.

HAGG, H. W., Suskovich, D., Workman-Germann, J., Scachitti, S., Hudson, B., Swartz, J., & Vanni, C. (2007). Adaptation of lean methodologies for healthcare applications. *RCHE Publications*, 24.

HANNON, Bruce; RUTH, Matthias. Dynamic modeling. **Springer Science & Business Media**, 2001.

HEERMANN, Dieter W. Computer-Simulation Methods. **Springer Berlin Heidelberg**, 1990.

HEINBUCH, Susan E. A case of successful technology transfer to health care: total quality materials management and just-in-time. **Journal of management in Medicine**, v. 9, n. 2, p. 48-56, 1995.

HINES, Peter; HOLWEG, Matthias; RICH, Nick. Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. **International journal of operations & production management**, v. 24, n. 10, p. 994-1011, 2004.

HIRISATJA, T., LILA, B., & CHANTRASA, R. Healthcare Operations Improvement with an Integration of Discrete-Event Simulation and Lean Thinking. International conference on Innovative Engineering Technologies 2014.

JACOBSON, Sheldon H.; HALL, Shane N.; SWISHER, James R. Discrete-event simulation of health care systems. In: Patient flow: Reducing delay in healthcare delivery. **Springer US**, 2006. p. 211-252.

JOOSTEN, Tom; BONGERS, Inge; JANSSEN, Richard. Application of lean thinking to health care: issues and observations. **International Journal for Quality in Health Care**, v. 21, n. 5, p. 341-347, 2009.

LAW, Averill M. **Simulation modeling and analysis**. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2007.

KATZ-NAVON, Tal; NAVEH, Eitan; STERN, Zvi. The moderate success of quality of care improvement efforts: three observations on the situation. **International**

Journal for Quality in Health Care, v. 19, n. 1, p. 4-7, 2007.

TEIXEIRA, Ricardo Rodrigues. Modelos comunicacionais e práticas de saúde. **Interface comun. saúde educ**, v. 1, n. 1, p. 7-40, 1997.

KUJALA, J., Lillrank, P., Kronström, V., & Peltokorpi, A. (2006). Time-based management of patient processes. *Journal of Health Organization and Management*, 20(6), 512-524.

LEOTTI, Vanessa Bielefeldt; BIRCK, Alan Rodrigues; RIBOLDI, João. Comparação dos Testes de Aderência à Normalidade Kolmogorovsmirnov, Anderson-Darling, Cramer–Von Mises e Shapiro-Wilk por Simulação. **Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônômica**, v. 11, p. 192, 2005.

LOPES GOMES, Gualter Manuel. **A Metodologia LEAN THINKING aplicada à Gestão de Stocks no Armazém manutenção do Hospital Santa Maria EPE**. 2017. Tese de Doutorado.

MACAL, Charles M.; NORTH, Michael J. Tutorial on agent-based modelling and simulation. **Journal of simulation**, v. 4, n. 3, p. 151-162, 2010.

MAIDSTONE, Robert. Discrete Event Simulation, System Dynamics and Agent Based Simulation: Discussion and Comparison. **System**, p. 1-6, 2012.

MARTINS, Carlos Fernando et al. Kata de melhoria: desenvolvendo habilidades para resolver problemas e aprender de forma sistemática no SESI Santa Catarina: uma aplicação Lean na área de Segurança e Saúde do Trabalho. **Journal of Lean Systems**, v. 1, n. 2, p. 107-121, 2016.

MIELCZAREK, Bożena; UZIAŁKO-MYDLIKOWSKA, Justyna. Application of computer simulation modeling in the health care sector: a survey. **Simulation**, 2010.

MOREIRA, Matheus Pinotti; FERNANDES, Flávio César F. Avaliação do mapeamento do fluxo de valor como ferramenta da produção enxuta por meio de um estudo de caso. **XXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, ENEGEP, Anais... Foz do Iguaçu**, 2001.

MOTA, Bruno Pontes; DA CL ALVES, Thaís. Implementação do Pensamento Enxuto através do projeto do sistema de produção: estudo de caso na Construção Civil. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2008.

MÜLLER, Maiquel Estefan. Diagnóstico de uma lavanderia hospitalar sob a ótica do Lean Healthcare. 2016.

NASRI F. O envelhecimento populacional no Brasil: Demografia e epidemiologia do envelhecimento. **Hospital Israelita Albert Einstein**. 2008;6(Supl 1):S4-S6.

OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção Além Da Produção. Bookman, 1997.

PAIM, J., Travassos, C., Almeida, C., Bahia, L., & Macinko, J. (2011). The Brazilian health system: history, advances, and challenges. *The Lancet*, 377(9779), 1778-1797.

PINHEIRO, Byanca; TORTORELLA, Guilherme. Uma análise qualitativa a partir do método Delphi das práticas enxutas e fatores críticos para implementação do Lean Healthcare. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 8, n. 16, p. 238-262, 2017.

PITT, Michael B. et al. Using Simulation in Global Health: Considerations for Design and Implementation. **Simulation in Healthcare**, 2017.

POKSINSKA, Bozena Bonnie; FIALKOWSKA-FILIFEK, Malgorzata; ENGSTRÖM, Jon. Does Lean healthcare improve patient satisfaction? A mixed-method investigation into primary care. **BMJ Qual Saf**, v. 26, n. 2, p. 95-103, 2017.

RADNOR, Zoe J.; HOLWEG, Matthias; WARING, Justin. Lean in healthcare: the unfilled promise?. **Social science & medicine**, v. 74, n. 3, p. 364-371, 2012.

ROBINSON, S., Radnor, Z. J., Burgess, N., & Worthington, C. (2012). SimLean: Utilising simulation in the implementation of lean in healthcare. *European Journal of Operational Research*, 219(1), 188-197.

ROCHA, F., Queiroz, J., Montevechi, J., & Gomes, J. (2014). Aplicação de value stream mapping e simulação a eventos discretos para melhoria de processo de um hospital. *Anais do XLVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Salvador*.

RODRIGUES, Ana Cristina Oliveira; NETO, Annibal Affonso. Application of Lean Healthcare: a case study in a general hospital. **Journal of Lean Systems**, v. 2, n. 2, p. 46-67, 2016.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. Aprendendo a enxergar: mapeando fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. **Lean Enterprise Institute**, 2003.

RUTBERG, M. H., Wenczel, S., Devaney, J., Goldlust, E. J., & Day, T. E. (2015). Incorporating discrete event simulation into quality improvement efforts in health care systems. *American Journal of Medical Quality*, 30(1), 31-35.

SAMUELSON, D. A., Parker, M., Zimmerman, A., Miller, L., Guerin, S., Thorp, J., & Densmore, O. (2008). Agent-based simulations of mass egress after improvised explosive device attacks. In *Proceedings of the 5th International ISCRAM Conference*, F. Fiedrich and BV de Walle, Eds.

SANCHEZ, S. M., Ferrin, D. M., Ogazon, T., Sepúlveda, J. A., & Ward, T. J. (2000, December). Emerging issues in healthcare simulation. In *Proceedings of the 32nd conference on Winter simulation* (pp. 1999-2003). Society for Computer Simulation International.

SENNA, Pedro et al. Estudo analítico sobre os conceitos Lean, Agile e Leagile aplicados às cadeias de suprimentos: Uma revisão de literatura. **Journal of Lean Systems**, v. 1, n. 2, p. 40-56, 2016.

SILBERSTEIN, Augusto Castejón Lattaro. **Um estudo de casos sobre a aplicação de princípios enxutos em serviços de saúde no Brasil**. 2006. 174 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

SILVA, Liane MF; PINTO, Marcel G.; SUBRAMANIAN, Anand. Utilizando o software Arena como ferramenta de apoio ao ensino em engenharia de produção. **Anais do XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2007.

SILVA, Rosângela da Rosa da. Lean healthcare: propostas de melhorias para um processo de dispensação farmacêutica hospitalar. 2016.

SOUSA, Emília Raquel. **Desenvolvimento de uma metodologia de eliminação de desperdícios e melhoria do desempenho de uma organização no setor da saúde**. 2017. Tese de Doutorado.

STAINSBY, Hayden; TABOADA, Manel; LUQUE, Emilio. Towards an agent-based simulation of hospital emergency departments. In: *Services Computing*, 2009. SCC'09. **IEEE International Conference on**. IEEE, 2009. p. 536-539.

SWALLMEH, E., Tobail, A., Abo-Hamad, W., Gray, J., & Arisha, A. (2014). Integrating simulation modelling and value stream mapping for leaner capacity planning of an emergency department.

SWENSON, Eric R. **Using discrete-event simulation to improve patient flow in an emergency department**. 2008. Tese de Doutorado. The Pennsylvania State University.

TOBAIL, A., Egan, P., Abo-Hamad, W., & Arisha, A. (2013). Application of Lean Thinking Using Simulation Modeling in A Private Hospital.

WANG, T. K., Yang, T., Yang, C. Y., & Chan, F. T. (2015). Lean principles and simulation optimization for emergency department layout design. *Industrial Management & Data Systems*, 115(4), 678-699.

WHITSON, Daniel. Applying just-in-time systems in health care. **IIE solutions**, v. 29, n. 8, p. 32-37, 1997.

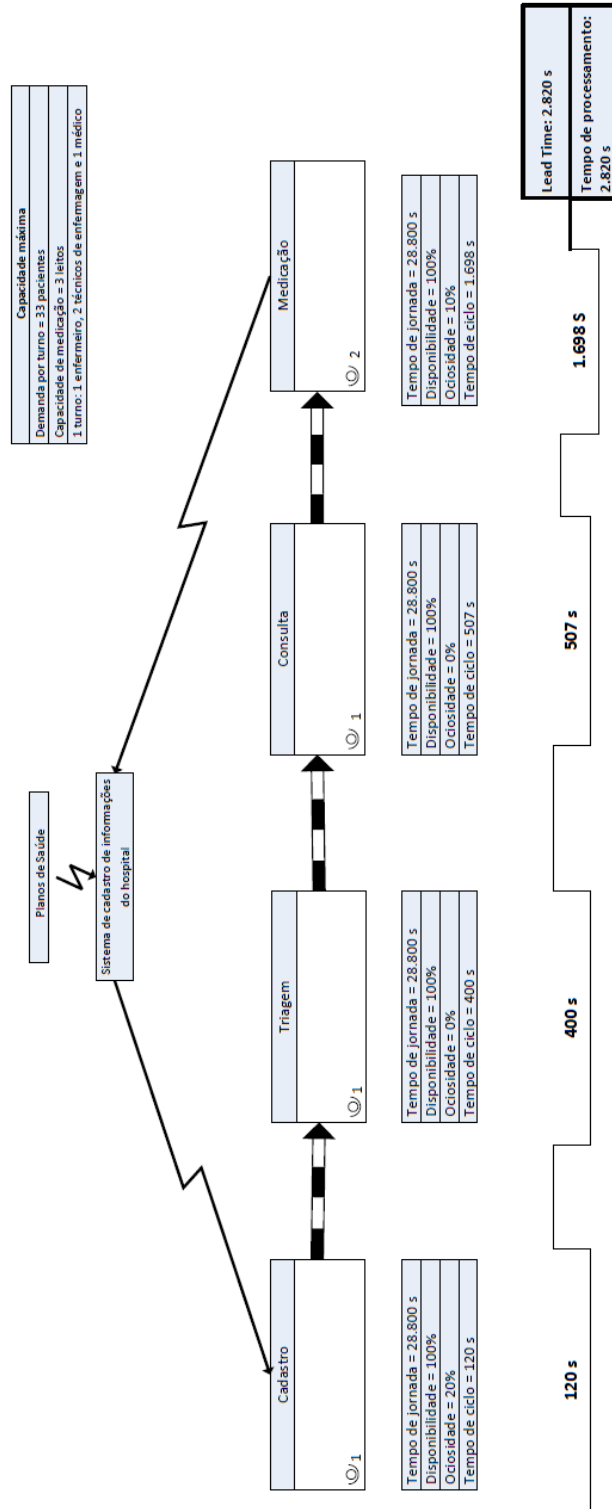
WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. A mentalidade enxuta nas empresas Lean Thinking: elimine o desperdício e crie riqueza. Elsevier Editora, 2004.

YOUNG, T. P.; MCCLEAN, S. I. A critical look at Lean Thinking in healthcare. **Quality and Safety in Health Care**, v. 17, n. 5, p. 382-386, 2008.

ZENG, Zhen et al. A simulation study to improve quality of care in the emergency department of a community hospital. **Journal of emergency nursing**, v. 38, n. 4, p. 322-328, 2012.

ZIDEL, Tom. A lean guide to transforming healthcare: How to implement lean principles in hospitals, medical offices, clinics, and other healthcare organizations. **ASQ Quality Press**, 2006.

APENDICE I – Mapa de Fluxo de Valor em um Cenário de Baixo Fluxo de Pacientes



APENDICE II – Mapa de Fluxo de Valor em um Cenário de Baixo Fluxo de Pacientes

