

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

INTEGRAÇÃO DO PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE
LAYOUT, DO PENSAMENTO ENXUTO E DA SIMULAÇÃO A
EVENTOS DISCRETOS PARA O PROJETO DO LAYOUT DE UM
PRONTO ATENDIMENTO HOSPITALAR

Jade de Souza Bordón

Itajubá, fevereiro de 2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

Jade de Souza Bordón

INTEGRAÇÃO DO PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE
LAYOUT, DO PENSAMENTO ENXUTO E DA SIMULAÇÃO A
EVENTOS DISCRETOS PARA O PROJETO DO LAYOUT DE UM
PRONTO ATENDIMENTO HOSPITALAR

Dissertação submetida ao programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências em Engenharia de Produção.

Área: Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Pereira Mello

Coorientador: Prof. Dr. José Antonio de Queiroz

Itajubá, fevereiro de 2021

DEDICATÓRIA

Em memória do meu pai, Carlos Alberto Santana Bordón, que sempre me inspirou pela busca do conhecimento e para minha mãe, Tânia Márcia de Souza Bordón, que é meu alicerce em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço pela oportunidade de cursar a pós graduação na Universidade Federal de Itajubá, que está na história dos meus pais e tem sido minha casa desde 2013, e entendo a minha posição privilegiada por estar entre os poucos brasileiros que conseguem chegar até aqui.

À toda minha família que se faz presente, em especial mãe, Túlio, Michel, Júlia, Yuka e Duba que foram meus maiores companheiros para enfrentar os tempos difíceis da vida e, também, da pandemia. Obrigada por acreditam no meu sucesso, mesmo quando eu duvidei, e por me mostrarem tantas formas de amor e cuidado.

Aos amigos queridos, antigos e novos, pelo suporte para concluir esta etapa.

Ao orientador Carlos Henrique Pereira Mello, parceiro de pesquisas de longa data, e ao Coorientador José Antonio de Queiroz pelos aprendizados compartilhados e pela ajuda na superação do desafio de desenvolver esta dissertação em tempos tão incertos.

À CAPES, pelo apoio financeiro e ao hospital, escolhido com objeto de estudo, pelo fornecimento dos dados desta pesquisa.

EPÍGRAFE

“i stand
on the sacrifices
of a million women before me
thinking
*what can i do
to make this mountain taller
so the women after me
can see farther”*
(*legacy – rupi kaur*)

RESUMO

A importância do setor de saúde é indiscutível e, em tempos de pandemia do Covid-19 e suas incertezas, faz-se ainda mais crucial a aplicação dos conhecimentos de Engenharia de Produção em estudos que possam promover melhorias e maior compreensão dessa área. É realizado um estudo sobre o projeto de *layout* de setores hospitalares, realizado sob a ótica da integração de três ferramentas: o *Systematic Layout Planning*, *Lean* e Simulação de Eventos Discretos. A primeira, utilizada para auxiliar problemas de setores hospitalares, apresenta um roteiro para o projeto de *layout* ou mesmo sua alteração. A segunda, traz o pensamento enxuto e seus conceitos aplicados no cuidado com a saúde. E a última, permite que sejam realizadas múltiplas análises relacionadas à saúde, sem risco real e com baixo custo. A pesquisa propôs construir um roteiro, baseado nesta integração, onde são descritas cada uma de suas etapas e apresentadas como elas foram utilizadas para o projeto de *layout* do pronto atendimento de um hospital filantrópico, na região do sul de Minas Gerais. Com a montagem da sistemática para o objeto de estudo, buscou-se encontrar resultados que ajudem em uma tomada de decisão mais segura em relação às alterações físicas. Sendo assim, na etapa final de sua aplicação, foram testadas alternativas de *layout* para três níveis de demandas possíveis para o futuro. Foram analisados como parâmetros de interesse: o *lead time*, o tempo de espera e o número de atendimentos. Encontrou-se que, dependendo da variação da demanda, pode-se acrescentar processos ou então mudar alguma atividade para que se possa dividir a carga de trabalho, reduzir desperdícios de movimentação e de espera e utilizar melhor os recursos humanos. O deslocamento do paciente sem acompanhamento permite minimizar o desperdício de movimentação do médico. A inserção da triagem no *layout* atual não se mostra vantajosa, visto que o número de atendimentos passa de uma média de 25 para 28 pacientes por dia, com grandes aumentos nos valores dos parâmetros de interesse. Já o cenário que tem a maior capacidade de atendimentos diários, quando comparado com o *layout* anterior, tem um aumento pequeno nos parâmetros que é justificado por conseguir atender em média 30 pacientes a mais por dia. O guia foi utilizado para estudar as propostas de alteração física do setor de interesse, permitindo analisar o estado atual do pronto atendimento e quais são as possíveis alterações de *layout* cabíveis e suas implicações, bem como quando devem ser feitas.

Palavras-chaves: *Systematic Layout Planning*; *Lean*; Simulação de Eventos Discretos; Pronto atendimento.

ABSTRACT

The importance of the healthcare facilities is unquestionable and, in times of the Covid-19 pandemic and its uncertainties, the application of Production Engineering knowledge in studies that can cause improvements and better understanding about this area is even more crucial. A study is carried out on the layout design of hospital department from the perspective of the integration of three tools: the Systematic Layout Planning, Lean and Discrete Events Simulation. The first one, used for assist problems in hospital departments, presents a script for the layout project or even its modification. The second brings Lean Thinking and its concepts in healthcare. And the last one, allows multiple health-related analyzes to be carried out, without real risk and at low cost. The research proposes to build a script, based on this integration, where each one of its stages is described and presents how they were used for the layout design of the emergency care of a philanthropic hospital, in the southern region of Minas Gerais. With the use of the systematic proposal for the object of study, it is intended to find results that help in making a safer decision in relation to physical changes. Thus, in the final stage of its application, layout alternatives were tested for three levels of possible demands for the future. The parameters of interest were defined: the lead time, the waiting time and the number of visits. It was found that, depending on the variation in demand, it possible to add processes or change some activity so the workload can be divide, waste of movement and waiting reduced and use better the human resources. The displacement of the patient without accompaniment allows to minimize the waste of movement of the doctor. The insertion of triage in the current layout is not advantageous, since the number of visits goes from an average of 25 to 28 patients per day, with large increases in the values of the parameters of interest. The scenario with the highest capacity for daily care, when compared to the previous layout, has a small increase in parameters that is justified by being able to attend an average of 30 more patients per day. The guide was successfully used to study the proposals for physical changes in the department of interest, it allows to assess the current status of the service and what are the possible changes in layout and its implications, as well as when they should be made.

Key words: Systematic Layout Planning; Lean; Discrete Events Simulation; Prompt service.

Lista de Figuras

Figura 5 - Pesquisa quantitativa, axiomática e normativa usando simulação	40
Figura 6 – Etapas da simulação	41
Figura 7 - Integração do SLP, <i>Lean</i> e simulação.....	42
Figura 8 – SIPOC do setor de pronto atendimento.....	44
Figura 9 - Recepção do pronto atendimento no modelo de simulação.....	47
Figura 10 - Sala de espera do pronto atendimento no modelo de simulação	47
Figura 11- Sala do médico do pronto atendimento no modelo de simulação.....	48
Figura 12 - Número de atendimentos mensais em 2020	49
Figura 13 - Fluxograma das etapas do atendimento.....	51
Figura 14 - Número de atendimentos mensais em 2020	53
Figura 15 - Correlação entre receita e número de atendimentos	53
Figura 16 – Comportamento das despesas do PA em 2020	54
Figura 17 - Porcentagens relativas às despesas do pronto atendimento no ano de 2020	54
Figura 18 - VSM do atendimento	57
Figura 19 - Diagrama de relacionamento dos espaços do pronto atendimento.....	58
Figura 20 - Planta baixa do pronto atendimento no modelo de simulação.....	59
Figura 21 - Visão do <i>layout</i> atual pelo modelo de simulação	60
Figura 22 – Gráfico de distribuição normal do tempo de chegada de pacientes.....	61
Figura 23 – Tempo de permanência do paciente	63
Figura 24 –Tempos de ciclo dos processos e de espera entre processos.....	63
Figura 25 - Esquematização do cenário.....	64
Figura 26 - Valores de demanda projetada.....	65
Figura 27 – <i>Layouts</i> com um consultório médico	68
Figura 28 – <i>Layouts</i> com dois consultórios médicos.....	68
Figura 29 – Estados dos recursos com demanda de 12 pacientes/dia	71
Figura 30 – Distância em metros percorrida pelo médico.....	71
Figura 31 – Taxa de transferência de pacientes por locais	72
Figura 32 - Estados dos recursos com demanda de 24 pacientes/dia	72

Figura 33 - Estados dos recursos com demanda de 36 pacientes/dia	73
Figura 34 - Estados dos recursos com demanda de 48 pacientes/dia	73
Figura 35 – Resultados de distância percorrida e taxa de transferência para diferentes demandas	74
Figura 36 – <i>Layout</i> com antessala para demanda de nível 1	75
Figura 37 – <i>Layout</i> com triagem e antessala	76
Figura 38 - Estados dos recursos com triagem e demanda de 36 pacientes/dia	77
Figura 39 – <i>Layout</i> com dois consultórios e triagem	78
Figura 40 – Estados dos recursos com dois consultórios médicos e triagem para 36 pacientes/dia	79
Figura 41 – <i>Layout</i> para nível 3 com dois médicos	80
Figura 42 – <i>Layout</i> para nível 3 com dois médicos e triagem	80
Figura 43 – <i>Layout</i> para nível 3 com dois médicos, triagem e antessala	80
Figura 44 – Estado dos recursos no <i>layout</i> com dois consultórios	81
Figura 45 – Estado dos recursos no <i>layout</i> com dois consultórios e triagem (com ou sem antessala)	81
Figura 46 – VSM futuro para o cenário com triagem, antessala e dois consultórios de demanda máxima	83
Figura 47 – Resultados gerais	84
Figura 48 – Número de atendimentos por cenário	85
Figura 49 – <i>Lead time</i> por cenário	85
Figura 50 – Tempo de espera por cenário	86

Lista de Tabelas

Tabela 2 - Comparação entre SLP e desperdícios <i>Lean</i>	22
Tabela 31 - Exemplos de atividades que agregam e não agregam valor em setores hospitalares	29
Tabela 4 – Etapas da integração SLP, <i>Lean</i> e simulação	43
Tabela 5 - Demanda média de atendimentos mensais do pronto atendimento.....	49
Tabela 6 - Número de atendimentos mensais do pronto atendimento em 2020.....	50
Tabela 7 - Dados do hospital e dados utilizados no modelo de simulação	60
Tabela 8 – Respostas das questões chaves para o estado futuro enxuto.....	66
Tabela 9 – Resultados dos índices de performance do <i>layout</i> atual	74
Tabela 10 – Resultados para os cenários atual e com antessala para o nível 1	75
Tabela 11 – Resultado dos parâmetros para segundo nível de demanda com triagem e antessala.....	77
Tabela 12 – Alternativas de acompanhamento do paciente para o nível 2.....	78
Tabela 13 – Resultados das alternativas para atender a demanda de nível 2	79
Tabela 14 – Resultados do nível 3 para diferentes <i>layouts</i>	81
Tabela 15 – Resultados dos parâmetros para demanda máxima	82
Tabela 16 – Receita mensal aproximada do PA por número de atendimentos diários ..	86

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Contextualização	13
1.2 Justificativa	14
1.3 Objetivo.....	15
1.4 Estrutura do Trabalho.....	16
2. REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 Ambientes Hospitalares e seus espaços físicos	17
2.1.1 Cenário hospitalar geral	18
2.1.2 Cenário hospitalar na pandemia	19
2.2 Planejamento Sistemático de <i>Layout</i> e sua aplicação na área da saúde	20
2.3 Pensamento Enxuto aplicado na área de saúde	23
2.3.1 Pensamento enxuto.....	23
2.3.2 <i>Lean design</i>	26
2.3.3 <i>Lean Healthcare</i>	29
2.3.4 <i>Value Stream Mapping</i>	30
2.4 Simulação a Eventos Discretos	33
2.4.1 Aplicação da Simulação em Ambientes Hospitalares baseada em conceitos <i>Lean</i>	34
3. MÉTODO DE PESQUISA	39
3.1 Classificação da pesquisa.....	39
3.2 Modelagem e Simulação	39
3.3 Roteiro de pesquisa	41
3.4 Objeto de Estudo	44
4. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	46
4.1 Análise.....	46
4.1.1 Dados de entrada	46
4.1.1.1 <i>Layout</i>	47
4.1.1.2 Demanda histórica e atual	48
4.1.1.3 Processo de atendimento	50
4.1.1.4 Fluxo de pacientes pelos processos	51
4.1.1.5 Tempos de ciclo e de espera.....	51
4.1.1.6 Atividades de cada profissional.....	52
4.1.1.7 Custos de operação.....	52
4.1.1.8 Melhor qualidade de atendimento	55
4.1.1.9 Protocolos pós-pandemia	55
4.1.2 Fluxo	55

4.1.3 Atividades Relacionadas	56
4.1.4 Diagrama de Relacionamento	58
4.1.5 Espaço Necessário.....	58
4.1.6 Espaço Disponível.....	58
4.2 Pesquisa.....	60
4.2.1 Diagrama de Relacionamento de Espaço	60
4.2.2 Mudanças	63
4.2.3 Limitações	66
4.2.4 <i>Layouts</i> Alternativos	67
4.3 Seleção	68
4.3.1 Avaliação.....	68
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	70
5.1 <i>Layout</i> atual.....	71
5.2 <i>Layouts</i> alternativos para níveis 1 e 2	74
5.3 <i>Layouts</i> alternativos para o nível 3.....	79
5.4 Comparação entre os <i>Layouts</i> alternativos.....	84
6. CONCLUSÕES.....	88
6.1 Verificação dos objetivos	88
6. 2 Contribuições do trabalho	89
6.3 Delimitações da pesquisa	89
6.4 Trabalhos futuros	90
REFERÊNCIAS	91
ANEXO A.....	98
ANEXO B.....	99

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A área da saúde tem uma importância indiscutível e estudos para melhoria deste setor, através dos conhecimentos da engenharia, são relevantes e necessários. Dentro deste cenário, o presente trabalho lida, principalmente, com a melhoria de *layout* de um pronto atendimento (PA) de um hospital, com o uso das ferramentas do Planejamento Sistemático de *Layout*, pensamento enxuto e da Simulação a Eventos Discretos.

Em seu relatório de Conta-Satélite, o IBGE (2017) mostra que em 2017, o consumo final de bens e serviços de saúde no Brasil foi de 3,9% do Produto Interno Bruto (PIB) em despesas de consumo do governo e 5,4% do PIB em despesas de famílias e instituições sem fins de lucro a serviços das famílias. Em comparação com países da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico, as despesas brasileiras e dos outros países são proporcionais aos PIBs, mas o governo brasileiro gasta um pouco mais da metade que a média dos países e o gasto brasileiro com saúde particular é mais que o dobro da média.

Outro ponto relevante ao tema é o momento de pandemia de Covid-19, que teve início no ano de 2020, em que se tem uma mudança de comportamentos dos sistemas de saúde e uma incerteza quanto ao futuro deles acerca de seu funcionamento, relatada tanto em nível nacional como internacional (ALMEIDA *et al.*, 2020; PROPPER, STOYE e ZARANKO, 2020; PALINKAS *et al.*, 2020).

Deste modo, com gastos consideráveis com a saúde e uma incerteza de cenários, um bom planejamento e funcionamento do setor de saúde se mostra necessário e importante, fazendo com que pesquisas de Engenharia de Produção possam contribuir e participar ativamente em melhorias dos sistemas existentes. Para esta pesquisa, conforme já dito, o enfoque é no estudo de *layout* neste setor. Em geral, o planejamento de *layout* visa organizar o espaço, geralmente industrial, de forma que a área disponível seja utilizada de forma otimizada e as distâncias sejam minimizadas, ou seja, reduz-se o deslocamento e se tem um ganho de eficiência. Em contrapartida, o planejamento do *layout* do hospital vai um pouco mais além, geralmente está localizado em um nível de decisão estratégica (ARNOLDS e GARTNER, 2018).

A revisão sistemática de Benitez, Silveira e Fogliatto (2019) mostra a relevância do tema de planejamento de *layout* em instalações hospitalares nos últimos anos, tanto em termos

de volume de publicação quanto ao conteúdo, e Fogliatto *et al.* (2019) discutem que, embora seja grande a relevância do *design* orientado pelo *Lean* nesse tipo de instalação, a pesquisa na área de *layout* hospitalar ainda é pouco abordada.

1.2 Justificativa

Quando se trata de ambientes hospitalares é necessário caracterizar que esta é uma estrutura “viva” e com operações dinâmicas. Em resumo, pode-se entender que “além da atividade propriamente médica que se desdobra no hospital, funcionam ali setores que poderiam desenvolver-se isoladamente fora dele” e que cada qual envolve “aspectos especializados de funcionamento e, por conseguinte, de problemas a serem enfrentados” (LIMA-GONÇALVES e ACHÉ, 1999). Com isto exposto, procura-se estender esta visão aos departamentos de um hospital como locais de funções e problemas particulares a eles. Então, a delimitação do estudo, em um pronto atendimento, é necessária para uma correta abordagem destes problemas.

Para a presente pesquisa, além de entender a importância e cuidado ao se trabalhar com a área de saúde, apresentam-se três conceitos-chaves para justificar o seu desenvolvimento, que são os conceitos e uso do *Lean*, do *Systematic Layout Planning* (SLP) e da Simulação a Eventos Discretos no âmbito hospitalar. Essas três abordagens apresentadas serão estudadas sob a luz do planejamento do *layout*.

O pensamento enxuto utilizado neste trabalho caminha pelas definições clássicas propostas por Taiichi Ohno, as quais já são amplamente conhecidas, e passa também pelas definições mais específicas do *Lean Design*, e suas similaridade com o *Lean healthcare*. A primeira está voltada para o processo, com a finalidade de melhoria de eficiência e eliminação dos desperdícios (DAHMANI *et al.*, 2017) enquanto que, a segunda, foca, especificamente, no setor de saúde e como suas práticas podem significar ganhos para este tipo de serviço e para seus clientes na forma de oferta de um serviço mais seguro e mais eficiente (TLAPA *et al.*, 2019; ZEPEDA-LUGO *et al.*, 2020).

Benitez, Silveira e Fogliatto (2019) em sua revisão da literatura, encontraram que uma das principais ferramentas utilizadas na solução de problemas de *layout* no setor de saúde é o *Systematic Layout Planning* (SLP), ou seja, Planejamento Sistemático do *Layout*, e o uso desta ferramenta, em conjunto com a simulação, é uma abordagem comum entre os trabalhos existentes.

A simulação também faz parte das principais ferramentas utilizadas na solução de problemas de *layout* no setor de saúde (BENITEZ, SILVEIRA e FOGLIATTO, 2019). E

esta ferramenta, por sua vez, apresenta uma ligação com o *Lean*, como mostra o estudo de Crema e Verbano (2019), em que são analisados trabalhos sobre a aplicação da simulação no auxílio da gestão *Lean* da saúde, devido ao seu baixo risco e custo, a fim de mostrar as vantagens de se utilizar essas duas abordagens.

O aumento de publicações na área de *layout* no setor da saúde se deve ao crescente interesse de pesquisa em operações de gestão da saúde e a disponibilidade de *hardware* e *software* mais avançados para validar métodos sofisticados de planejamento de *layout* e suas soluções. Apesar dos avanços significativos e existirem trabalhos relevantes, ainda há áreas que oferecem oportunidades e desafios para novos estudos (BENITEZ, SILVEIRA e FOGLIATTO, 2019).

A motivação da proposta deste estudo surge para preencher uma lacuna encontrada na literatura (FOGLIATTO *et al.*, 2019) em que se nota a falta de trabalhos que agreguem os conceitos SLP, *Lean* e simulação em um único estudo. Não foi encontrado nenhum trabalho nas bases de dados científicas pesquisadas que preencha esta lacuna.

Justificar a lacuna

1.3 Objetivo

Tendo em vista o contexto da pesquisa e a justificativa da escolha do tema, o objetivo geral deste trabalho é propor uma sistemática que contemple os conceitos de SLP, permeados pela visão *Lean* clássica e *Lean Design*, principalmente, utilizando-se da Simulação de Eventos Discretos, para formulação de um guia para propor *layouts* novos ou modificações para ambientes hospitalares.

Como objetivo específico, será realizado um estudo de mudanças de *layout* em um departamento de pronto atendimento de um hospital do sul de Minas Gerais como forma de testar o guia e fornecer os resultados relevantes para a tomada de decisão sobre futuras modificações no setor. Esta análise será realizada por meio da simulação computacional, utilizando o *software FlexSim Healthcare*[®], que visa identificar se a sistemática para a mudança de *layout* proposta fornecerá ganhos para o setor da saúde. Esses ganhos podem ser entendidos como melhorias em indicadores, tais como melhor utilização dos recursos e redução dos desperdícios, do tempo de espera, transporte e deslocamento, além da diminuição da necessidade de readmissão, por exemplo (ZEPEDA-LUGO *et al.*, 2020). E essas melhorias, no caso de departamentos de emergência, tem como objetivo amenizar os problemas relacionados a superlotação, tempo de espera, de permanência e de ciclo

longos, e alta taxa de pacientes sem atendimento (ORTÍZ-BARRIOS e ALFARO-SAÍZ, 2020).

1.4 Estrutura do Trabalho

Para atingir o objetivo definido, o trabalho se divide em mais cinco partes. O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico, trazendo uma revisão bibliográfica dos temas de *Lean*, SLP e Simulação a Eventos Discretos, com foco, principalmente, nas suas utilizações em ambientes hospitalares. O Capítulo 3 trata do método de pesquisa escolhido, explicando sobre a classificação desta pesquisa e definindo o procedimento metodológico adotado, visando atingir os objetivos especificados. O Capítulo 4 trata da coleta de dados e do desenvolvimento da aplicação, apresentando todas as informações levantadas do objeto de estudo e sua importância em cada etapa da sistemática proposta. O Capítulo 5 traz as análises dos resultados encontrados com a simulação em diferentes cenários de *layout* e, finalmente, o Capítulo 6 apresenta as conclusões, limitações e propostas para trabalhos futuros.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Esse capítulo visa mostrar os conceitos principais sobre o pensamento enxuto e algumas de suas técnicas aplicados à área da saúde, o método de *Planejamento Sistemático de Layout*, a teoria sobre Simulação de Eventos Discretos e, também, a situação dos ambientes hospitalares no país. O intuito é construir um elo entre todos esses conhecimentos para fornecer um roteiro para análise de projetos de mudança de *layout* de um setor hospitalar, baseado na simulação e no pensamento enxuto, de acordo com diferentes cenários futuros.

2.1 Ambientes Hospitalares e seus espaços físicos

Para fins de contextualização do objeto de estudo, é interessante entender como os hospitais se diferem em suas características. Os hospitais podem ser classificados de acordo com seu porte, tipo de assistência, nível de complexidade de atividades, papel na rede de saúde e regime de propriedade. Tais classificações foram esquematizadas com base em Negri Filho e Barbosa (2014) e são mostradas a seguir na Tabela 1.

CLASSIFICAÇÃO	TIPOS
Porte	Pequeno: capacidade de até 50 leitos. Médio: capacidade de 51 a 150 leitos. Grande: capacidade de 151 a 500 leitos. Acima de 500 leitos: hospital de capacidade extra.
Perfil assistencial dos estabelecimentos	Hospital de clínicas básicas Hospital geral Hospital especializado Hospital de urgência Hospital universitário e de ensino e pesquisa
Nível de complexidade das atividades prestadas pela unidade hospitalar	Hospital de nível básico ou primário, secundário, terciário ou quaternário em cada estabelecimento (atenção básica, de média complexidade ou de alta complexidade)
Papel do estabelecimento na rede de serviços de saúde	Hospital local Hospital regional Hospital de referência estadual ou nacional
Regime de propriedade	Hospital público Hospital privado, Hospital privado com fins lucrativos Hospital privado sem fins lucrativos (beneficentes ou filantrópicos)

Tabela 1 - Classificação de hospitais

Fonte: adaptado de Filho e Barbosa (2014)

No Brasil, um relatório publicado pela Federação Brasileira de Hospitais (FBH) e a Confederação Nacional de Saúde (CNSaúde), em 2018, mostra que entre os anos de 2010 e 2018, o número total de hospitais foi reduzido de 6.907 para 6.820 em todo o território

nacional, o que representa uma redução de 87 hospitais, ou de 1,26%, ao se comparar o primeiro ano com o último. Os resultados mostram, também, que a redução aconteceu somente em hospitais de natureza privada. Com esse resultado, pode-se perceber a importância do setor público de saúde, que só aumentou durante esse período e ainda pode ter que absorver a demanda que o fechamento de hospitais privados causa.

De acordo com a pesquisa de Macinko e Harris (2015), o sistema público de saúde no Brasil é descentralizado e os municípios são responsáveis pela maioria dos serviços primários e, tanto o atendimento quanto a disponibilidade de medicamentos, são de acesso gratuito para toda a população, mesmo que 26% dessa utilize planos privados de saúde.

Há diversas áreas dentro de um hospital nas quais os conhecimentos técnicos de engenharia podem ser utilizados, como na parte administrativa, nos processos, nos sistemas de informação, na disposição física, entre outras. Com enfoque no espaço físico, Jorge *et al.* (2017) afirmam que o setor hospitalar não pode somente se preocupar com a melhor disposição física de um espaço, mas é preciso também considerar o fluxo de informações e de pessoas.

Dada a importância da área da saúde e por esta requerer muito cuidado em seus processos devido aos riscos com a segurança do paciente, é necessário um planejamento bem feito dos espaços, bem como um entendimento das necessidades desse setor. Rother e Shook (2003) definem o mapeamento do fluxo de valor como a representação visual do fluxo de material e de informação de um processo, do fornecedor até o cliente. Pode-se, então, propor mudanças e elaborar um mapa do estado futuro que servirá de guia para uma modificação de como deveria ser o fluxo ideal, bem como estudar a movimentação física dentro do processo, para auxiliar na melhoria dessa movimentação durante o replanejamento do *layout*.

2.1.1 Cenário hospitalar geral

O cenário hospitalar apresenta oportunidades de mudança, como Hendrich *et al.* (2008) mostram em seu estudo, ao destacarem que a segurança e a eficiência do cuidado do paciente estão ligadas ao trabalho dos profissionais e ao ambiente físico dos hospitais. O resultado do estudo desses autores revelou que as enfermeiras tinham atividades que não agregavam valor e que elas se movimentavam muito ao longo de seus turnos. De acordo com esses resultados, pode-se concordar com Soriano-Meier *et al.* (2011), que afirmam que o *layout* físico é um fator importante no setor hospitalar, impactando na qualidade do atendimento e na produtividade dos funcionários. Esses mesmos autores afirmam também

que se o *layout* físico não seguir a lógica dos processos internos do hospital, o resultado será a redução da qualidade do atendimento.

Uma revisão sistemática da literatura feita por Benitez, Silveira e Fogliatto (2019) acerca do planejamento de *layout* de instalações de saúde aponta 81 artigos relevantes para este tema e que esses estão divididos em dois grupos em relação ao tipo de conteúdo. No primeiro, estão aqueles que contemplam conceitos e orientações e, no segundo, que são a maioria, se encontram aqueles que apresentam técnicas e ferramentas para auxiliar no planejamento do *layout*. Algumas dessas ferramentas apresentadas na revisão são as mesmas utilizadas nesse estudo, como simulação, VSM e *Lean*, que foram abordadas anteriormente.

Fogliatto *et al.* (2019) chamam a atenção para o fato de que os projetos dos hospitais brasileiros não estão alinhados com o pensamento enxuto e que uma abordagem que contenha o projeto orientado ao *Lean* pode significar uma melhoria nos resultados.

2.1.2 Cenário hospitalar na pandemia

Como a presente pesquisa se desenvolve em um hospital, é impossível não tratar sobre o cenário da pandemia da Covid-19. Como tal situação ainda se faz presente, trabalhos vêm surgindo com observações de comportamentos e análises dos acontecimentos até então.

Para este estudo é interessante ressaltar o comportamento da procura pelo setor da saúde por pacientes não infectados pelo coronavírus. Propper, Stoye e Zaranko (2020) apontam que, para esses pacientes houve, uma redução de recursos em face daqueles com o vírus. E tanto os hospitais tiveram cancelamentos e adiamentos de tratamentos, como os próprios pacientes optaram por adiar a visita ao hospital, o que aponta para um potencial acúmulo de problemas de saúde para o futuro. Para exemplificar, na Inglaterra, onde foi realizada a pesquisa, notou-se que a procura de departamentos de emergência no início da pandemia reduziu, aproximadamente, pela metade. Os autores acreditam que essa baixa procura se dá pelo isolamento social como e/ou pela redução na jornada de trabalho. Em maio, notou-se um aumento pela procura pela emergência, mas não como esperado para a época, enquanto alguns atendimentos de algumas doenças cresceram para perto ou ultrapassaram o esperado na época.

Complementarmente, Palinkas *et al.* (2020) perceberam, por meio de uma investigação qualitativa em Seattle (Estados Unidos), que a imposição do isolamento social para proteção de pacientes e funcionários da saúde levou a mudanças em procedimentos,

resultando em uma menor procura por emergências e suspensão de tratamentos não essenciais. Mesmo com a introdução da telemedicina, muitos pacientes não estavam preparados para este tipo de atendimento, gerando uma preocupação acerca da qualidade desse serviço. Pode-se inferir, então, que esses pacientes serão parte daquela demanda acumulada para a procura dos serviços de saúde no futuro. Os autores também apontaram que, além do cancelamento por parte do hospital, o medo de se infectar ao procurar atendimento foi uma das causas principais pela procura tardia do serviço de saúde, em que se percebeu uma maior severidade nos problemas quando essas pessoas finalmente procuravam atendimento.

Os dois trabalhos, de Propper, Stoye e Zaranko (2020) e Palinkas *et al.* (2020), foram apresentados nessa seção com a finalidade de chamar a atenção para a mudança de comportamento pela procura de serviços hospitalares e para a existência de uma tendência de aumento de demanda, conforme as mudanças de abrandamento da pandemia.

O cenário de pandemia, por questões de segurança, trouxe limitações para este trabalho no sentido de restrição de visitas e observações dentro do hospital para obtenção das informações necessárias, fazendo-se necessário a obtenção os dados de formas alternativas e transformando o contato entre as partes interessadas em um estudo à distância.

2.2 Planejamento Sistemático de *Layout* e sua aplicação na área da saúde

O modelo de Planejamento Sistemático de *Layout* é explicado por Muther e Hales (2015) como uma forma organizada de conduzir o planejamento do *layout*, que consiste em uma estrutura de fases, com procedimentos-padrão e convenções para compreender as áreas e elementos envolvidos no planejamento. Essas fases irão definir o local de estudo, estudar o padrão do processo geral de *layout*, analisar os processos dos *layouts* sugeridos e, por fim, repassar essa informação para que seja aplicada.

De acordo com Muther e Hales (2015) o SLP é importante tanto no início de um projeto de *layout* quanto ao longo da vida da instalação, devendo ser utilizado também durante mudanças no projeto de *layout*. O processo de avaliação dos problemas de *layout* iniciam por dois pontos principais: o produto (ou serviço) e a quantidade produzidos. A partir do conhecimento deles pode-se avaliar o processo pelo qual eles passam, quais os serviços complementares e qual o tempo para ser entregue.

De forma simplificada, Tortorella e Fogliatto (2008) explicam o SLP em 11 etapas divididas em três fases: Análise, Pesquisa e Seleção, como mostra a Figura 1. Baseando-se neste trabalho, pode-se entender que a primeira fase, a de Análise, envolve os dados de entrada e a avaliação do fluxo do processo e as suas atividades, resultando em um diagrama de relacionamento em que é mostrado quais atividades devem ficar próximas fisicamente. Com esse resultado, avalia-se o espaço físico disponível e o necessário para delimitar cada local. A segunda fase, a de Pesquisa, se dá ao anexar a avaliação de espaço ao primeiro diagrama de relacionamento, unindo assim processo e espaço físico. Aliando o diagrama de relacionamento de espaço com as mudanças consideradas e as limitações envolvidas, é possível gerar as alternativas de *layout* possíveis. Por fim, na Seleção acontece a análise desses *layouts* para a avaliação e escolha do melhor.

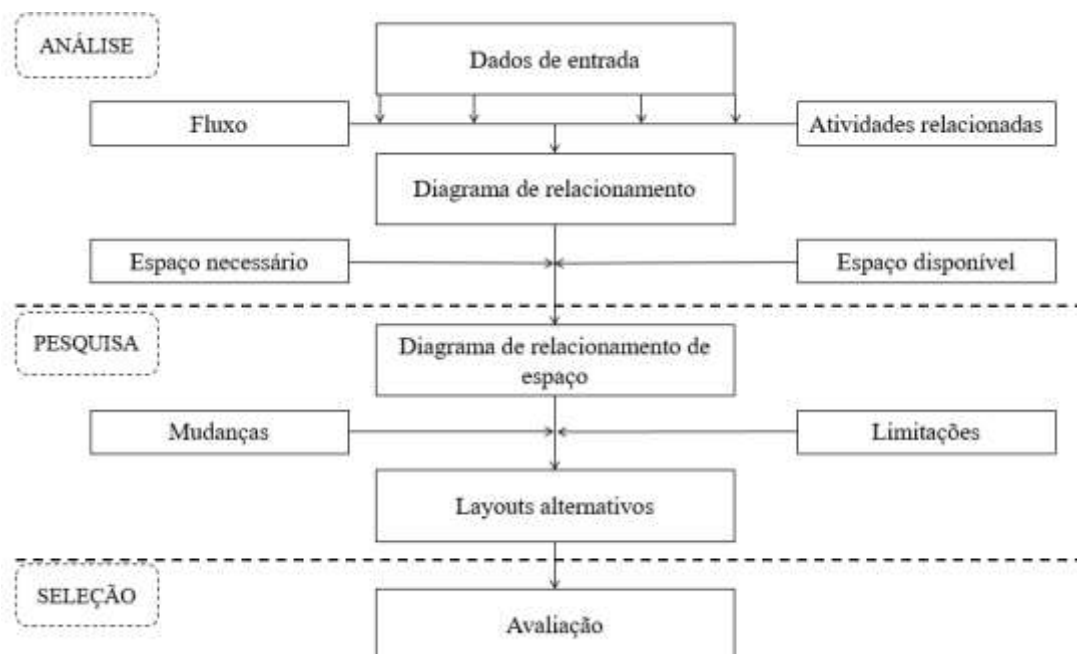


Figura 1 - Fases do SLP

Fonte: Adaptado de Tortorella e Fogliatto (2008)

O objetivo principal do planejamento de *layout* é a facilitação de um processo. Outros objetivos são: minimizar o manuseio de materiais, especialmente a distância e o tempo de viagem; manter a flexibilidade de arranjo e operação; promover o movimento contínuo do processo; reter o investimento em equipamentos; fazer uso econômico do espaço físico; promover a utilização eficaz da mão de obra e; proporcionar segurança, conforto e conveniência aos funcionários. Instalações diferentes das produtivas, como as de serviços, encontram similaridades nesses objetivos, ainda que seus processos sejam diferentes (MUTHER e HALES; 2015). Comparando esses objetivos que visam a

eficiência com os desperdícios que o *Lean*, aplicado em hospitais, combate (GRABAN, 2016), pode-se identificar a essência de soluções para tais problemas, conforme mostra a Tabela 2.

SLP (MUTHER e HALES, 2015)	Desperdícios <i>Lean</i> em Hospitais (GRABAN, 2016)
Minimizar o manuseio de materiais, especialmente a distância e o tempo de viagem	Transporte e Movimentação
Promover o movimento contínuo do processo	Espera
Promover a utilização eficaz da mão de obra	Potencial humano

Tabela 1 - Comparação entre SLP e desperdícios *Lean*

Fonte: Autora

Na fase de mudanças e alterações, Muther e Hales (2015) sugerem, para o detalhamento do *layout*, o uso de ferramentas complementares, como a simulação e o *Lean*. Uma boa prática para o planejamento do *layout* é a checagem antes da finalização, em que os autores apontam três formas:

1. Desafiar o modelo com valores pré-estabelecidos;
2. Revisar o modelo com os interessados;
3. Refinar através de modelos tridimensionais.

Deste modo, a simulação pode ser utilizada, no caso do SLP, para ajudar no processo de validação, refinamento e teste do modelo, podendo auxiliar também na revisão realizada pelas partes interessadas. O pensamento enxuto é apresentado em forma de uma lista de checagem de características para um *layout Lean* (MUTHER e HALES; 2015).

Pesquisas na área de *layout* de serviços de saúde, segundo Fogliatto *et al.* (2019), são pouco abordadas, mesmo sendo relevantes. As pesquisas se dividem em: baseadas no SLP, programação matemática e simulações. O trabalho proposto pelos autores utiliza em conjunto o SLP e as práticas de *Lean Healthcare*. E, analisando a pesquisa bibliográfica realizada pelos mesmos, não existe ainda um estudo que englobe SLP, práticas de *Lean Healthcare* e simulação.

A revisão sistemática da literatura sobre o *design* de instalações de saúde feita por Halawa *et al.* (2020) aponta que poucos estudos foram realizados na área de estrutura de otimização de *layout* e modelagem de *layout healthcare*. O mapa conceitual elaborado pelos autores mostra que a categoria de Conceitos e Opções Arquiteturais envolve o tema de *Lean Design* que, por sua vez, tem uma ligação com a modelagem e simulação, que

está dentro da categoria de Otimização e Modelagem de *Layout*. A análise desta categoria mostra que, dada a complexidade do processo de *design* do *layout* e seu elevado número de restrições, uma abordagem simples pode não ser suficiente, então, faz-se necessário uma abordagem múltipla que sirva de estrutura para o *design* de processos. E essas estruturas devem ser flexíveis para se adaptarem às mudanças para melhores práticas de saúde. Algumas das conclusões da revisão desses autores revelam a necessidade de abordar a variabilidade dos fluxos, de demanda e de operações nos *designs* de *layout*, bem como que existe uma demanda de modelos dedicados para instalações de saúde que traduzam as necessidades das mesmas e a necessidade de se considerar os caminhos de circulação durante a melhoria do *layout*.

O estudo realizado em um hospital público brasileiro pelos pesquisadores Fogliatto *et al.* (2019) propõe uma abordagem *Lean* para o projeto de *layout*. A proposta é feita partindo-se do VSM do estado atual e propondo-se diferentes arranjos físicos para testes. Esses testes são feitos por uma análise de decisão de multicritério para ranquear parâmetros considerados importantes dentro do pensamento *Lean* e da organização, a fim de obter o melhor *layout* para implementação.

2.3 Pensamento Enxuto aplicado na área de saúde

2.3.1 Pensamento enxuto

O termo *Lean* surgiu com os autores Womack, Jones e Roos (1990) no livro “A máquina que mudou o mundo”. Womack e Jones (2003) definiram essa filosofia como uma forma de combater o desperdício através de ações para especificar o valor e alinhar na melhor sequência as tarefas que criam valor, as quais devem ser executadas sem interrupção e mais eficientemente. O Pensamento Enxuto ou *Lean Thinking* consiste em prover formas de fazer mais, ou seja, criar mais valor para o cliente utilizando menos recursos, como esforço humano, equipamento, tempo e espaço.

Womack e Jones (2003) ressaltam a importância que Taiichi Ohno teve no processo de mudança de pensamento da produção ocidental para o *Lean*. Em concordância, Shah e Ward (2007), caracterizam a produção *Lean* como advinda e usada como uma aproximação do Sistema Toyota de Produção ou *Toyota Production System* (TPS), idealizado por Taiichi Ohno. Os autores apontam que a prática de produção utilizada anterior à enxuta tinha seu enfoque em resoluções ou melhorias em aspectos isolados e visíveis, negligenciando, por vezes, os problemas invisíveis e ligados ao sistema como

um todo. E, devido a esse fato, os gestores começaram a entender a relevância e aplicabilidade dos conceitos do TPS e do *Lean*.

Shingo (1989) aborda formas de eliminar o desperdício que, de acordo com o TPS, são: procurar o desperdício em lugares escondidos; entender quais atividades configuram desperdício; analisar quais operações não agregam valor ao produto, ou seja, não transformam o produto na direção daquilo que o cliente define como valor; eliminar ou minimizar as operações que não estão agregando valor do ponto de vista do cliente, seja por estarem ineficientes ou gerando produtos defeituosos.

As diversas pesquisas sobre o tema *Lean*, ao longo do último quarto de década, não apresentam um confronto sobre sua filosofia e seus métodos, levantando uma dúvida se algum conceito pode ter sido utilizado incompletamente ou se outras abordagens poderiam ser usadas para melhorar pontos fracos e aprimorar a teoria existente. As pesquisas deveriam mostrar um melhor entendimento da teoria e da implementação através da identificação dos corretos questionamentos a serem feitos e quais especificidades são necessárias (PEARCE, 2019). Mas, como o pensamento enxuto é multifacetado, pode se tornar difícil de mensurá-lo, já que suas ferramentas de medição estão ligadas a múltiplas partes do processo (SHAH; WARD, 2007).

De acordo com Womack e Jones (2003), o ponto crítico do início do pensamento *Lean* é o valor. O valor é definido pelo cliente, no sentido de encontrar a sua necessidade da forma correta, embora o valor seja criado pela empresa. Os mesmos autores chamam a atenção para a necessidade de se definir corretamente como o valor é criado, para se ter um mapeamento correto das atividades que o compõem. Retomando os pontos de Shingo (1989) sobre analisar operações que geram valor, para o caso de hospitais, Graban (2016) traz como exemplo que em um departamento de emergência o “produto” é o paciente e uma atividade que agrega valor é ser avaliado pelo médico, enquanto que uma atividade que não gera valor é a espera pelo atendimento.

Como gerar valor é um dos principais enfoques do *Lean*, é importante ressaltar como esse valor se apresenta no caso do setor de saúde. De acordo com Graban (2016), o valor da saúde está atrelado ao paciente, então do seu ponto de vista, quando necessário, ele passa por um tratamento eficiente, eficaz e seguro. Mas o valor visto pelo paciente pode ir além, como quando os pacientes valorizam um sistema de saúde que ajude a mantê-los saudáveis e proporcionar uma vida mais longa com uma maior qualidade. O valor do

Lean para a saúde deve contemplar essas questões amplas, ao invés de somente ajustar serviços de saúde atuais.

Womack e Jones (2003) definem que o desperdício é especificamente qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor, ou seja, erros que requerem reparação, produção de itens que ninguém deseja gerando acúmulo em estoques, etapas de processamento que não são realmente necessários, movimentação de funcionários e transporte de mercadorias de um lugar para outro sem qualquer propósito, pessoas aguardando pela atividade anterior porque esta não entregou pontualmente e bens de serviços que não atendem às necessidades do cliente.

Os tipos de desperdício que se encontram em hospitais são os mesmos propostos pelo *Lean* em sua essência, salvo algumas alterações necessárias para explicar estes eventos em um serviço de saúde e a adição de um oitavo ponto encontrado na literatura (GRABAN, 2016). Os oito desperdícios apresentados por Graban (2016) e seus respectivos exemplos no setor hospitalar serão destacados a seguir:

- 1) Superprodução: fazer além do necessário ou fazer antecipadamente. Exemplo: procedimentos para diagnósticos além daqueles necessários para a correta avaliação e tratamento;
- 2) Estoque: o excesso de estoque resulta em custo decorrente do maior espaço necessário para estocagem, além de dificultar a movimentação e encobrir deficiências. Exemplo: Materiais e medicamentos vencidos;
- 3) Defeitos: fazer incorretamente, inspecionar à procura de erros ou consertar erros. Exemplo: dose de medicamento administrada errada;
- 4) Transporte: movimento desnecessário do paciente, amostras ou materiais no sistema. Exemplo: longos deslocamentos dos pacientes entre registro, triagem e consultório médico, potencializados por *layout* inadequado;
- 5) Espera: aguardar a próxima atividade. Exemplo: pacientes aguardando consulta ou funcionários aguardando trabalho pelo desbalanceamento de tarefas;
- 6) Movimentação: movimentação desnecessária dos funcionários, que pode ser ocasionada por um *layout* ruim, fazendo com que funcionários caminhem muito ao longo de seus turnos;
- 7) Superprocessamento: atividades que não geram valor para o paciente ou definições de qualidade que não estão alinhadas com a necessidade do paciente. Exemplo: Dados colocados em formulários, mas que nunca são utilizados;

- 8) Potencial humano: perda por não envolver os funcionários nos processos de melhoria. Exemplo: funcionários cansados que deixam de sugerir mudanças que não são atendidas ou mesmo respondidas.

De todos os desperdícios apresentados, chama-se atenção para o transporte e a movimentação pois, conforme os exemplos dados, eles estão intimamente relacionados ao *layout* inadequado.

2.3.2 Lean design

O termo “*Lean Design*” é pouco explorado na literatura, então, um enfoque em que ele pode ser relacionado é ao Projeto de Desenvolvimento de Produtos ou Processos (PDP), já que se estuda a aplicação do *Lean* na parte de projeto, que pode ser entendido também como *design*. Com essa comparação em vista, Pessoa e Trabasso (2016), mostram que, para o *Lean PDP*, o pensamento enxuto ultrapassa a aplicação costumeira de redução de desperdício, uma vez que seu enfoque está na possibilidade de criar valor já durante a fase de projeto, ao mesmo tempo em que se busca reduzir os desperdícios, sendo esses os dois pilares do fluxo de valor do desenvolvimento do produto (ou processo). Esses dois conceitos estão ilustrados na Figura 2, evidenciando a importância do “fazer certo”, cujo foco está na eliminação dos desperdícios, e do “fazer a coisa certa”, cujo foco está na agregação de valor do ponto de vista do cliente.



Figura 2 - Pilares do fluxo de valor do desenvolvimento do produto (ou processo)

Fonte: Adaptado de Pessoa e Trabasso (2016)

Ainda sobre o *Lean* como forma de gerar valor no PDP, Pessoa e Trabasso (2016) afirmam que se deve simplificar ao máximo os processos com a retirada de atividades que não agregam valor e reforçar as atividades de prototipagem e testes a fim de maximizar a experimentação e a aprendizagem envolvidas. Neste último ponto, é possível

interpretar que a atividade de teste pode ser especificada como uma simulação, no caso de projeto de um processo.

O processo de desenvolvimento de produto possivelmente irá gerar atividades que podem ser entendidas como retrabalho pois, visto que o projeto é um processo iterativo, será necessária a revisão do mesmo ao longo do progresso. O objetivo do processo de projeto é a entrega na hora certa. Então, pensamento rápido e objetivo podem ser aliados na tarefa de reduzir o retrabalho e a alcançar a meta (OLSEN, 2015), pontos que estão em concordância com o pensamento enxuto.

Alguns pontos levantados pela revisão de literatura de Baines *et al.* (2006) foram, primeiro, que o valor gerado no PDP tem que ser bem definido; segundo, que pode não ser o mesmo valor da operação e; terceiro, que o *Lean* pode ser aplicado nas áreas de *design* e engenharia das empresas, desde que elas passem por mudanças globais de práticas e cultura, para que se tenha sucesso na implementação do pensamento enxuto. Concluindo, os autores consideram o TPS como uma boa base para o *Lean Design*, mas destacam a inexistência de uma padronização do conhecimento acerca da adoção do *Lean* no PDP, fazendo com que a criação de valor no projeto continue em aberto.

O *Lean* vem sendo utilizado em diversas áreas além da produção fabril. Mas, de acordo com Baines *et al.* (2006), poucas pesquisas ocidentais sobre as iniciavas *Lean* estavam focadas em atividades relacionadas à aplicação no *design*, ou seja, focadas na aplicação do pensamento enxuto nas atividades de planejamento. Recentemente, de acordo com Li (2019), percebe-se que pesquisas sobre *Lean* já são bem fundamentadas, mas os estudos acerca do *Lean Design*, em particular, são relativamente raros. Seu conceito pode ser entendido como uma forma de eliminar o desperdício no estágio inicial, quando o pensamento enxuto é então estendido ao *design*, ou seja, ao projeto. O uso do *Lean Design* integra o *Lean Thinking*, a tecnologia computacional e a otimização, resultando em um *layout* ótimo, o qual poupa recursos e melhora a eficiência.

Pode-se dizer que o *Lean* se desdobrou para o *Lean Design* a fim de focar no valor para o consumidor através de todo o processo de ciclo de um produto, com um *design* de produto adequado. O *Lean Design* tem o mesmo objetivo do *Lean Thinking*, que foca em melhorias de processos pela eliminação (ou minimização) das atividades que não agregam valor, e ainda procura melhorar a eficiência do processo do ponto de vista do *design* (DAHMANI *et al.*, 2017).

Dahmani *et al.* (2017) condensaram em uma pequena lista algumas diretrizes do *Lean Design* encontradas na literatura, que são: simplificar a arquitetura do produto; minimizar componentes; evitar complexidade; simplificar montagem; reduzir o perigo ao usar o produto; evoluir requisitos.

De acordo com as referências anteriores, o *Lean Design* aparenta estar mais vinculado ao *design* de produtos do que ao de processos. Mas, como o objetivo nesta pesquisa é o *design* de processo, procura-se entender as diretrizes desse conceito sob a luz do processo. Para exemplificar, Pezzotta *et al.* (2018) propõem um Método de Projeto Enxuto do Sistema de Serviço de Produto, devido à falta de outros que possibilitem o *design* colaborativo de recursos de produtos e serviços de forma integrada. Com ele é possível olhar pela perspectiva tanto do cliente quanto da empresa e, ao mesmo tempo, fornecer um suporte adequado à integração de *design* de serviços e produtos. O *Lean Design* neste método aparece como ferramenta no auxílio de tomadas de decisão, através de seus conceitos e de sua premissa de melhores resultados.

Trazendo o enfoque para o projeto de serviço, pode-se entender que a entrega do projeto na hora certa é fundamental para a criação de valor para cliente e empresa. O projeto, ou *design*, uma vez que estruturado no pensamento *lean*, é responsável por eliminar o desperdício no estágio inicial e pela redução de desperdício no futuro, isso devido à entrega de um *layout* estudado e aprimorado para uma melhor eficiência (OLSEN, 2015; PESSÔA e TRABASSO, 2016; LI, 2019).

Se olharmos para a saúde como uma indústria de serviços, talvez se aprenda mais com a área de conhecimento de gestão de serviços. Frequentemente, é enfatizado que o valor não é criado somente pelo distribuidor, mas junto com o cliente e nos próprios processos do cliente (BERGMAN *et al.*; 2015). Então, traduzindo para o setor de saúde, deve-se buscar conhecimentos sobre a melhoria de serviços e focar nos processos em que o paciente participe, já que, afinal, ele é o “produto” que se modifica ao longo do processo. Ao tratar de um “*re-design*”, ou reprojeto, de uma área hospitalar, a primeira etapa, de acordo com Patel *et al.* (2015), é identificar as atuais limitações de saídas como, por exemplo, longos tempos de espera. Então, cria-se um mapa do estado atual do processo e modifica-o a fim de melhorar suas atuais limitações, para, posteriormente, chegar a um mapa do estado futuro. O uso do *Lean* torna possível e auxilia o complexo “*re-design*” de setores da saúde.

2.3.3 Lean Healthcare

A abordagem *Lean Healthcare* (LH) guia e facilita a identificação de atividades que não agregam valor no processo e, também, facilita ações para reduzi-las enquanto melhora a eficiência do serviço de saúde. O LH é um suporte importante, que pode ser usado com outras ferramentas, podendo ajudar no fluxo de pacientes e problemas complexos, contanto que se tenha apoio da organização. Da mesma forma, se devidamente apoiado, o LH pode contribuir para as organizações de saúde cumprirem as metas e padrões associados ao atendimento oportuno e eficaz (TLAPA *et al.*, 2019; ZEPEDA-LUGO *et al.*, 2020). A Tabela 3 mostra dois exemplos de departamentos hospitalares e suas respectivas atividades que agregam valor (AV) e aquelas que não agregam valor (NAV) do ponto de vista do produto que é processado neste setor, de acordo com Graban (2016).

Departamento	“Produto”	Atividade AV	Atividade NAV
Emergência	Paciente	Ser avaliado e tratado	Espera para atendimento
Farmácia	Prescrição	Medicação sendo formulada ou preparada	Inspeção realizada múltiplas vezes

Tabela 32 - Exemplos de atividades que agregam e não agregam valor em setores hospitalares

Fonte: Adaptado de Graban (2016)

Santos *et al.* (2020) comparam, em uma revisão sistemática, trabalhos teóricos e práticos acerca do LH e identificam um crescimento no número de publicações nos últimos 10 anos. Algumas das conclusões apresentadas pelos autores serão apresentadas em outros tópicos.

Taner, Sezen e Antony (2007) concordam com Kim *et al.* (2006) ao apontarem a importância do envolvimento dos funcionários com o pensamento enxuto e suas ferramentas para alcançar o sucesso de implementação. Os primeiros autores deixam uma recomendação de se usar uma linguagem mais próxima da realidade dos mesmos no setor da saúde. Já os segundos, ressaltam o papel dos líderes em entender como o *Lean* pode ser aplicado e adaptado para que os benefícios que essa filosofia oferece sejam atingidos. Por sua vez, D’Andreamatteo *et al.* (2015) destacam a importância dos tomadores de decisão, num setor tão complexo quanto o da saúde, como pivôs que possuem o poder de permitirem com que a implementação de técnicas de *Lean* aconteçam. A revisão sistemática de Zepeda-Lugo *et al.* (2020), sobre a avaliação do *Lean Healthcare* aplicado

ao cuidado com o paciente, revelou que 84,6% dos trabalhos analisados possuíam uma equipe de trabalho multidisciplinar e a maioria apontou resultados positivos.

Pode-se perceber que a abordagem de Graban (2016) sobre o *Lean* aplicado em hospitais apresenta similaridades com o LH e este, por sua vez, foi tratado superficialmente a fim de mostrar que ele tem ganhado espaço na sua utilização e seus conceitos carregam muitas semelhanças com as outras interpretações do *Lean* apresentadas anteriormente, sejam elas a clássica ou a de *design*. Com isso, justifica-se que para o presente estudo não se faz necessário um aprofundamento no *Lean Healthcare*, visto que suas principais características e aplicação no setor de saúde são abordadas nas outras vertentes do pensamento enxuto.

2.3.4 Value Stream Mapping

Com os conceitos principais do pensamento enxuto definidos, procura-se uma forma de aplicar esses conceitos de maneira estruturada, para isso, pode-se fazer uso da técnica do *Value Stream Mapping* (VSM).

Primeiramente, é necessário entender os conceitos acerca do Fluxo de Valor. Rother e Shook (2003) definem que esse termo se refere a todas as atividades que, agregando ou não valor, fazem o produto ou serviço serem entregues ao destinatário final. E, ainda, apontam que o *Value Stream Mapping*, ou seja, o Mapeamento do Fluxo de Valor, permite que se entenda como os processos fluem dentro de uma organização, tanto do ponto de vista do material quanto da informação. Os autores propõem o uso dessa ferramenta em ambiente fabril, mas ressalta-se que é possível utilizar esses conceitos dentro do setor hospitalar.

A Figura 3, adaptada de Rother e Shook (2003), mostra os passos para a utilização da ferramenta de mapeamento do fluxo de valor. A primeira etapa, escolher a Família de produtos, diz respeito a selecionar qual será o escopo do estudo e qual o processo de interesse, já que muitas vezes não é possível mapear o processo como um todo devido sua complexidade. A escolha da família de produto é feita do ponto de vista de quem percebe o valor do produto, ou seja, o cliente. A segunda etapa consiste em desenhar o estado atual, que significa colocar em um desenho, utilizando símbolos específicos, as etapas de processo pelas quais passa a família escolhida, bem como as informações relacionadas a tempo de ciclo (tempo individual dos processos), tempo de *setup* (tempo de preparo das partes envolvidas em um processo), disponibilidade, quantidade de operadores, etc. Trata-se de uma etapa de diagnóstico, cujo objetivo é identificar quais

são os desperdícios existentes, ondes eles ocorrem e, sobretudo, quais são suas causas-raiz. Antes de avançar para a terceira etapa deve-se atentar para a pergunta: “O que torna um fluxo enxuto?”. Os autores apontam que a produção enxuta tem a intenção de construir um fluxo de valor para fazer somente aquilo que o próximo processo necessita, na quantidade que necessita e no momento que necessita, interligando todos os processos em um fluxo com o menor *lead time* total, com a mais alta qualidade e o custo mais baixo. Com essa intenção e entendimento, a terceira etapa consiste em desenhar um fluxo de valor para um estado futuro que permita eliminar as causas raízes dos desperdícios identificados no mapa atual. Nessa etapa encontram-se oito questões chaves para o desenho do estado futuro, que estão resumidas na Figura 4. A última etapa contempla a implementação das melhorias encontradas para o estado futuro, que o presente trabalho não abordará.

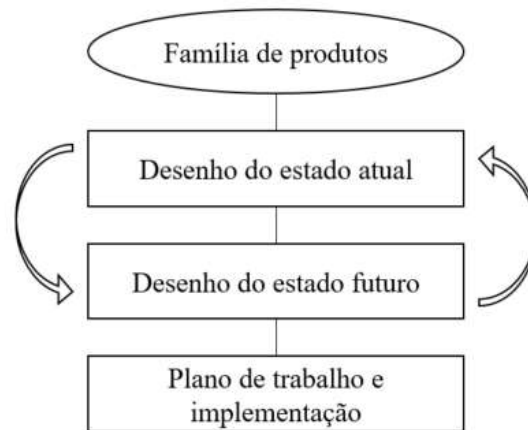


Figura 3 - Etapas para a construção do fluxo enxuto

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

Questões chaves para o estado futuro
1. Qual o <i>takt time</i> (Ritmo de produção)?
2. Produção para um supermercado ou diretamente para a expedição?
3. Onde pode-se usar o fluxo contínuo?
4. Onde introduzir os sistemas puxados a fim de controlar os processos antecessores?
5. Qual o processo que puxa a produção?
6. Como nivelar o mix de produção no processo puxador?
7. Qual incremento de trabalho liberará uniformemente do processo puxador?
8. Quais melhorias de processo serão necessárias para fazer fluir o fluxo de valor conforme as especificações do estado futuro?

Figura 4 - Questões chaves para a construção do estado futuro

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

Naturalmente, nem todas essas questões-chave se aplicam a todos os objetos de estudo, exigindo-se uma adaptação aos mesmos. O VSM resulta em dois mapas, um do estado atual e outro do futuro. O primeiro mostra uma imagem de como as atividades acontecem no momento atual e serve como base para identificar e eliminar os desperdícios. Já o segundo define uma nova forma de se realizar o processo depois de se eliminar (ou minimizar) as atividades que não agregam valor. Em resumo, o objetivo do VSM é encontrar o que é realmente necessário para agregar valor ao produto ou serviço e, assim, construir um mapa do estado futuro que irá refletir como o processo seria ao se retirar as fontes de desperdícios. Com a finalidade de encontrar as fontes que causam desperdícios no processo, Jimmerson, Weber e Sobek (2005) relacionam essa ferramenta de distinção de atividades que agregam ou não valor com o setor de saúde como, por exemplo, o levantamento histórico de saúde de um paciente feito por um enfermeiro, que é uma atividade que agrega valor, ao passo que, a espera do paciente por um médico, é uma atividade que não agrega valor. Nota-se a aplicabilidade dessa ferramenta na área de saúde e em seus diferentes setores, visto que organizações do ramo de saúde são bastante complexas.

Na esfera da saúde, Graban (2016) aponta que para se criar o VSM atual, deve-se identificar os problemas que precisam ser solucionados e não é necessário partir para soluções, sendo o mais importante priorizar quais problemas são mais relevantes em relação ao impacto causado no paciente. Já o VSM futuro irá apresentar o funcionamento esperado com as melhorias propostas de acordo com a priorização dos problemas e pode

também se criar um outro VSM prático dessas melhorias que podem ser implementadas a curto prazo.

Solding e Gullander (2009) apresentam alguns pontos fortes e fracos do VSM. As vantagens são que essa ferramenta é rápida e fácil de aprender e utilizar, não necessita de materiais ou equipamentos complexos, fornece uma base para discussões e decisões mais realistas e aumenta o entendimento sobre clientes, produtos e fluxo de informações. As desvantagens são que o mapeamento abrange somente uma família de produtos por análise, fornece dados sobre o processo de um momento específico, é uma simplificação da situação real e pode ser um desafio testar os sistemas e *layouts* novos.

Santos *et al.* (2020) encontraram que a ferramenta mais usada e aplicada com o LH é o VSM e apontaram que sua grande aplicação é devido à sua simplicidade, acessibilidade, baixo custo, necessidade de pouco recurso e resultados rápidos. Graban (2016) aponta que o diferencial do VSM aplicado em hospitais é identificar quanto cada atividade dura e qual o tempo de espera entre elas.

Um exemplo de uso foi realizado por Abeidi, Turkyilmaz e Uysal (2018), que aplicaram o pensamento enxuto, mais especificamente o VSM, construindo o estado futuro por meio da análise de atividades que agregam valor e diagrama de causa e efeito (espinha de peixe), para indicar melhorias em relação ao tempo de espera e eficiência de um departamento de emergência.

2.4 Simulação a Eventos Discretos

A Simulação a Eventos Discretos (SED) é feita, tradicionalmente, de acordo com Misra (1986), de forma sequencial, em que se assume que os eventos acontecem em pontos discretos no tempo.

Ao entender o estado atual de um processo e saber que pontos podem ser melhorados, entra em cena a ferramenta de simulação. Marvel e Standridge (2009) ressaltam a dificuldade em determinar os efeitos da implementação de ferramentas do *Lean*, bem como a deficiência em conseguir validar as transformações antes da implementação. É neste ponto que os autores justificam a incorporação de modelos simulados às práticas do *Lean*, já que a simulação inclui como os componentes de um sistema interagem e como mudanças podem ajudar a alcançar os objetivos de melhoria de performance. A simulação pode ser vista como a primeira forma de validação das transformações trazidas pela aplicação de ferramentas *Lean*, ao mostrar o estado futuro, sem, de fato, implementá-lo.

Este ponto cobre a desvantagem apontada por Solding e Gullander (2009) sobre a dificuldade em testar novos *layouts*.

Os pontos fortes da simulação são a capacidade de analisar sistemas complexos, o fluxo de todos os produtos pode ser incluído nos modelos, não é uma simplificação grosseira da realidade quando validada adequadamente, mostra o curso dinâmico dos eventos, pode-se adicionar as variações que os processos sofrem e permite análises avançadas sobre hipóteses de cenários. Em contrapartida, as fraquezas são a necessidade de investimento de tempo e dinheiro, um conhecimento sobre a teoria e sobre os programas de simulação, a dificuldade em conseguir a quantidade certa de amostras no formato correto (aqui está a importância do VSM para ajustar o processo antes de realizar a simulação e modificação) e, muitas vezes, o profissional que simula não participa diretamente do processo que está sendo estudado (SOLDING; GULLANDER, 2009).

A simulação, por fim, permite observar os detalhes dos processos, podendo enxergar o fluxo de uma parte individual dentro do sistema, sendo bastante relevante quando existem caminhos alternativos, como é o caso dos tratamentos de saúde em um pronto atendimento, por exemplo. É possível adicionar a quantidade dos inventários na simulação e suas respectivas saídas, além de adicionar características e tempos próprios de cada parte do processo e suas variações. Com isso, os modelos de simulação ficam cada vez mais próximos da realidade e se pode estudar o comportamento do sistema ao se reduzir ou modificar as variabilidades existentes (MARVEL; STANDRIDGE, 2009).

2.4.1 Aplicação da Simulação em Ambientes Hospitalares baseada em conceitos *Lean*

A simulação, para Marvel e Standrige (2009), é uma validação que garante que o estado futuro supra as necessidades de melhorias atuais. Nesta etapa é possível considerar questões como variação de estrutura, variação aleatória e dependências de tempo, que são esquecidas nas avaliações tradicionais de *Lean*, ou seja, sem a simulação. A relevância da simulação para o setor de saúde é grande, como afirma Gibson (2012) em seu estudo sobre a Modelagem e Simulação na área da saúde, mostrando que os sistemas de saúde são complexos e utilizam recursos caros e escassos, bem como que a simulação pode beneficiar esses sistemas como a capacidade de uma melhor compreensão dos mesmos. Marvel e Standrige (2009) também afirmam que o método de simulação provê a base para desenvolvimento e avaliação de opções de melhorias, bem como permite o entendimento da utilização dos recursos no serviço de saúde e a análise de melhorias sem necessidade

de experimentação com pessoas. Chama-se a atenção para o fato de que Santos *et al.* (2020) encontraram que a ferramenta simulação está em 13º lugar quanto ao uso aliado ao *Lean Healthcare* para os trabalhos analisados, resultando em somente 5,3% do total de 321 artigos.

Os processos de saúde têm sido modernizados e, por conta da baixa tolerância a falhas, a simulação tem tido um papel importante em construir cenários de opções para melhorias futuras. É percebida uma sinergia entre o pensamento enxuto e os métodos de modelagem e simulação, pois com um modelo de simulação é possível otimizar recursos e processos e avaliar o valor entregue. Com relação às melhorias futuras, Dickerman, Barach e Pentecost III (2009) chamam a atenção para a preocupação com o ambiente físico dos hospitais como forma de melhorar a segurança dos pacientes e que, por mais que se tenha evidências da importância do *design* físico no setor da saúde, os seus aspectos, geralmente, não são considerados no projeto.

Perez-Velez (2012) aponta que as situações próprias no setor de saúde para se aplicar uma modelagem por simulação são aquelas que oferecem oportunidades, seja de análise de capacidade, implementação de novos equipamentos, expansão ou novas construções, reduzir ou cortar custos.

A simulação é benéfica para a tomada de decisão, pois ela engloba todos os aspectos do sistema, como variáveis de decisão que são controláveis, parâmetros não controláveis e mudanças no estado do modelo, os chamados eventos (PEREZ-VELEZ, 2012). Em concordância, a simulação tem a capacidade de melhorar a tomada de decisão para entregar o serviço de saúde ao paciente de forma segura, eficaz e eficiente. Essa abordagem é importante tanto para a melhoria dos serviços de saúde como para o desenvolvimento de novos processos e planejamento de novas instalações. O modelo de simulação mostra o fluxo do processo e de seus pacientes e, também, considera variações de demanda e de tempos (GIBSON, 2012).

A simulação no setor de saúde é rapidamente explicada por Perez-Velez (2012), em que afirma que os engenheiros inicialmente especificam uma série de regras, relações, procedimentos e outras variáveis, para que as interações delas criem novas situações ou novas regras ao longo da simulação. Os modelos de simulação replicam um processo dinâmico e dão informações sobre os fatores que afetam o sistema, permitindo suas respectivas análises.

Foi realizada uma busca por artigos, na base *Scopus*, acerca da aplicação de ferramentas do *Lean* em conjunto com a simulação em setores de emergência dos últimos cinco anos. Utilizaram-se dois conjuntos de palavras chaves: “*lean AND emergency AND simulation*” e “*lean healthcare AND simulation*”, resultando em 50 e 14 artigos publicados até 2020, respectivamente. Algum desses estudos estão apresentados a seguir.

Wang *et al.* (2015) utilizam a ferramenta VSM do pensamento enxuto para entender os processos gerais e o fluxo de um departamento de emergência e estudam o *layout* celular para realizar atendimentos. Utilizando da simulação, os autores testaram quatro configurações de células diferentes e o resultado apontou que a configuração linear atingiu o melhor resultado de tempo de espera, reduzindo-o em 51%, e aumentando o nível de serviço em 61,4%. A melhora é possível já que se tem um processo de tratamento do paciente com passos imperfeitos, onde o resultado de pesquisas como a desses autores colabora. E ressalta-se também que, para o *layout*, a limitação de construções já existentes privilegia alguns *designs*.

Romano, Guizzi e Chiocca (2015) argumentam sobre a necessidade de mapear os processos pois, mesmo que se tenha um serviço adequado, se o processo estiver errado, então ainda existe um desperdício. Essa definição é o princípio do *Lean Thinking*. As soluções para os setores de saúde devem preocupar-se em facilitar o trabalho, reduzindo tempos ociosos e sendo o mais conveniente tanto para pacientes quanto para funcionários. Os autores avaliaram um departamento de emergência genérico italiano e, ao encontrar pontos de melhoria, estes foram testados pela simulação para avaliar quais seriam os ganhos da possível implementação. O quadro que levou esta pesquisa foi o fato de se ter uma demanda por cuidados pequenos que acaba por lotar as emergências, e esse aumento de demanda não é compatível com a falta de recursos de materiais, econômicos e de profissionais.

Converso *et al.* (2015) apontam que a lotação da emergência implica em aumento do tempo de espera dos pacientes, com um maior risco de infecção e de uso impróprio dos recursos humanos. Para isso, a simulação entra em cena, visando ajudar a reduzir ou eliminar desperdícios que afetem a eficiência do sistema. O conceito de valor, quando traduzido para o setor de saúde (*healthcare*), é atribuído para alcançar o melhor resultado em termos da saúde do paciente, através de todas as vertentes dos seus processos, sejam físicos, econômicos ou operacionais. A necessidade de conseguir sincronizar os recursos com as variações da demanda no setor da saúde fez com que alguns estudos se voltassem

para o conceito de sistemas ágeis. O resultado desta simulação forneceu soluções para o problema com recursos, ajudando na tomada de decisão.

Bendato *et al.* (2015) estudaram a melhora da emergência com a simulação e concluíram que este método permite aos gestores testar diferentes cenários e melhorias. Então, o impacto de cada melhoria já é conhecido antes mesmo de sua implementação, fazendo com que a concentração fique somente em soluções que fazem diferença para o sistema analisado.

Huang e Klassen (2016) propõem uma sistemática que envolve os conceitos e ferramentas do *Lean*, a filosofia *Six Sigma* através do ciclo DMAIC (*Define; Analyze; Measure; Improve; Control*) e a simulação. Os autores apontam que a descrição desse método visa facilitar a utilização das três técnicas e revelou seus comportamentos complementares no projeto do processo de melhoria com a aplicação usada no objeto de estudo.

Bal, Ceylan e Taçoğlu (2017) usam o VSM como ferramenta *Lean* e a Simulação a Eventos Discretos para realizar seu estudo em um departamento de emergência na Turquia que, assim como em outros países, apresenta problemas de lotação. Foi realizado um VSM atual e um futuro e, a partir deles, foram testados dois cenários para analisar e comprovar a redução no tempo de atendimento, um com e outro sem a adição de profissionais. Os autores destacam a participação da equipe hospitalar para adequar a pesquisa e torná-la mais proveitosa possível para o objeto de estudo.

O trabalho de Crema e Verbano (2019) fez uma revisão da bibliografia sobre o uso da gestão *Lean* na saúde em conjunto com a simulação. Encontrou-se que o método mais utilizado pelos artigos analisados é a da Simulação de Eventos Discretos, com o auxílio de softwares computacionais. E as ferramentas *Lean* mais usadas são o VSM, identificação de valor e desperdício, Kaizen e 5s, que foram usadas em diferentes estudos para obter melhorias como, por exemplo, na eficiência, na segurança dos pacientes e no auxílio às tomadas de decisão. Essa combinação de gestão *Lean* na saúde e simulação vem crescendo em números de publicação e esse aumento mostra que esse tópico é inovador, mas ainda emergente. A maior parte das publicações trabalha com melhorias em setores de emergências, especificamente com a melhoria no fluxo do paciente, eficiência e segurança de pacientes.

Em uma revisão sistemática acerca das técnicas utilizadas para suporte os projetos e melhorias do departamento de emergência, Ortíz-Barrios e Alfaro-Saíz (2020) identificaram os cinco principais problemas enfrentados neste setor. São eles:

- a. Lotação;
- b. Longo tempo de espera;
- c. Longo tempo de permanência;
- d. Tempo longo do fluxo de pacientes;
- e. Alto número de pacientes que saem sem serem atendidos.

Crema e Verbano (2019) encontraram em sua revisão bibliográfica que o VSM se mostra como uma base para a análise dos processos de saúde e auxilia na decisão de quais outras ferramentas *Lean* deveriam ser utilizadas também. E a Simulação a Eventos Discretos oferece suporte ao VSM em seu uso na área de saúde.

A Simulação a Eventos Discretos tem a vantagem de poder criar a configuração virtual que oferece suporte no desenvolvimento do VSM, permitindo a simulação de diferentes cenários, a fim de identificar e eliminar desperdícios e melhorar o desempenho do processo (CREMA E VERBANO; 2019).

Dos trabalhos encontrados por Ortíz-Barrios e Alfaro-Saíz (2020), as duas técnicas mais utilizadas separadamente no combate aos principais problemas da emergência, excluindo o alto número de pacientes que saem sem serem atendidos, são a Simulação a Eventos Discretos e o pensamento enxuto. Existem diversos trabalhos que aplicam um híbrido de técnicas.

Esta seção teve o intuito de interligar a simulação e o pensamento *Lean* com suas técnicas à aplicação no setor da saúde, revelando que as pesquisas realizadas têm um enfoque maior nos setores de emergência hospitalar e algumas técnicas utilizadas são as mesmas deste trabalho, como o VSM, outras ferramentas *Lean* e a simulação.

3. MÉTODO DE PESQUISA

3.1 Classificação da pesquisa

Considera-se que esta pesquisa é quantitativa, axiomática e normativa. Primeiro, quantitativa pois, de acordo com Bertrand e Fransoo (2002), as variáveis dependentes de um processo mudam quando se tem uma alteração nas variáveis independentes do mesmo e que esse comportamento permite que seja feita uma previsão sobre o estado futuro do processo modelado. Segundo, axiomática, uma vez que Bertrand e Fransoo (2002) apontam as seguintes características:

- Obtém soluções para os problemas através do modelo desenvolvido;
- Produz conhecimento acerca do comportamento de variáveis envolvidas a partir da premissa do comportamento de outras;
- Produz conhecimento sobre como manipular as variáveis para se obter comportamentos desejados.

E, por último, normativa já que o interesse é que os resultados da pesquisa gerem ações e mudanças que promovam melhorias nos resultados disponíveis na literatura (BERTRAND; FRANSOO, 2002).

3.2 Modelagem e Simulação

Para o presente trabalho, escolheu-se o método de Modelagem e Simulação, a fim de se obter uma análise sistêmica do objeto de estudo, que será detalhado nessa seção.

Pode-se inferir do trabalho dos autores Bertrand e Fransoo (2002) que, baseando-se na análise sistêmica de Mitroff *et al.* (1974), a melhor ordem de etapas para se realizar um estudo quantitativo, axiomático e normativo, usando a simulação está apresentada resumidamente na Figura 5. Na presente pesquisa a restrição do método será em não abordar a implementação para retornar à situação problema por questões práticas.

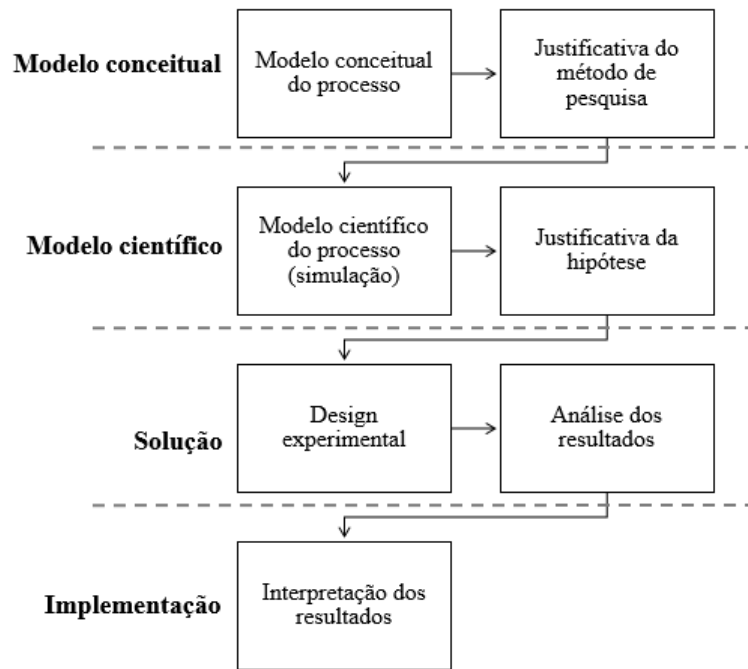


Figura 1 - Pesquisa quantitativa, axiomática e normativa usando simulação

Fonte: Autora

Os autores Bertrand e Fransoo (2002) apontam que a simulação apresenta resultados de menor qualidade se comparada com métodos matemáticos, mas o ganho ao utilizar esse método vem da relevância científica, que pode ser muito maior. Outras questões importantes levantadas pelos autores são: utilizar a simulação quando não é possível utilizar métodos matemáticos; usar pesquisas anteriores para comprovar a similaridade com as características reais do processo; a simulação pode ser considerada sem limites de tamanho e detalhamento do modelo; e as análises estatísticas dos resultados devem ser escolhidas cuidadosamente.

Para uma explicação mais voltada para a simulação computacional, apresenta-se a lógica do processo de simulação proposta por Montevechi *et al.* (2007), que está resumida na Figura 6. Nela é possível visualizar que a primeira fase é a de Concepção e suas etapas consistem em realizar a construção do modelo conceitual para então fazer a verificação com os dados reais e a validação do modelo, certificando-se que estão de acordo com os dados reais, gerando assim o modelo conceitual. Com este modelo pronto, parte-se para a modelagem dos dados de entrada. Adentrando na segunda fase, de Implementação, começa a construção do modelo computacional e sua posterior verificação com o modelo conceitual e sua validação com os dados do objeto de estudo, resultando em um modelo computacional. A última fase, de Análise, servirá para executar experimentos e testes de

diferentes cenários para o modelo computacional e, por fim, fornecer a análise e conclusões obtidas dos experimentos realizados.

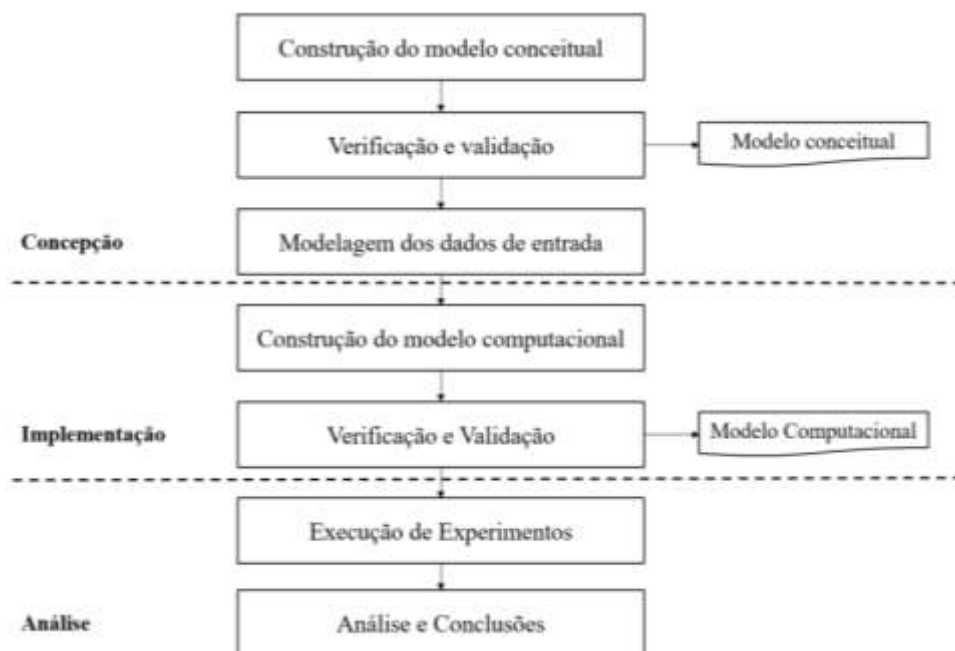


Figura 2 – Etapas da simulação

Fonte: Adaptado de Montevechi *et al.* (2007)

As etapas apresentadas por Montevechi *et al.* (2007) são usadas como base para o desenvolvimento da etapa de simulação do presente trabalho.

3.3 Roteiro de pesquisa

Conforme apresentado na seção de revisão da literatura, o SLP utiliza a simulação e o *Lean* para a fase de checagem do modelo de *layout* (MUTHER e HALES; 2015). Mostrou-se também que a simulação e o *Lean* são utilizados em conjunto em pesquisas na área da saúde, principalmente no setor de emergência (YOUNG, 2005; CREMA E VERBANO, 2019; ORTÍZ-BARRIOS E ALFARO-SAÍZ, 2020).

A intenção de utilizar o SLP, *Lean* e simulação em conjunto é ir além das aplicações já utilizadas. Tem-se o intuito de integralizar o *Lean* e a simulação como ferramentas em algumas etapas do SLP, conforme apresentado na Figura 7, em que os círculos mostram qual técnica é aplicada em qual fase/etapa e o mesmo vale para os losangos em relação à simulação.

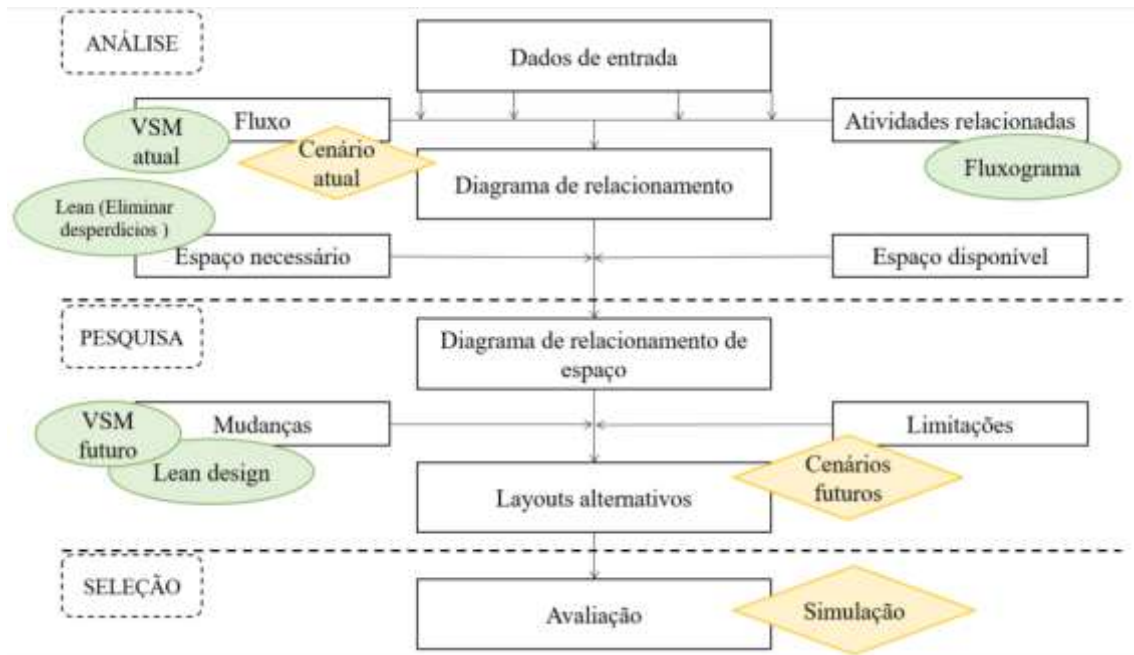


Figura 3 - Integração do SLP, *Lean* e simulação

Fonte: Adaptado de Tortorella e Fogliatto (2008)

As principais diferenças estão no uso específico do VSM como etapa inicial para entender o processo de interesse e do uso do *Lean Design* na orientação das propostas de mudanças, focando, principalmente, nos desperdícios que estão ligados ao *layout*. Em relação à simulação, a diferença está no uso dela já na etapa de montagem de cenários de acordo com as limitações e problemas encontrados e não a utilização somente na parte de checagem e validação.

Espera-se que esta integração forneça uma estrutura sobre como utilizar as ferramentas de *Lean* e simulação dentro da sistemática já estabelecida do SLP, aproveitando as vantagens de cada ferramenta para resultar em ganhos para o setor da saúde. A intenção é que este roteiro sirva tanto para o projeto de um "*re-design*", como é o caso dessa pesquisa, quanto para um planejamento de *layout* feito desde o início, de acordo com a proposta de Muther e Hales (2015) em usar o SLP tanto no início do projeto quanto ao longo de sua vida.

A presente pesquisa será desenvolvida de acordo com a Tabela 4, a qual apresenta as descrições das etapas da proposta de integração das ferramentas, e quando a fase utilizar as ferramentas de VSM, essas serão guiadas pelas Figuras 2 e 3, e quando usar a simulação, serão guiadas pela Figura 6. A aplicação deste guia será apresentada nas próximas seções.

	Fase	Ferramentas	Descrição
Análise	Dados de entrada	Coleta de dados	Coleta de informações do setor de pronto atendimento do hospital
	Fluxo	VSM e Cenário atual	Utilizar a técnica de mapeamento do fluxo de valor para montar o mapa do estado atual do pronto atendimento e criar o modelo de simulação
	Atividades Relacionadas	Fluxograma	Organizar as atividades de forma sequenciada e com descrição dos responsáveis por cada uma
	Diagrama de relacionamento	Gráfico de relacionamento	Avaliar a relação de uma atividade com a outra em relação a necessidade de proximidade
	Espaço necessário	<i>Lean</i>	Avaliar a disposição do <i>layout</i> de acordo com os equipamentos e mobílias
	Espaço disponível		Avaliar o espaço físico real do pronto atendimento
Pesquisa	Diagrama de relacionamento de espaço		Cruzar as informações do diagrama de relacionamento com os espaços disponíveis e necessários para uma visualização do <i>layout</i>
	Mudanças	VSM futuro e <i>Lean design</i>	Faz-se o mapa do estado futuro com base nos conceitos do <i>Lean design</i> que visa a melhoria global do processo
	Limitações	Simulação	Descrição e criação do modelo dos cenários futuros de interesse para o objeto de estudo
	<i>Layout</i> alternativos		Teste dos cenários
Seleção	Avaliação	Simulação e Checagem	Validação dos melhores resultados encontrados para cada cenário

Tabela 3 – Etapas da integração SLP, *Lean* e simulação

Fonte: Autora

3.4 Objeto de Estudo

O objeto de estudo se caracteriza como um pronto atendimento de um hospital de médio porte, de direito privado, filantrópico, localizado no sul de Minas Gerais. A escolha deste perfil de hospital foi motivada por representar a realidade brasileira, como aponta o IBGE (2009), em que os leitos em hospitais filantrópicos representam mais de um terço dos existentes no país, revelando a importância de melhora neste setor para que o cuidado com a saúde alcance, com qualidade, um maior número de pessoas.

A Figura 8 mostra, de forma simplificada, o SIPOC para o objeto de estudo. Como apontado por Yeung (2009), é importante entender quais as partes envolvidas no processo estudado e suas respectivas relevâncias. Para esta pesquisa pode-se entender que os fornecedores (*Supplier*) no pronto atendimento são todos os funcionários envolvidos no processo de atendimento do paciente, desde o registro de entrada até o cuidado médico. As entradas (*Input*) são os equipamentos e medicamentos necessários ao setor. Os processos (*Process*) do pronto atendimento são o registro e a consulta médica. A saída (*Output*) é o tratamento dado ao paciente. E, por último, os clientes (*Customers*) são os pacientes. Por se tratar de um serviço de saúde, o cliente é também o alvo do processo, ou seja, é ele quem recebe o atendimento diretamente.

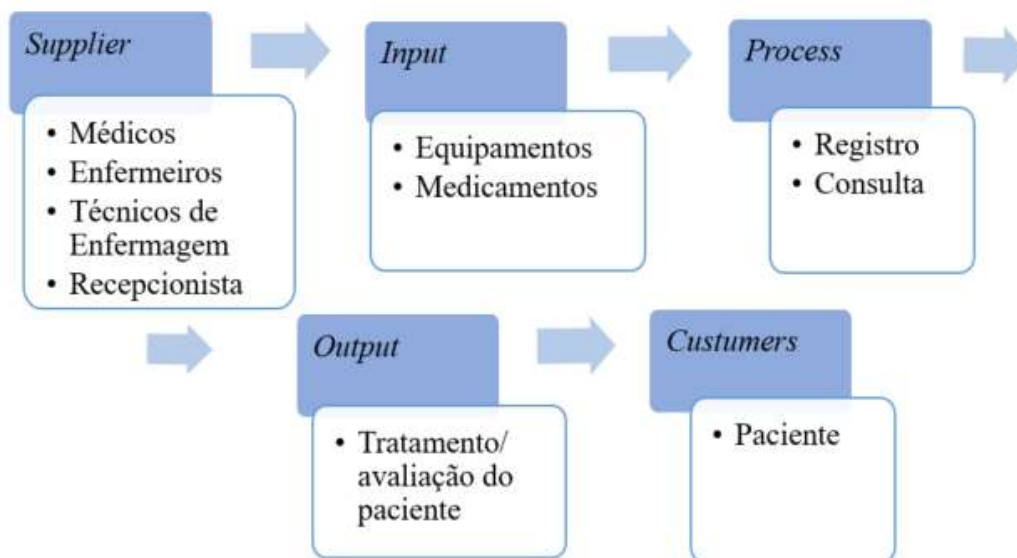


Figura 4 – SIPOC do setor de pronto atendimento

Fonte: Autora

Com a caracterização do objeto de estudo apresentada, os próximos tópicos tratarão todas as etapas da proposta de integração de ferramentas e as respectivas informações levantadas junto ao hospital.

4. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Neste capítulo serão mostradas todas as informações e ferramentas utilizadas em cada uma das etapas propostas pelo guia, passando pelas três fases: Análise, Pesquisa e Seleção.

4.1 Análise

4.1.1 Dados de entrada

A primeira etapa da aplicação da sistemática proposta consiste em levantar os dados de interesse do objeto de estudo. Então, buscou-se no trabalho de Campos (2018) todos os dados relevantes de tempos de ciclo e de interrupções, *layout* do PA, funcionários envolvidos, bem como o comportamento de chegadas e tipos de pacientes atendidos. Porém, esse setor do hospital foi fechado em fevereiro 2019 devido ao corte do repasse de verba oriunda da prefeitura, deixando de atender à saúde pública. O pronto atendimento retomou as atividades em maio do mesmo ano de 2019 na forma de atendimento à convênios e consultas sociais. Então, como o PA do hospital em questão passou por mudanças de atendimento e físicas, foi necessário realizar uma atualização junto com a Analista de Controle de Qualidade e a Superintendente do hospital. Esse levantamento foi realizado via e-mail e reuniões virtuais em face do momento de pandemia de covid-19 de 2020. As informações necessárias para a construção do atual modelo foram as seguintes:

- *Layout*;
- Demanda histórica e atual;
- Processo de atendimento;
- Fluxo de pacientes pelos processos;
- Tempos de ciclo e de espera;
- Atividades de cada profissional;
- Custos de operação (antes x depois);
- Melhor qualidade de atendimento;
- Protocolos pós-pandemia.

Cada um desses tópicos será descrito a seguir com as respectivas respostas obtidas no levantamento junto ao hospital.

4.1.1.1 *Layout*

Para visualizar a disposição física de salas e mobílias, a equipe do hospital enviou fotos do espaço real do pronto atendimento, as quais serviram para determinar o *layout* inserido no modelo computacional. Serão apresentadas aqui as imagens do modelo computacional para facilitar a visão geral de cada sala. Os espaços relevantes para este estudo são: a recepção (Figura 9), a sala de espera (Figura 10) e a sala de atendimento médico (Figura 11).

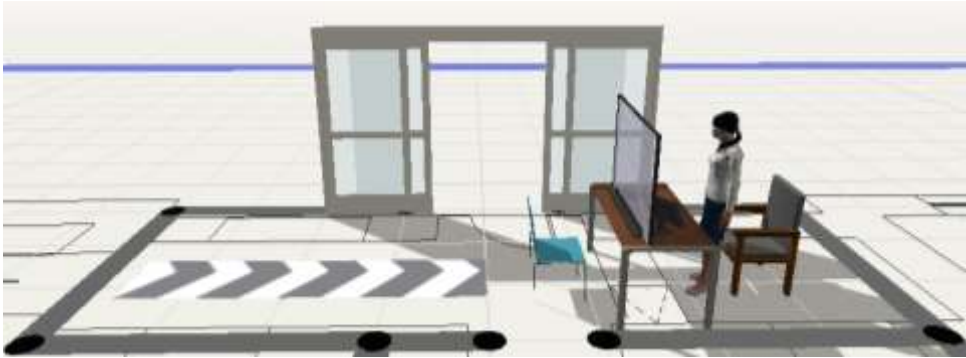


Figura 5 - Recepção do pronto atendimento no modelo de simulação

Fonte: Autora

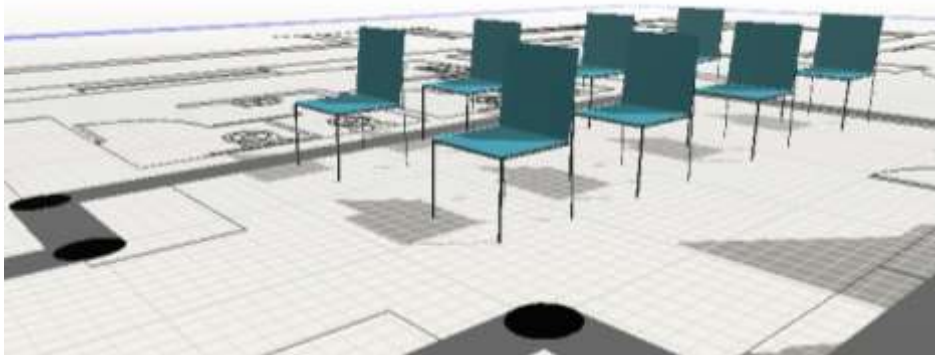


Figura 6 - Sala de espera do pronto atendimento no modelo de simulação

Fonte: Autora

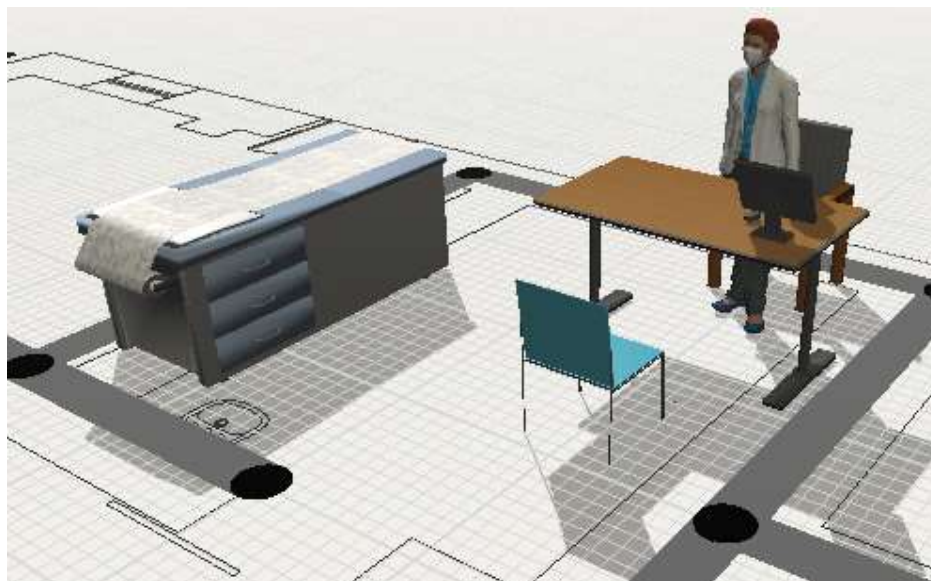


Figura 7- Sala do médico do pronto atendimento no modelo de simulação

Fonte: Autora

4.1.1.2 Demanda histórica e atual

O pronto atendimento até 2018 realizava, anualmente, cerca de 30 mil atendimentos à pacientes do município e região. Atualmente, após as mudanças sofridas, o PA realiza em torno de 4,5 mil atendimentos anuais e seus serviços contemplam mais de 20 convênios, consultas particulares e atendimentos SASB (Serviço de Assistência à Saúde Beneficente), que é um programa interno do hospital.

A Tabela 5 mostra a demanda média mensal de atendimentos de 2017 a 2020. É importante ressaltar que em 2019 houve o fechamento do pronto atendimento pelo SUS e uma paralização de atendimento de março a maio, retomando as atividades apenas com atendimentos particulares e de convênio, e com horários reduzidos. Então, a demanda apresentada no ano de 2019, além de não ser referente aos 12 meses, também não expressa o mesmo tempo de funcionamento que acontece atualmente. Já em 2020, como os valores não contemplam o mês de dezembro e com a ocorrência da pandemia de covid-19, a análise da demanda também não representa a realidade do pronto atendimento caso estivesse com seus atendimentos normais. Como os dois primeiros anos de funcionamento do PA na nova configuração apresentaram adversidades em relação à demanda, não é possível analisar uma possível sazonalidade no número de atendimentos. A demanda mensal do ano de 2020 até novembro (Tabela 6) mostra que, em relação aos anos de 2017 e 2018, em que aconteciam atendimentos pelo SUS, houve uma redução de cerca de 87% nos atendimentos do PA.

CONVÊNIOS	MÉDIA MENSAL POR ANO			
	2017	2018	2019	2020
SUS	2730	2794	161	6
CONVÊNIO	86	58	43	61
PARTICULAR	2	15	99	186
SASB	-	-	67	75
TOTAL DE ATENDIMENTOS	2819	2867	370	328

Tabela 4 - Demanda média de atendimentos mensais do pronto atendimento

Fonte: Autora

Os números de atendimentos de janeiro a novembro de 2020 estão apresentados na Figura 12. É perceptível que no início da pandemia de covid-19, que foi decretada no final de março, ocorreu uma queda acentuada no número de atendimentos até maio e esse número está crescente desde então, mas não ultrapassou o maior valor deste ano que foi em janeiro, com 440 atendimentos. Esses dados estão em concordância com a mudança de comportamento ressaltada no trabalho de Propper, Stoye e Zaranko (2020) e Palinkas *et al.* (2020).

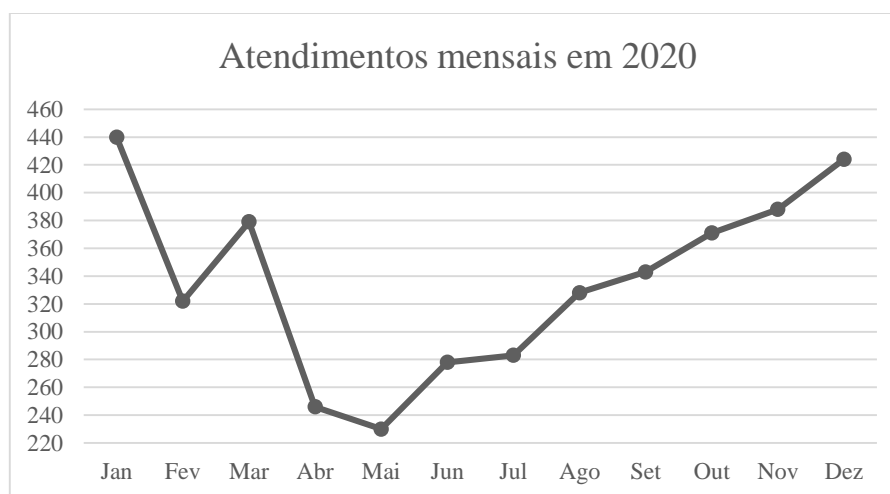


Figura 8 - Número de atendimentos mensais em 2020

Fonte: Autora

Os dados da Tabela 6 serviram para estimar o fluxo de pessoas por dia no PA, sendo de 11,2 pacientes. Este valor diário foi obtido considerando uma divisão uniforme do valor médio mensal, levando em conta o valor total de atendimento do mês de dezembro. Nota-se que a maior demanda de atendimento é particular, seguida pelo SASB.

Os valores mensais de atendimento apresentados na Tabela 6 foram testados no software *Minitab*[®] e o teste de normalidade mostrou que os dados seguem uma distribuição normal

com média de 336 atendimentos e desvio padrão de 67,53 atendimentos (valor-P = 0,9 > 0,05). Como não se obtiveram amostras diárias para avaliação da distribuição da chegada dos pacientes no PA, decidiu-se então que a chegada dos pacientes seguiria também uma distribuição normal de média uma hora e desvio padrão de meia hora, a fim de manter os atendimentos diários em torno de 12.

	ATENDIMENTOS MENSAIS NO PA EM 2020												Média
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
SUS	4	2	5	11	2	7	5	6	6	9	4		6
CONVÊNIO	51	39	74	49	26	49	53	73	81	81	93		61
PARTICULAR	292	191	213	139	150	172	154	178	181	184	194		186
SASB	93	90	87	47	52	50	71	71	75	97	97		75
TOTAL DE ATENDIMENTOS	440	322	379	246	230	278	283	328	343	371	388	424	336

Tabela 5 - Número de atendimentos mensais do pronto atendimento em 2020

Fonte: Autora

4.1.1.3 Processo de atendimento

O atendimento no setor acontece todos os dias das 08h às 20h. O paciente chega ao pronto atendimento, passa pela recepção, aguarda na sala de espera para ser avaliado pelo médico que, durante o atendimento, decide se é necessário ou não que o paciente fique em observação. Com a decisão tomada, ou o paciente é encaminhado para a ala de observação ou ele recebe alta. Atualmente, não é realizada a Classificação de Risco (triagem por cor – protocolo de Manchester) antes do atendimento. A Figura 13, de forma bastante simples, representa o fluxo das etapas de atendimento pelas quais o paciente passa e quais seus respectivos funcionários responsáveis. Para esta pesquisa, não será considerado o caminho em que o paciente necessita permanecer no PA para ficar em observação e ser tratado.

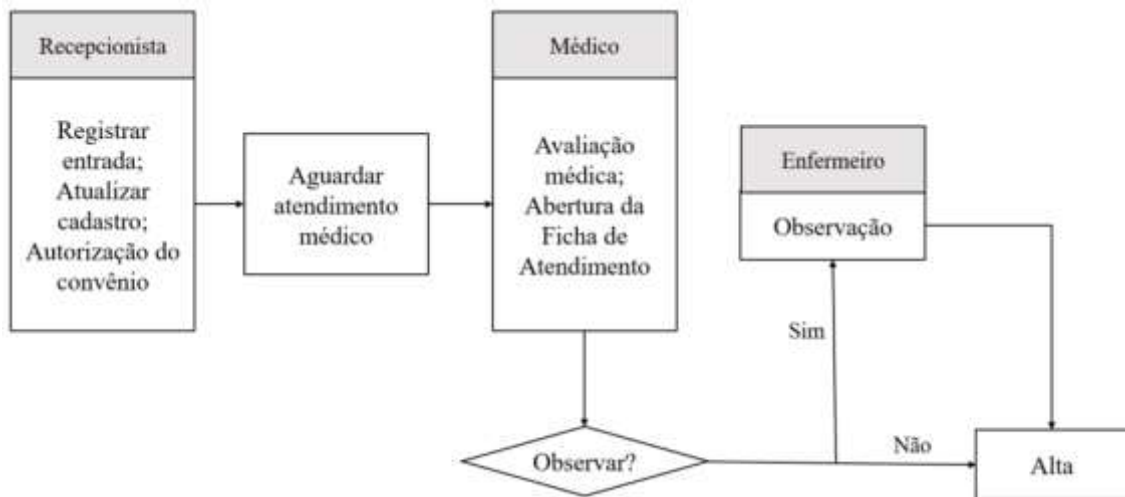


Figura 9 - Fluxograma das etapas do atendimento

Fonte: Autora

4.1.1.4 Fluxo de pacientes pelos processos

O paciente, ao chegar ao pronto atendimento do hospital, fica em fila para o atendimento na recepção, respeitando o atendimento prioritário e o distanciamento social. Após o registro, o paciente segue para sala de espera, que possui oito cadeiras distanciadas entre si, onde aguarda ser chamado pelo médico para o consultório. O atendimento médico é realizado e o paciente tem dois caminhos possíveis, ou seguirá para a ala de observação ou para saída, tendo recebido a alta médica.

4.1.1.5 Tempos de ciclo e de espera

Os dados fornecidos pelo sistema hospitalar, que foram utilizados no modelo computacional, indicam que o tempo de atendimento realizado pelo recepcionista é de 7 a 12 minutos e o tempo de atendimento realizado pelo médico é de 10 a 35 minutos, variando de acordo com as intercorrências. Estes são valores de tempo médios, mas o sistema de gestão do hospital gera uma ficha de atendimento para cada paciente no momento que ele entra na consulta médica e essa ficha mostra que o tempo entre a entrada e saída do paciente (a partir do atendimento médico) varia entre 10 a 20 minutos nos casos mais rápidos e chegando até 11 horas e meia de permanência, tempo que não será considerado nesse estudo pois não se estenderá a análise para a observação dos pacientes. Foi considerado um tempo arbitrário de higienização do consultório de 1,5 minutos antes da entrada de cada pacientes para atender os requisitos de cuidados e limpeza que se fazem necessários na pandemia, mas que ainda não se tem dados coletados para um tempo médio para tal tarefa.

O tempo de espera para atendimento na recepção, fornecido pelo sistema hospitalar, é de 2 a 4 minutos, quando encontra-se vazia e em torno de 5 a 8 minutos quando se encontra em atendimento. Já o tempo de espera estimado para atendimento médico é de 3 a 5 minutos quando a sala de espera está vazia, mas esse tempo pode variar consideravelmente dependendo da necessidade dos pacientes que estão em atendimento médico, comprovado pelo tempo de ciclo do atendimento médico. Esses dados de espera foram inseridos nesta parte para efeitos comparativos futuros, não sendo usados durante a simulação, visto que nela os tempos de espera são fornecidos a partir da modelagem dos tempos de ciclo.

4.1.1.6 Atividades de cada profissional

A equipe do pronto atendimento é composta por um recepcionista, um técnico de enfermagem, um enfermeiro e um médico. Para o fim desta pesquisa, serão analisados somente o trabalho do recepcionista e do médico.

O recepcionista tem como função a atualização dos dados do paciente no sistema SPDATA, a emissão da Ficha de Atendimento e a Autorização do convênio no site do mesmo.

O médico é responsável por avaliar, examinar e diagnosticar os pacientes, além de realizar a ficha de atendimento do mesmo, via sistema eletrônico. Esse profissional também executa atividades indiretas para o cuidado com o paciente como, por exemplo, visitar pacientes na sala de observação e dar alta. Mas, como esse tempo de atividades indiretas não é representativo suficiente para diferenciação, optou-se por tratar as tarefas médicas somente referentes à consulta.

O enfermeiro deve prestar assistência e fazer a supervisão direta de enfermagem, bem como o gerenciar a unidade, além das atividades técnicas da função de cuidados com os pacientes.

4.1.1.7 Custos de operação

A Figura 14 relaciona receita, despesas e número de atendimentos do PA referentes aos meses de maio a outubro de 2020. Considerou-se este período pois foi em maio que o número de atendimentos voltou a crescer e retomar o comportamento de funcionamento. É notório que o pronto atendimento opera em saldo negativo, uma condição conhecida no país, sendo a média mensal de despesas de aproximadamente R\$ 78.086,60 e a média

da receita de R\$ 38.677,95. Visto que a receita vem totalmente do pagamento das consultas do PA, sejam particulares ou de convênios, espera-se que ela aumente com um maior número de atendimentos. Então, viabilizar uma maior capacidade de atendimento, através de práticas *Lean* de combate ao desperdício, pode acarretar em uma redução de custo com a melhoria da receita desse setor hospitalar. Para comprovar tal ponto, na Figura 15 encontrou-se um índice de correlação alto ($r = 0,97$) entre a receita e o número de atendimentos.

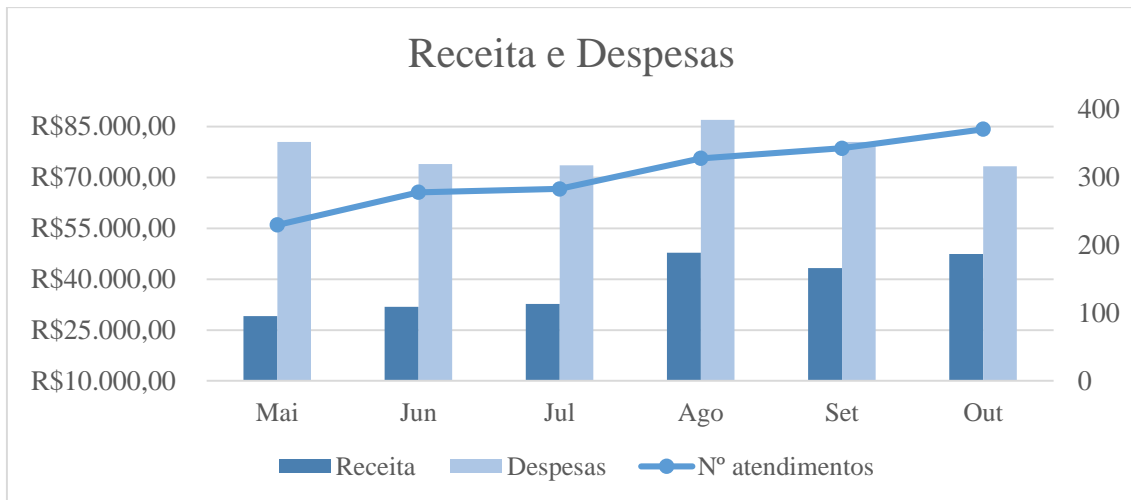


Figura 10 - Número de atendimentos mensais em 2020

Fonte: Autora

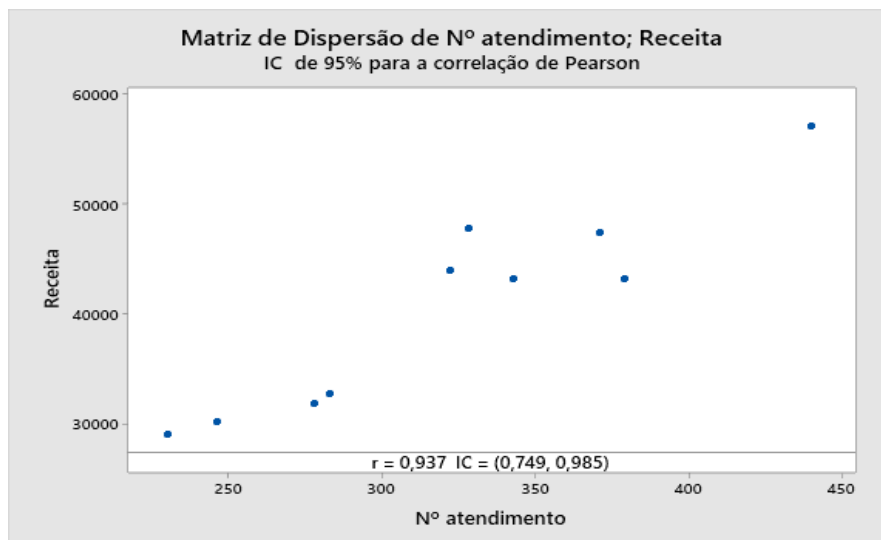


Figura 11 - Correlação entre receita e número de atendimentos

Fonte: Autora

Mesmo com o aumento no número de atendimentos de maio a outubro de 2020, as despesas não apresentaram algum padrão de crescimento ou queda. Os custos por setores

estão apresentados na Figura 16 e nota-se que alguns deles tem um comportamento bastante irregular, como é o caso dos Materiais, ADM/Apoio e Terceiros, com diferenças de mais de 10 mil reais entre os meses de menores e maiores gastos.

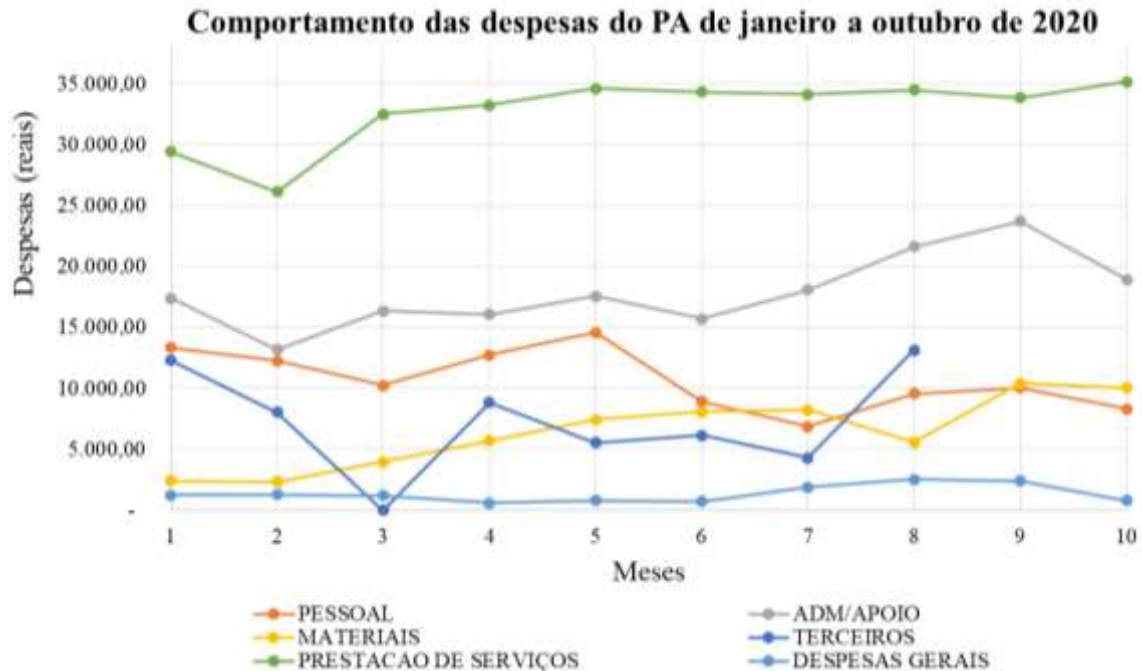


Figura 12 – Comportamento das despesas do PA em 2020

Fonte: Autora

Com a Figura 17 é possível visualizar que as fontes de maiores despesas são a Prestação de Serviços, Administração/Apoio e Pessoal. Dentre estes, o primeiro tem 97% dos seus gastos representados pelo plantão do pronto socorro e o último tem 67% das despesas relacionadas aos salários e ordenados dos funcionários.

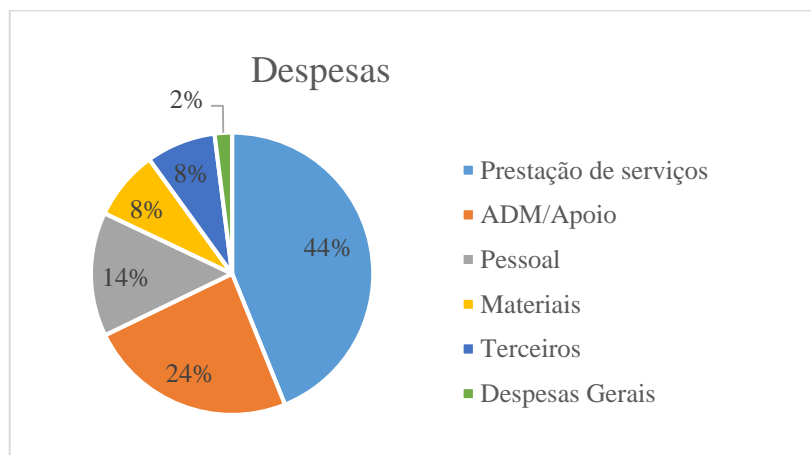


Figura 13 - Porcentagens relativas às despesas do pronto atendimento no ano de 2020

Fonte: Autora

4.1.1.8 Melhor qualidade de atendimento

Este tópico foi discutido durante as reuniões com o hospital, nas quais foram relatadas que a mudança para o atendimento particular e convênio permitiu melhores condições de trabalho para os funcionários e de atendimento aos pacientes, que podem ser explicadas pela redução de quase 87% dos atendimentos. A explicação para esta constatação é de que, visto que a demanda diminuiu, um menor número de atendimentos é realizado ao longo do dia, diminuindo a fadiga dos funcionários e melhorando a qualidade da atenção ao paciente, que não precisa enfrentar esperas tão longas quando comparado às esperas relacionadas às demandas de anos anteriores.

4.1.1.9 Protocolos pós-pandemia

No levantamento sobre quais protocolos poderiam surgir para um cenário posterior a pandemia, a resposta obtida, no dia 20 de novembro de 2020, da Analista de Controle de Qualidade foi que “não é possível visualizarmos um cenário pós pandemia, pacientes sintomáticos respiratórios ainda serão tratados como suspeitos de infecção pelo Sars-CoV2, assim como, antes da pandemia, os sintomáticos respiratórios eram tratados como suspeitas de H1N1 ou Tuberculose, por exemplo. Não há projeções de quando teremos uma vida pós pandemia, inclusive as chances de uma segunda onda atingir o país ganha mais força a cada dia. Seguiremos trabalhando conforme a necessidade de combate a esse vírus e proteção dos nossos cidadãos.” Com o exposto, e analisando o quadro de evolução da pandemia de covid-19 em janeiro de 2021, as recomendações de atendimento, de distanciamento e higienização adotadas durante o cenário pandêmico serão mantidas para o desenvolvimento deste trabalho.

4.1.2 Fluxo

A partir dos dados atualizados, a primeira etapa de construção do fluxo enxuto de Rother e Shook (2003) definiu-se que, para o objeto de estudo, o escopo do projeto será uma parte processo do pronto atendimento do hospital, começando pela recepção e terminando após a consulta médica. Então, o VSM atual foi desenvolvido (Figura 18) e serviu como base para o modelo de simulação do estado atual. Encontrou-se que o tempo total de atendimento fica entre 22 e 60 minutos, e que o tempo total de agregação de valor está entre 17 e 47 minutos, valor encontrado ao desconsiderar as esperas, considerando que o tempo mínimo para cada processo seja suficiente para atender o paciente e sem analisar

se todas as atividades que o recepcionista e o médico desempenham realmente geram valor do ponto de vista do cliente (paciente).

Trazendo as etapas da simulação propostas por Montevechi *et al.* (2007), até aqui se tem a etapa de Concepção finalizada, resultando em um modelo conceitual (VSM) que servirá para criação do modelo computacional. O modelo conceitual é utilizado também para auxiliar na modelagem dos dados de entrada e seguir para a próxima fase, a Implementação.

4.1.3 Atividades Relacionadas

Como o pronto atendimento tem seus processos sequenciados, então cada atividade depende da atividade anterior, sendo necessário sua conclusão para avançar até a próxima atividade. Aqui, retoma-se à Figura 13, que apresenta o percurso do paciente pelo atendimento, com o fluxograma de atividades e a relação de cada funcionário responsável por cada processo.

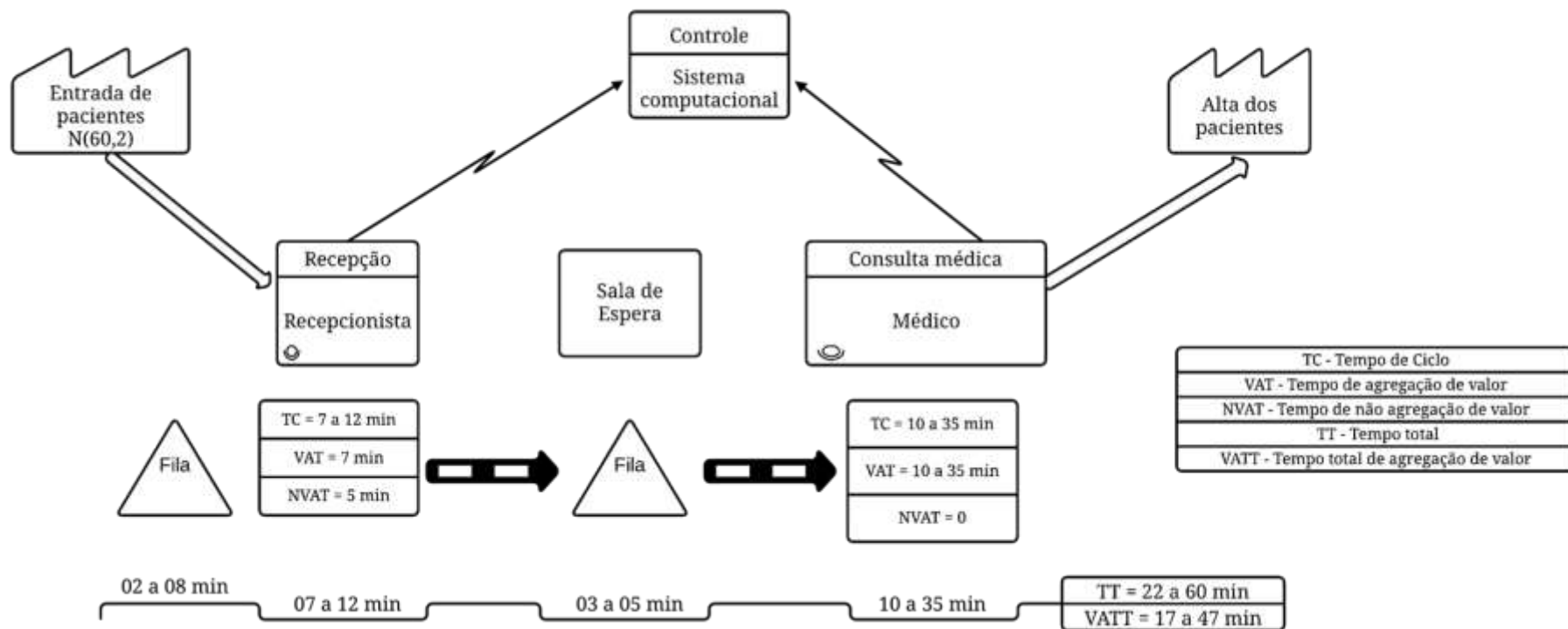


Figura 14 - VSM do atendimento

Fonte: Autora

4.1.4 Diagrama de Relacionamento

O diagrama de relacionamento tem como função relatar a importância, ou não, da proximidade dos espaços que compõe o pronto atendimento. Como se trata de um setor pequeno, seu diagrama também o será, conforme ilustrado na Figura 19. Neste caso é absolutamente importante que a sala de espera fique próxima da sala do médico. A proximidade da recepção e a sala de espera, e da recepção com a sala do médico são classificadas Importantes.

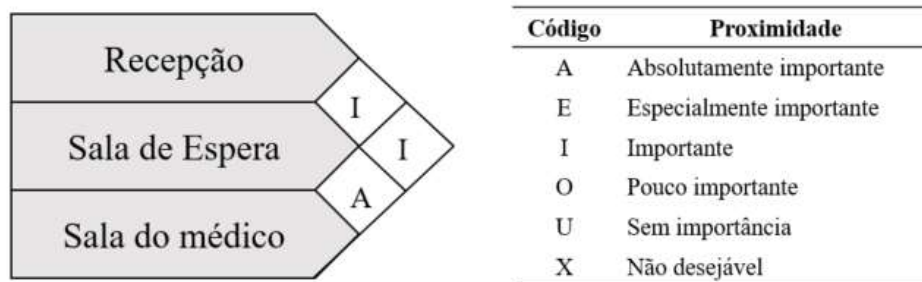


Figura 15 - Diagrama de relacionamento dos espaços do pronto atendimento

Fonte: Autora

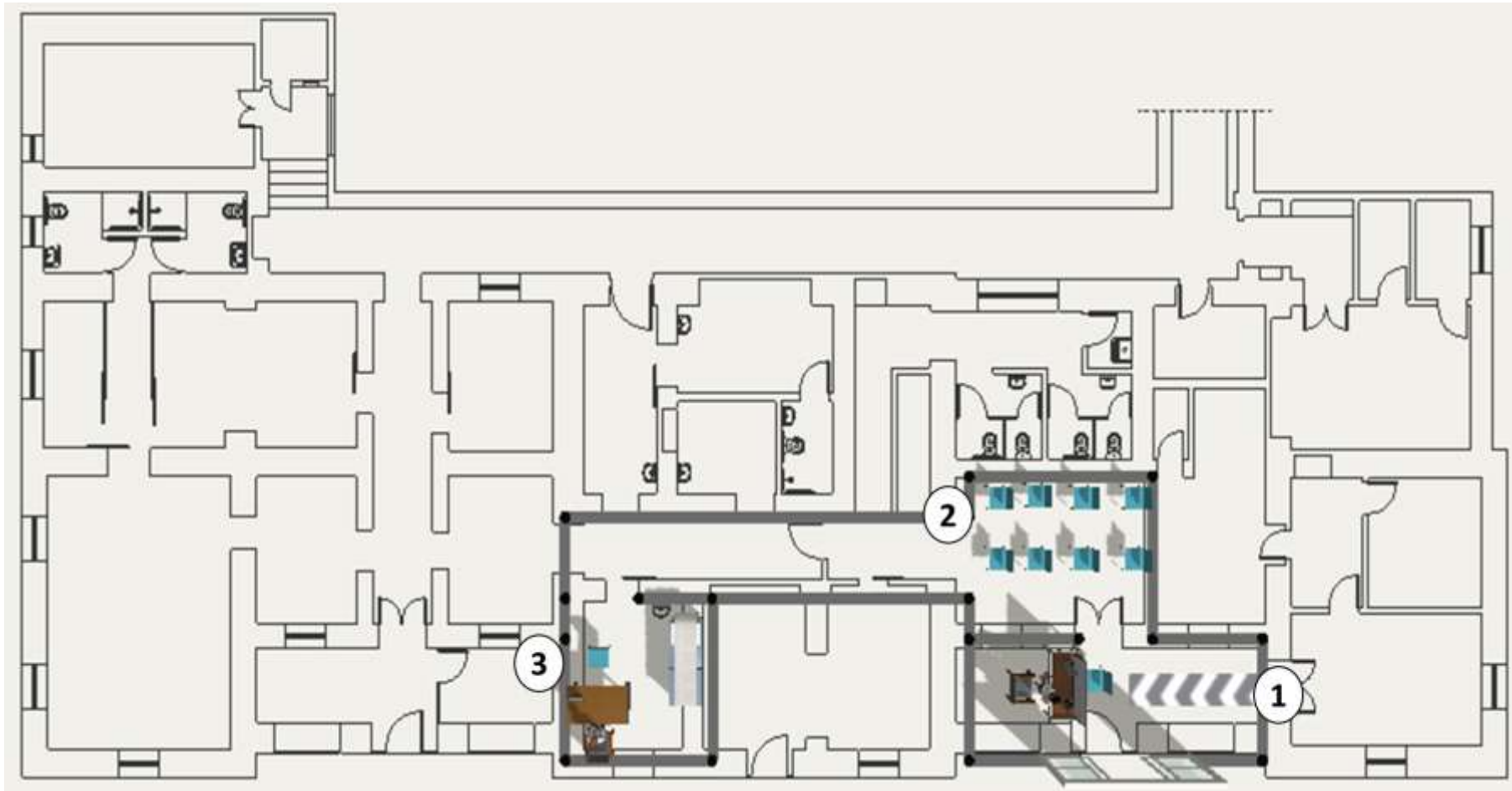
4.1.5 Espaço Necessário

Nesta fase da integração de ferramentas proposta, a intenção é avaliar o espaço, sob a ótica do *Lean*, que o processo estudado necessitaria com todos seus equipamentos e móveis. Como o pronto atendimento já possui suas instalações feitas e em utilização, chama-se atenção que esta pesquisa trata de um “*re-design*” e não de um projeto de *layout* inicial.

Neste ponto, a intenção é utilizar o *Lean* com foco na eliminação de desperdícios encontrados. Mas, essa abordagem de eliminação de desperdícios virá nas seções de cenários alternativos simulados. Considera-se então que o espaço necessário aqui é o espaço disponível para o pronto socorro, conforme mostra a seção seguinte.

4.1.6 Espaço Disponível

Foi fornecida a planta baixa do pronto atendimento que foi transferida para o modelo de simulação a fim de manter as medidas reais dos ambientes. A vista superior do modelo de simulação está apresentado na Figura 20 e a planta do PA com as medidas e identificações dos espaços está no Anexo A.



1) Recepção. 2) Sala de espera. 3) Consultório médico.

Figura 16 - Planta baixa do pronto atendimento no modelo de simulação

Fonte: Autora

4.2 Pesquisa

4.2.1 Diagrama de Relacionamento de Espaço

Esta etapa cruza as informações do diagrama de relacionamento com os espaços disponíveis e necessários para uma visualização física da disposição do *layout*. Porém, conforme mencionado anteriormente, por se tratar de um reprojeto em um ambiente que tem seus espaços ocupados e funcionando, ainda não se sugere uma disposição física diferente da atual, que está apresentada na Figura 21. Estas alterações de layout serão abordadas nas fases de simulação de alternativas para cenários futuros em que se permitirá ir além do estado atual, fornecendo informações para futuras mudanças.

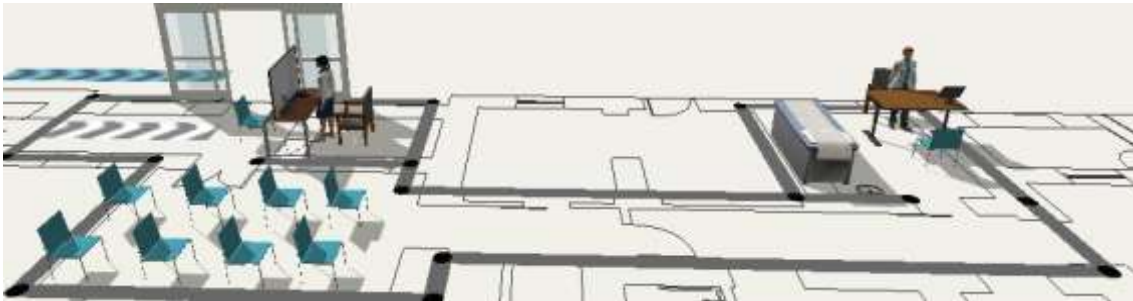


Figura 17 - Visão do *layout* atual pelo modelo de simulação

Fonte: Autora

O cenário modelado foi feito em uma versão mais atual do programa *FlexSim Healthcare*[®] e todas suas etapas foram verificadas para que a representação da situação real estivesse correta. A Tabela 7 mostra os dados fornecidos pelo hospital e como eles foram utilizados dentro do modelo computacional.

Evento	Dados do hospital	Dados de simulação (segundos)
Chegada de Pacientes	11,2 pacientes/dia	Normal (3600; 360)
Espera na recepção	02 a 08 min	Mínimo: 10; Máximo: 500; média: 202
Atendimento na recepção	07 a 12 min	Uniforme (420; 720)
Espera pela consulta	03 a 05 min	Mínimo: 56; Máximo: 431; média: 118
Consulta médica	10 a 35 min	Uniforme (600; 2100)

Tabela 6 - Dados do hospital e dados utilizados no modelo de simulação

Fonte: Autora

Três observações são feitas sobre a escolha das distribuições de tempos e valores:

- a) O tempo entre chegadas de pacientes partiu da definição de que a demanda mensal, que segue uma distribuição normal, é dividida igualmente por dia e apresenta uma taxa de atendimento de 11,2 pacientes. Então, optou-se por manter a distribuição normal também para o nível diário, já que não se conhece o tempo entre chegadas para realizar um estudo de comportamento do mesmo e definir a distribuição estatística que melhor se ajuste. Para resultar neste valor de atendimentos por dia, escolheu-se uma média de 3600 segundos e um desvio padrão de 360 segundos, de forma que o intervalo da distribuição estivesse com 95% de confiança, entre 2894 e 4306 segundos (Figura 22). A validação desse intervalo de chegada de pacientes no modelo foi feita replicando-se o cenário, o qual resultou em um número médio de atendimentos de 11,5 pacientes e com números mínimo e máximo de 11 e 13, respectivamente.

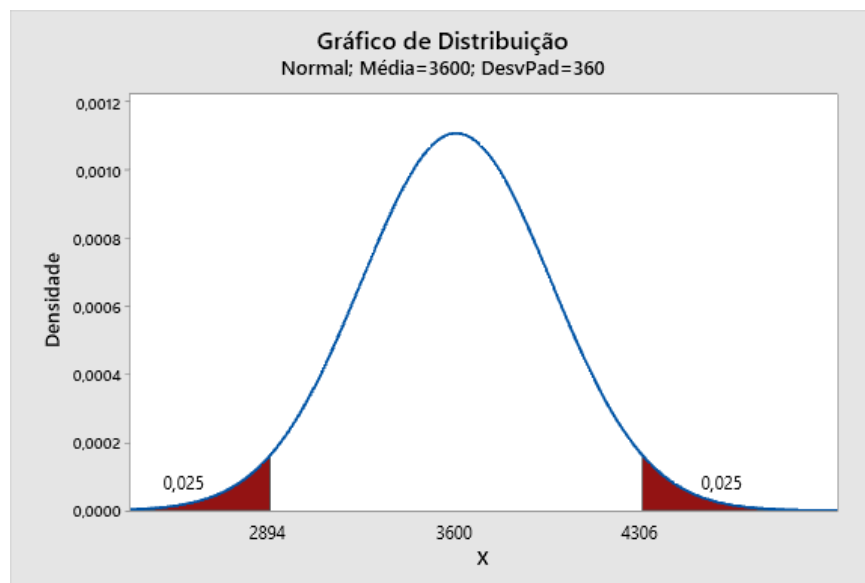


Figura 18 – Gráfico de distribuição normal do tempo de chegada de pacientes

Fonte: Autora

- b) Para os tempos de processo da recepção e do atendimento médico, optou-se por utilizar a distribuição uniforme, visto que não se sabe qual distribuição seguem os dados do sistema operacional hospitalar que forneceu dois valores de tempos para cada um desses processos. Então, considerou-se que existe a mesma probabilidade de ocorrência para qualquer um dos tempos de atendimento dentro das faixas fornecidas.
- c) Os tempos de espera para o atendimento na recepção e médico também foram fornecidos pelo sistema hospitalar, mas utilizando os tempos de ciclo dos processos e os tempos de chegada dos pacientes explicados nos dois itens anteriores, no modelo encontraram-se os tempos relativos às esperas no ambiente simulado, que estão mostrados na Tabela 8, com seus valores mínimos, máximos e médios. Estes tempos foram coletados replicando-se o cenário. As discrepâncias entre valores podem ser explicadas pela aproximação das distribuições para tempos de ciclo, por não fixar os tempos de espera no modelo computacional e por considerar os tempos de descanso e de almoço.

A validação do modelo computacional foi feita face a face com os envolvidos do hospital em que se mostrou o modelo e se teve a confirmação de similaridade com a realidade. Essa forma de validação foi escolhida pois, como o pronto atendimento não guarda os registros de entrada na recepção, somente tem dados sobre o início da consulta médica, a validação estatística para o *lead time* total simulado e real foi inviabilizada.

Para reforçar a correta modelagem dos dados no modelo simulado, a Figura 23 mostra que o tempo médio de permanência no PA foi de 41 minutos, valor que se encontra dentro do intervalo estimado do tempo total apontado no VSM atual da Figura 18. E a Figura 24 mostra que o tempo de espera pelo atendimento da recepção é de 5,5 minutos, o atendimento na recepção dura em média 9,4 minutos, a espera pelo atendimento médico é de 3 minutos e a consulta dura em torno de 22,7 minutos. Então, tanto os tempos de espera quanto os tempos de processo também se encontram de acordo com o fornecido pelo hospital e apontados no VSM.

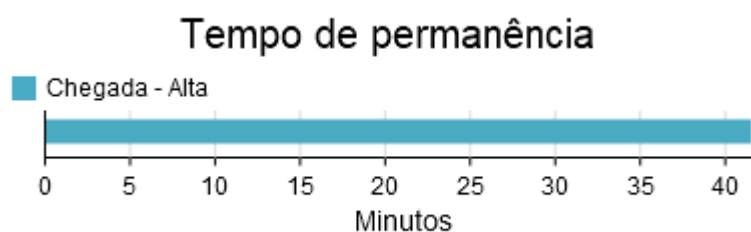


Figura 19 – Tempo de permanência do paciente

Fonte: Autora



Figura 20 – Tempos de ciclo dos processos e de espera entre processos

Fonte: Autora

Retomando as etapas de simulação de Montevechi *et al.* (2007), com o cenário completo verificado e validado, está terminada a fase de Implementação. O resultado desta fase é um modelo computacional, o qual representa coerentemente a realidade do funcionamento do objeto de estudo.

4.2.2 Mudanças

Retomando o estudo de Halawa *et al.* (2020), as estruturas do *design* do *layout* devem ser flexíveis para adaptação frente às mudanças e necessitam abordar a variabilidade dos fluxos, de demanda e de operações, e levar em consideração que existe uma procura por modelos dedicados para instalações de saúde, que traduzam as necessidades das mesmas. Sendo assim, para propor alterações no modelo demonstrado no VSM atual, baseou-se em possíveis mudanças de *layout* como, por exemplo, a ampliação e modificação de espaços, e também para atender diferentes demandas. Um cenário futuro de variação da demanda foi definido juntamente com a equipe do hospital analisado e as alternativas de *layout* para tal cenário estudado estão apresentados a seguir.

Trazendo as percepções da mudança na demanda de procura por serviços médicos durante a pandemia de Propper, Stoye e Zaranko (2020) e Palinkas *et al.* (2020), o pronto atendimento do hospital estudado também apresentou essa tendência de queda de atendimentos. Sendo assim, o cenário (Figura 25) propõe analisar o comportamento do sistema se acontecer o fenômeno em que esta demanda reprimida retorne em maior volume de atendimentos comparativamente com a demanda de outros períodos.

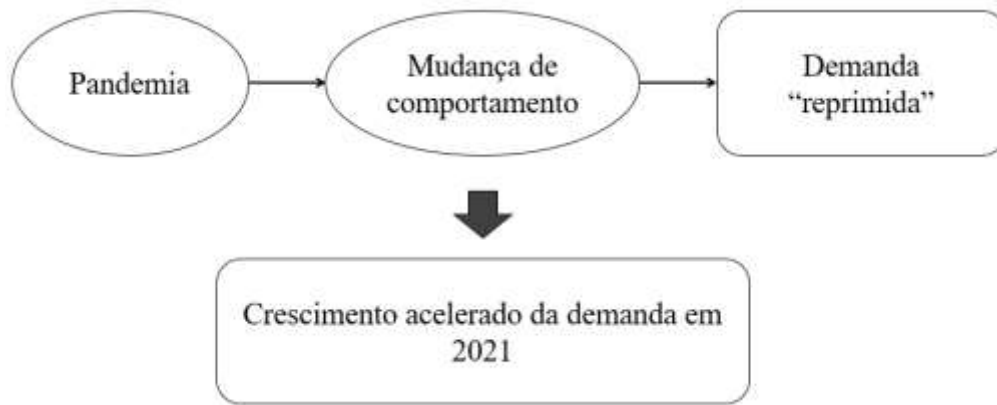
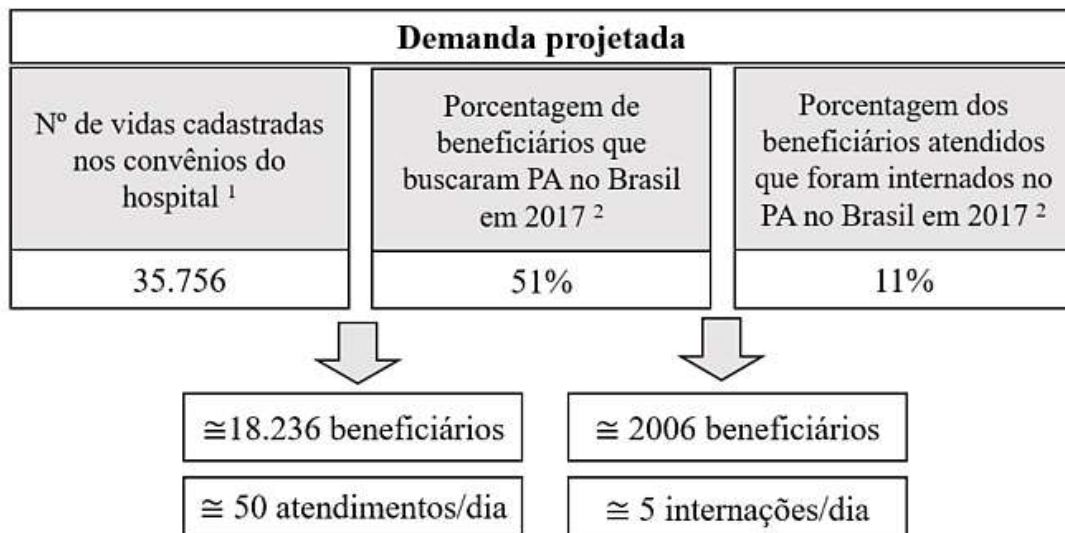


Figura 21 - Esquematização do cenário

Fonte: Autora

A estimativa da possível demanda reprimida parte da análise de quantas vidas estão cadastradas nos convênios que o PA atende. O hospital forneceu os dados do SASB e de 15 dos 21 convênios participantes. Com base no relatório de Avaliação dos Planos de Saúde (2017) nacional, pode-se inferir a porcentagem de procura pelo setor e o número de internações possíveis. A Figura 26 mostra os valores da demanda projetada criada com base nos dados fornecidos e pesquisados. Os valores hipotéticos encontrados para a demanda máxima são de, aproximadamente, 50 atendimentos por dia, sendo cinco internações para observação. Esses valores foram tratados por uma divisão uniforme ao longo do ano e dos dias, já que a sazonalidade não pôde ser analisada visto que os dados de demanda de 2019 e 2020 apresentaram comportamentos atípicos.



¹ Valor aproximado referente ao SASB e informações de 15 dos 21 convênios do hospital.

² De acordo com relatório da Avaliação dos Planos de Saúde, 2017.

Figura 22 - Valores de demanda projetada

Fonte: Autora

Com o cenário definido, parte-se para a estruturação do processo com o foco no *Lean design*, que visa a melhoria global do processo, atentando-se à agregação de valor. Nesta etapa, pode-se trazer as respostas para as oito perguntas propostas por Rother e Shook (2003), apresentadas na Figura 3, para tornar o fluxo enxuto. Com essas respostas (Tabela 8), entende-se que o processo de atendimento, embora seja abordado de forma simplificada, apresenta possíveis pontos de melhoria de desempenho e que ajudarão a reduzir desperdícios encontrados, indo de encontro às definições do *Lean Design* de Dahamani *et al.* (2017), em que se busca melhorar o processo do ponto de vista do *design*. Os cenários futuros estão alinhadas à proposta de Muther e Hales (2015) para a etapa de mudança, pois eles irão desafiar o modelo com valores pré-estabelecidos (de demanda); revisar o modelo com os interessados (troca de informações com o hospital); refinar através de modelos tridimensionais (testar alternativas para cada cenário).

Questões chaves para o estado futuro	Respostas
1. Qual o <i>takt time</i> ?	Considerando uma demanda de \cong 48 pacientes/dia, <i>takt time</i> = 812,5 segundos.
2. Produção para um supermercado ou diretamente para a expedição?	Como se trata de um serviço, “produção” para expedição.
3. Onde pode-se usar o fluxo contínuo?	Tentar eliminar ou reduzir a espera pelo médico.
4. Onde introduzir os sistemas puxados a fim de controlar os processos antecessores?	Pode-se introduzir uma antessala na entrada do consultório médico para garantir que não falte paciente e o médico não precise se deslocar.
5. Qual o processo que puxa a produção?	Consulta médica.
6. Como nivelar o mix de produção no processo puxador?	Não se aplica pois será considerada a ordem de chegada e sem diferenciação nos atendimentos.
7. Qual incremento de trabalho liberará uniformemente do processo puxador?	Liberar de dois em dois para a antessala.
8. Quais melhorias de processo serão necessárias para fazer fluir o fluxo de valor conforme as especificações do estado futuro?	Estudo dos cenários futuros propostos.

Tabela 7 – Respostas das questões chaves para o estado futuro enxuto

Fonte: Autora

As propostas de mudança, ou seja, os cenários alternativos, estão identificados na fase de Análise das etapas de simulação, em que se realiza experimentos para posterior análise e conclusões (MONTEVECHI *et al.*, 2007).

Esta etapa, de acordo com a integração das ferramentas, deveria apresentar o VSM do estado futuro, mas que será apresentado somente na seção de resultados para o melhor cenário encontrado, já que serão analisados vários *layouts*. O papel do VSM futuro é de guia para a implementação e uma forma de registro das mudanças esperadas. Então, quanto mais complexo for o processo, maior a relevância do mapa do estado futuro.

4.2.3 Limitações

A primeira limitação está relacionada às precauções devido à pandemia de covid-19, seja pelo distanciamento em filas ou cadeiras afastadas na sala de espera e reduzindo o número de pessoas por ambientes. A segunda limitação, também relacionada à pandemia, é a impossibilidade de coleta de informações no ambiente real, que pode acarretar em alguma

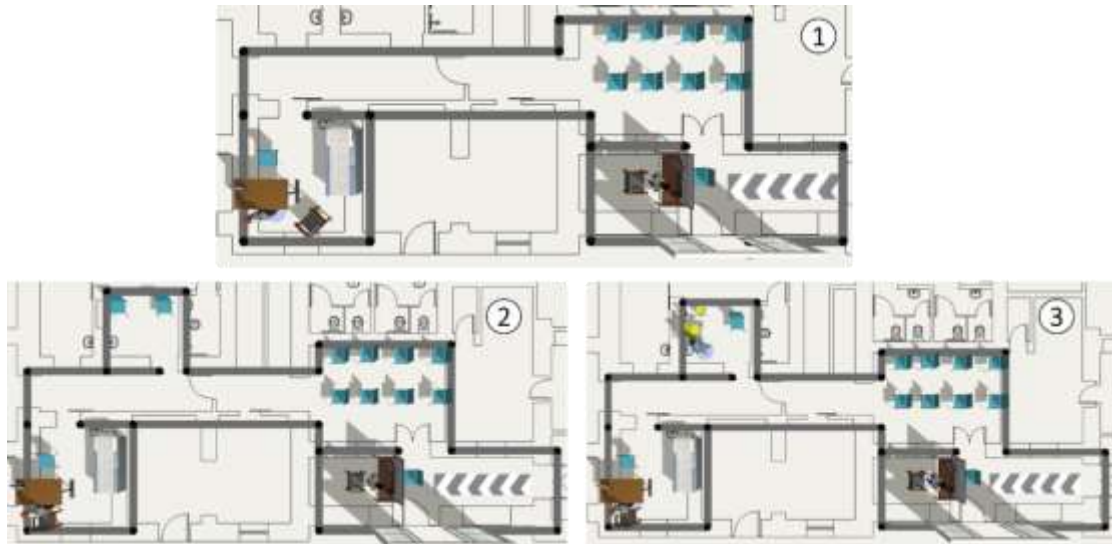
discrepância entre realidade e simulação. A última limitação está no fato de que o pronto atendimento já tem sua estrutura pronta e com outros setores funcionando no mesmo prédio, dificultando mudanças físicas logo nas primeiras etapas do SLP. Mas, para efeito de cenários simulados, pode-se extrapolar essas barreiras e fornecer uma análise que sirva para ampliações ou mudanças físicas futuras, de acordo com a necessidade.

4.2.4 *Layouts* Alternativos

Retornando ao ponto explicado pelos autores Bertrand e Fransoo (2002), a simulação foi escolhida pela impossibilidade de análises matemáticas diretas no pronto atendimento e, como não se tem nenhum fator limitante para esse método, podem-se criar diversos cenários hipotéticos e analisá-los de forma correta para que os resultados sejam passíveis de aplicação e implementação futura. E a importância da simulação quando se trata de sistemas de saúde, de acordo com Dickerman, Barach e Pentecost III (2009), fica evidente na proposição de novos cenários, fazendo com que a opção pela simulação torne as mudanças físicas mais seguras e que por sua vez evita falhas reais. Sendo assim, todas as propostas de *layout* serão feitas por meio do ambiente de simulação.

Para o cenário de interesse apresentado na Figura 25, elaboraram-se diferentes configurações dos espaços do PA no software *FlexSim Healthcare*[®]. O planejamento desses novos *layouts* foi feito para analisar o comportamento do sistema com os acréscimos de demanda e como as alterações físicas, voltadas para o *Lean*, podem ajudar a absorver esta nova demanda.

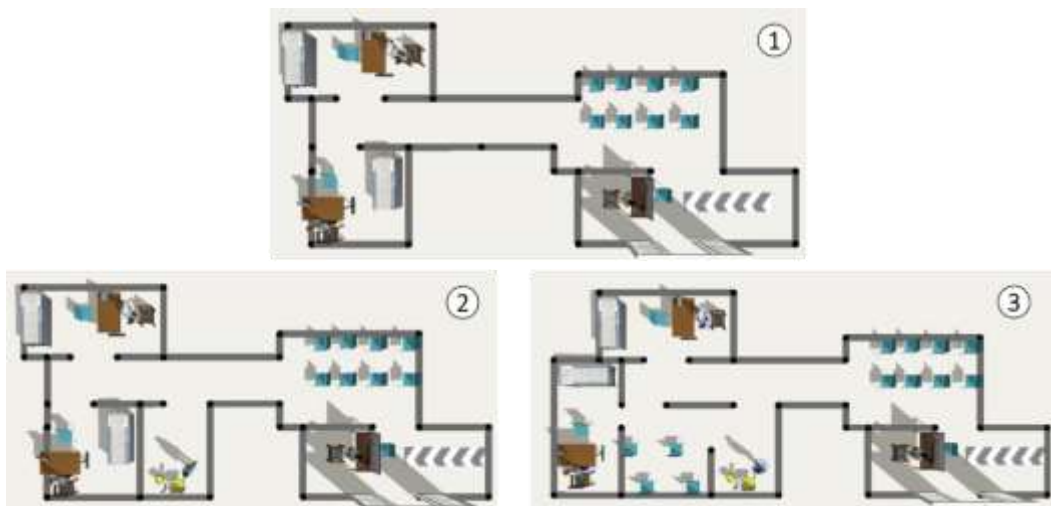
Decidiu-se por testar o modelo atual, com um consultório médico, e acrescentar novos espaços para teste: mais uma sala de consultório médico, triagem e uma antessala antes do consultório médico. Essas mudanças na configuração e no número de médicos foram feitas visando deixar o processo de atendimento em um fluxo mais contínuo e, conseqüentemente, diminuindo seus desperdícios. A seguir estão as Figuras 27 e 28 referentes a estas novas configurações sugeridas. As explicações detalhadas das configurações bem como suas respectivas análises serão apresentadas mais adiante neste trabalho.



1) *Layout* atual. 2) *Layout* com antessala. 3) *Layout* com triagem e antessala.

Figura 23 – *Layouts* com um consultório médico

Fonte: Autora



1) *Layout* com dois consultórios. 2) *Layout* com dois consultórios e triagem. 3) *Layout* com dois consultórios, triagem e antessala.

Figura 24 – *Layouts* com dois consultórios médicos

Fonte: Autora

4.3 Seleção

4.3.1 Avaliação

Esta é a última fase do roteiro proposto das ferramentas integradas e contempla a validação dos melhores resultados encontrados para cada cenário. A descrição de formulação e análise dos cenários serão apresentados na seção de resultados e discussões para que se tenha uma abordagem mais detalhada.

Três parâmetros foram utilizados para a avaliação dos cenários propostos: tempo de permanência, tempo de espera e número de pacientes atendidos (lotação ou falta de atendimento). A justificativa para esta escolha é que eles fazem parte dos problemas mais comuns enfrentados pelos setores de saúde, conforme mostrado na literatura por Ortíz-Barrios e Alfaro-Saíz (2020).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As duas últimas fases do roteiro, *Layouts* Alternativos e Avaliação, serão apresentadas detalhadamente nesta seção a fim de fornecer o máximo de informações possíveis sobre cada alternativa de *layout*.

O cenário estudado é o de “demanda reprimida” e, para sua análise, optou-se por incrementar a demanda atual (12 pacientes/dia) em 100% e depois em 200% e 300%, resultando em 24, 36 e 48 pacientes atendidos por dia, que é próximo ao valor de demanda máxima estipulada na Figura 19. Tal escolha de estratificação foi feita para analisar o comportamento do sistema atual frente aos diferentes níveis de mudanças de demanda e quais alterações poderiam ajudar a supri-las. Todas as alternativas para o cenário foram modeladas no software *FlexSim Healthcare*[®] e testadas pela sua ferramenta *Experimenter*, que permite reproduzir replicações das simulações e obter resultados da desempenho das mesmas. Para cada opção do cenário será utilizado um número de 100 replicações e os índices de performances monitorados serão: *lead time* (da entrada até a saída do PA), tempo de espera total (soma dos tempos de espera na recepção e pelo atendimento médico) e número de atendimentos realizados por dia.

É interessante apontar o funcionamento do Protocolo de Manchester, que trabalha com cinco casos (REZENDE *et al.*, 2016):

- Emergência (vermelho): tempo máximo de espera de zero minuto;
- Muito urgente (laranja): paciente precisa de atendimento rápido, tempo máximo de espera de 10 minutos;
- Urgente (amarelo): paciente necessita de atendimento, mas pode aguardar o atendimento dos casos mais graves com tempo máximo de espera de 60 minutos;
- Pouco urgente (verde): menos grave com tempo máximo de espera de 120 minutos;
- Não urgente (azul): menor complexidade e sem ligação com problemas recentes com tempo máximo de espera de 240 minutos.

O trabalho de Campos (2018) apontou que, de acordo com registros históricos de classificação de risco do PA na configuração antiga, a maior parte dos atendimentos eram classificados como verdes (78,4%) e azuis (12,3%). Como não se faz a classificação de risco atualmente, de acordo com o hospital, estima-se que a maior parte dos atendimentos seguem, majoritariamente, estas duas cores.

5.1 Layout atual

O primeiro passo da análise foi testar o estado atual, pois a partir do momento em que o PA não comporta o número de atendimentos estabelecidos, existe uma justificativa e incentivo para mudanças de *layout* para conseguir acompanhar essas variações. Também, seguiu-se o proposto por Patel et al. (2015), em que o início do “*re-design*” está em encontrar a limitação de saída do sistema estudado. A Figura 29 mostra que, atualmente, tanto o recepcionista quanto o médico ficam disponíveis a maior parte do turno de trabalho, dependendo em torno de apenas 17% e 41% do tempo total em atendimentos, respectivamente. O fato de que ambos recursos possuem essa disponibilidade aponta que existe margem para o aumento de números de atendimentos diários.



Figura 25 – Estados dos recursos com demanda de 12 pacientes/dia

Fonte: Autora

A distância percorrida diariamente pelo médico neste cenário é de 352 metros, considerando que ele se locomove para chamar o paciente ao consultório (Figura 30). A taxa de transferência dos locais apresenta a quantidade de pacientes que já passaram por cada setor. No caso da demanda atual, os números de atendimentos de todos os setores são considerados iguais (Figura 31) e a diferença nos locais se explica por ainda haver pacientes em atendimento naquele setor ao fim do tempo de simulação.



Figura 26 – Distância em metros percorrida pelo médico

Fonte: Autora



Figura 27 – Taxa de transferência de pacientes por locais

Fonte: Autora

Ao subir o nível de demanda em 100%, ou seja, 24 atendimentos diários, o estado dos recursos, na Figura 32, mostra que a utilização de recepcionista e médico aumentam consideravelmente e ainda possuem uma margem de tempo disponível capaz de atender um maior número de pacientes.



Figura 28 - Estados dos recursos com demanda de 24 pacientes/dia

Fonte: Autora

Repetindo o aumento do nível da demanda, agora para 36 pacientes diários, observa-se que a utilização do recurso médico é bastante alta (Figura 33). Com isso, é esperado que para o cenário de 48 atendimentos por dia a utilização desse recurso seja similar, como é mostrado na Figura 34. O recepcionista apresenta um aumento em sua utilização, mas sem atingir o limite para os dois níveis de demanda (Figuras 33 e 34), sendo o médico o recurso restritivo.



Figura 29 - Estados dos recursos com demanda de 36 pacientes/dia

Fonte: Autora



Figura 30 - Estados dos recursos com demanda de 48 pacientes/dia

Fonte: Autora

Na Figura 35, de acordo com a taxa de transferência, o PA consegue atender a primeira faixa de aumento da demanda, mas atende parcialmente o segundo e terceiro níveis, atendendo 75% e 56,25% da demanda, respectivamente, quando atinge o limite médio de 25 atendimentos/dia relativo à utilização máxima do médico. A recepção se mostrou capaz de atender a todos os níveis de demanda. A distância percorrida pelo médico não varia significativamente entre as faixas nesta configuração, já que a distância está relacionada com o número de atendimentos, que já alcançou seu limite de 25 paciente diários, e mantém uma taxa média de deslocamento do médico de 29, 28 e 33 metros por paciente, por nível.

O resultado das replicações do *software* também fornece o valor de mínimo e máximo de número de atendimentos, então mesmo que em algumas replicações para os níveis 2 e 3 seja possível atender até 29 pacientes em um dia, considera-se para análise o valor médio encontrado pelo total de replicações. A escolha pelo valor médio dos parâmetros foi feita em todas as análises, e os relatórios fornecidos pelo software, para os três níveis de demanda dessa etapa, estão apresentados no Anexo B.

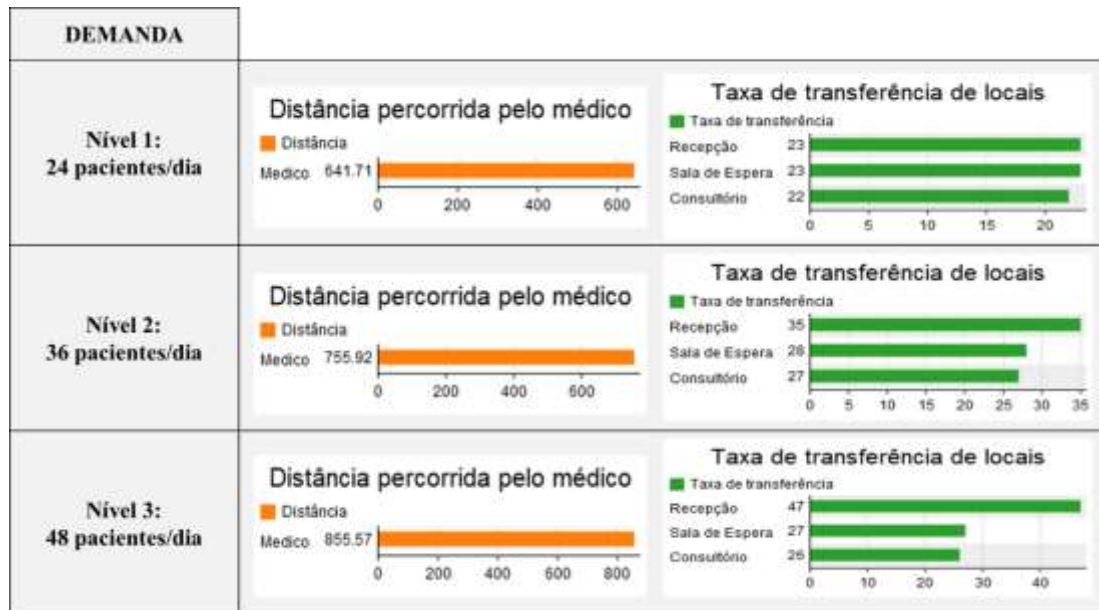


Figura 31 – Resultados de distância percorrida e taxa de transferência para diferentes demandas

Fonte: Autora

Com os resultados do pronto atendimento (Tabela 9), em sua configuração atual, alerta-se para uma ineficiência frente a um pequeno acréscimo de atendimentos além do primeiro nível de demanda (24 atendimentos/dia). Devido a este fato, buscaram-se soluções embasadas no pensamento enxuto, que levariam a uma compatibilidade do número de atendimentos com os níveis de diferentes demandas. Essas soluções objetivam reduzir os desperdícios de espera do paciente e de movimentação do médico e, também, operar com os recursos em maior capacidade, para conseguir atender mais pacientes com melhores parâmetros.

Demandas	Layout atual		
	Nº de atendimentos	Lead time (min)	Tempo de espera (min)
12 pacientes/dia	11,93	40,25	6,25
24 pacientes/dia	21,95	51,8	18,06
36 pacientes/dia	25,59	114,7	83,8
48 pacientes/dia	25,76	176	148,8

Tabela 8 – Resultados dos índices de performance do layout atual

Fonte: Autora

5.2 Layouts alternativos para níveis 1 e 2

As primeiras alternativas de layout foram pensadas em termos mais simples, a fim de não aumentar as despesas do PA e reduzir os desperdícios, podendo assim impactar

positivamente no ganho desse setor, tanto em termos econômicos quanto em termos de eficiência. Propõe-se então a criação de uma antessala e de um setor de triagem.

Para o primeiro nível de demanda, fez-se uma pequena alteração no *layout* ao adicionar uma “antessala”, que a configuração atual permite que seja composta por duas cadeiras no espaço destinado a triagem, que não está ocupado, ficando mais próximo do consultório médico (Figura 36). Esta alteração tem a finalidade de melhorar o fluxo de pacientes para que, havendo uma dessas duas cadeiras vagas, o paciente se desloque até elas e aguarde o médico buscá-lo para o atendimento. O controle dessa sala pode ser feito pelo recepcionista, e até mesmo pelo próprio paciente, ou investir em equipamentos eletrônicos de controle guiados pelo sistema hospitalar.

Os parâmetros de interesse não sofreram grandes alterações com essa mudança e o único ponto que sofreu uma variação significativa está relacionado ao médico, que tem uma redução em torno de 47% da distância percorrida ao longo do dia (Tabela 10). O *lead time* se encontra dentro dos valores do Protocolo de Manchester para as cores amarelo, azul e verde.



Figura 32 – *Layout* com antessala para demanda de nível 1

Fonte: Autora

Nível 1	Tempo de espera (min)	Lead time (min)	Nº de atendimentos	Movimentação – médico (m)
Normal	18,06	51,8	21,95	641,71
Com Antessala	17,92	51,7	21,97	340,1

Tabela 9 – Resultados para os cenários atual e com antessala para o nível 1

Fonte: Autora

Para o segundo nível de demanda foi inserido o processo de triagem antes da consulta médica (Figura 37). A adição de um sistema de triagem irá incorporar uma parte do tempo do atendimento médico, o qual será reduzido. Espera-se que neste processo sejam feitas as primeiras avaliações do paciente, como a aferição de pressão, temperatura e abertura da ficha de atendimento. O tempo de ciclo estimado para este novo processo foi retirado do trabalho de Campos (2018) em que, no antigo sistema de pronto socorro do hospital, esse tempo era em média de 2,7 minutos com um desvio padrão de 1,5 minutos. Foi verificado junto ao hospital que, mesmo não sendo realizada atualmente a triagem, considera-se que o padrão de atividades seria o mesmo caso ocorra a reintrodução desse processo, logo seus tempos de ciclo permaneceriam. Para balancear a carga de trabalho, retirou-se o valor médio do tempo triagem (2,7 minutos) do tempo de atendimento do médico, passando então para uma distribuição uniforme de 7,3 a 32,3 minutos. Acrescentou-se um minuto para higienização da triagem antes da entrada de cada paciente. A enfermeira fica responsável por buscar o paciente na recepção e levá-lo à triagem e o médico escolta o paciente da antessala (cadeira de espera na sala da triagem), até o consultório.



Figura 33 – *Layout* com triagem e antessala

Fonte: Autora

A inserção desse setor foi feita visando o aumento da capacidade do médico e, também, por já existir um espaço destinado para a triagem na planta do hospital. Neste cenário há

a possibilidade de utilizar a enfermeira do setor para esta função, desde que estudada sua carga de trabalho e justificada a transferência dessa atividade, que ocupa 15,56% desse profissional (Figura 38), de forma a equilibrar as cargas entre funcionários. Caso contrário, deve-se contratar um novo profissional de enfermagem para desempenhar esta função.

Com essas alterações, o médico tem sua utilização em média 17,8% maior quando comparada ao nível de demanda anterior e o recepcionista aumenta em 9,8% sua utilização média (Figura 38). A taxa de distância média percorrida pelo médico não se altera significativamente, já que se manteve a antessala nesta modificação de *layout*.



Figura 34 - Estados dos recursos com triagem e demanda de 36 pacientes/dia

Fonte: Autora

Com os resultados apresentados na Tabela 11, encontra-se que essa alternativa para o cenário não consegue atender o nível 2 de demanda completamente, suprindo em torno de 80% da demanda diária. O *lead time* está dentro do estipulado pelo Protocolo de Manchester para a classificação verde e azul.

Demanda	1 Consultório Médico, Triagem e Antessala		
	Nº de atendimentos	Lead time (min)	Tempo de espera (min)
36 pacientes/dia	28,5	90,4	60,71

Tabela 10 – Resultado dos parâmetros para segundo nível de demanda com triagem e antessala

Fonte: Autora

Como o limite de atendimentos diários foi alcançado no nível 2, com 28 atendimentos em média, não se testou o *layout* com antessala e triagem para o terceiro nível de demanda. A fim de analisar uma possível melhoria nos pontos de interesse no nível 3, foram simuladas duas alterações: uma nova tentativa de divisão de carga de trabalho, onde a enfermeira é responsável por todo o acompanhamento do paciente, e uma alternativa em que o paciente se mova sem precisar de acompanhamento.

A Tabela 12 mostra que os valores de tempo não se alteram significativamente e nem a quantidade de pacientes. Analisando sob o ponto de vista do desperdício de movimentação dos funcionários, o cenário em que o paciente não é escoltado tem a mesma performance de quando há o acompanhamento do enfermeiro e do médico, mas com o ganho de se reduzir ao mínimo a distância percorrida pelos funcionários. Essa alternativa seria possível, por exemplo, com um controle visual envolvendo dispositivos que chamem o paciente para cada setor quando esse estiver disponível.

Layout	Nível 2		
	Nº de atendimentos	Lead time (min)	Tempo de espera (min)
Triagem e antessala	28,5	90,4	60,71
Triagem e antessala, enfermeira acompanha paciente	28,44	92,4	62,75
Triagem e antessala, paciente sem acompanhamento	28,58	90,2	60,45

Tabela 11 – Alternativas de acompanhamento do paciente para o nível 2

Fonte: Autora

Como não se atende à demanda e não é possível alterar os tempos de ciclo da triagem e consulta, a solução está em acrescentar mais um médico para aumentar a capacidade do processo crítico, que é a consulta médica. Para esta faixa, foi colocado um consultório a mais (Figura 39) e a organização dos setores não foi baseada na planta do hospital. Essa proposta extrapola o espaço físico disponível atualmente no PA, mas como é de interesse deste trabalho propor alternativas de *layout* que acompanhem a mudança de demanda, não haverá restrição para a adição de setores na simulação.

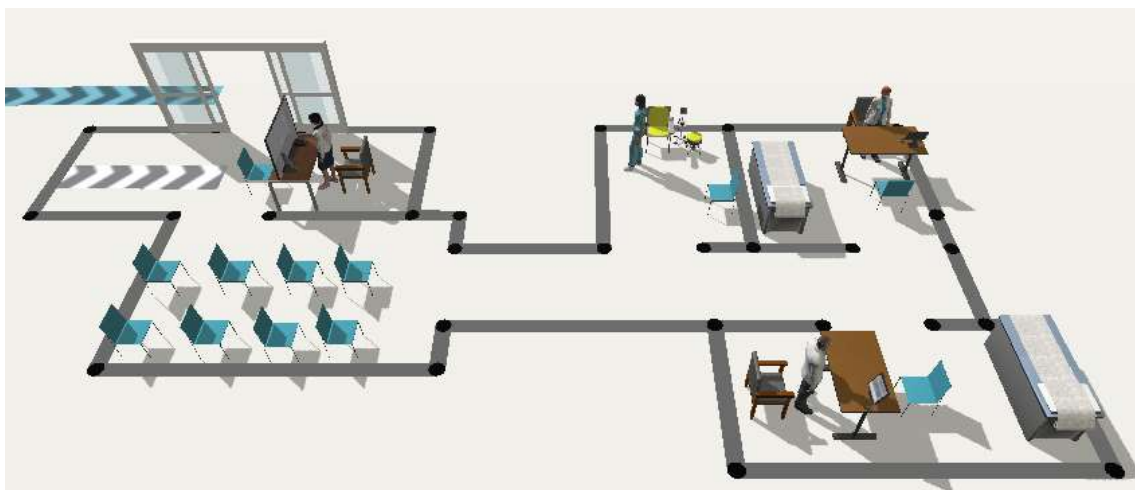


Figura 35 – Layout com dois consultórios e triagem

Fonte: Autora

A Tabela 13 comprova que com o aumento da capacidade médica, pode-se atender a demanda em questão e melhoram-se significativamente os índices de tempo total e de

espera, reduzindo em 52,8% e 84,9%, respectivamente. O número de atendimentos médios não atinge os 36 pacientes por dia devido à distribuição de chegada de pacientes, mas é compatível com ela e para comprovar bastou colocar a chegada de um lote de 36 pessoas no instante 0 do tempo de simulação e observar que o sistema foi capaz de absorver essa demanda. E também, ao olhar a utilização dos recursos da Figura 40, é perceptível a existência de capacidade de atendimento superior ao testado neste nível.

Layout	Nível 2		
	Nº de atendimentos	Lead time (min)	Tempo de espera (min)
Triagem e antessala, paciente sem acompanhamento	28,58	90,2	60,45
Dois consultórios e Triagem, paciente sem acompanhamento	33,66	42,58	9,1

Tabela 12 – Resultados das alternativas para atender a demanda de nível 2

Fonte: Autora



Figura 36 – Estados dos recursos com dois consultórios médicos e triagem para 36 pacientes/dia

Fonte: Autora

Como os recursos críticos estão com espaço para uma maior utilização e a demanda de nível 2 não exige o máximo deles, a sugestão é avaliar qual a necessidade em termos de duração do turno do segundo médico para que seja viável sua contratação nesta faixa de demanda.

5.3 Layouts alternativos para o nível 3

Foi feita, então, a última rodada de testes de modificação do *layout* com mais um consultório médico, mantendo o aumento da capacidade do processo crítico do item anterior e considerando que o paciente não precisa de acompanhamento para entrar nos setores. Nesta parte serão analisados e comparados os cenários com:

- Dois consultórios médicos (Figura 41);
- Dois consultórios médicos e triagem (Figura 42);

- Dois consultórios médicos, triagem e antessala (Figura 43).

Será analisado também a demanda máxima do cenário testado para o nível 3 com melhor desempenho.

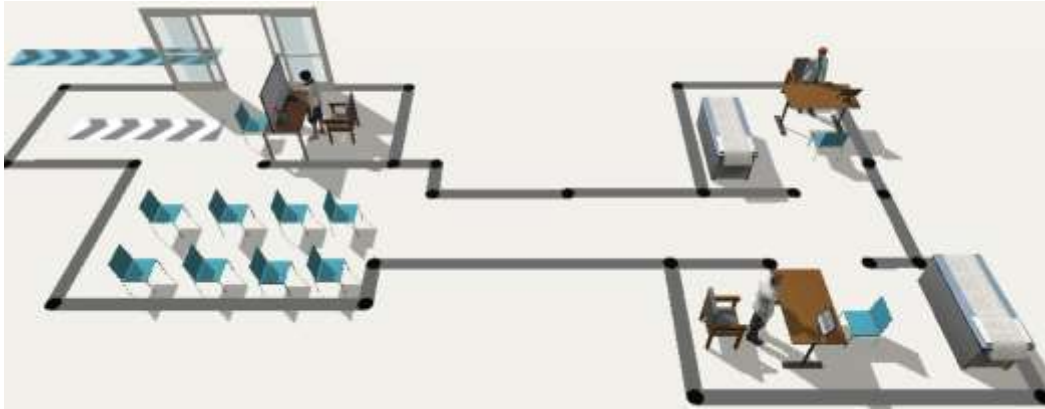


Figura 37 – *Layout* para nível 3 com dois médicos

Fonte: Autora



Figura 38 – *Layout* para nível 3 com dois médicos e triagem

Fonte: Autora



Figura 39 – *Layout* para nível 3 com dois médicos, triagem e antessala

Fonte: Autora

A Tabela 14 apresenta os parâmetros de interesse e notam-se pequenas diferenças nos tempos e quantidades de atendimentos, revelando que o cenário com dois consultórios médicos, triagem e antessala é o que apresenta os melhores resultados para essa faixa de demanda. As Figuras 44 e 45 mostram a utilização dos recursos e pode-se perceber que os médicos e enfermeira, no *layout* com triagem, possuem novamente margem para atender um aumento na demanda.

Layout	Nível 3		
	Nº de atendimentos	Lead time (min)	Tempo de espera (min)
Dois consultórios	44,23	49,1	16,08
Dois consultórios e Triagem	44,95	47,86	14,3
Dois consultórios, Triagem e antessala	45,02	47,25	13,72

Tabela 13 – Resultados do nível 3 para diferentes *layouts*

Fonte: Autora

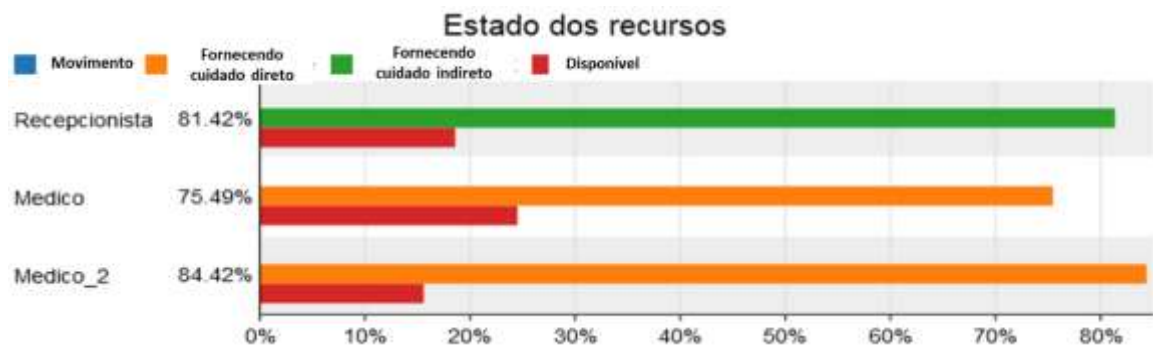


Figura 40 – Estado dos recursos no *layout* com dois consultórios

Fonte: Autora

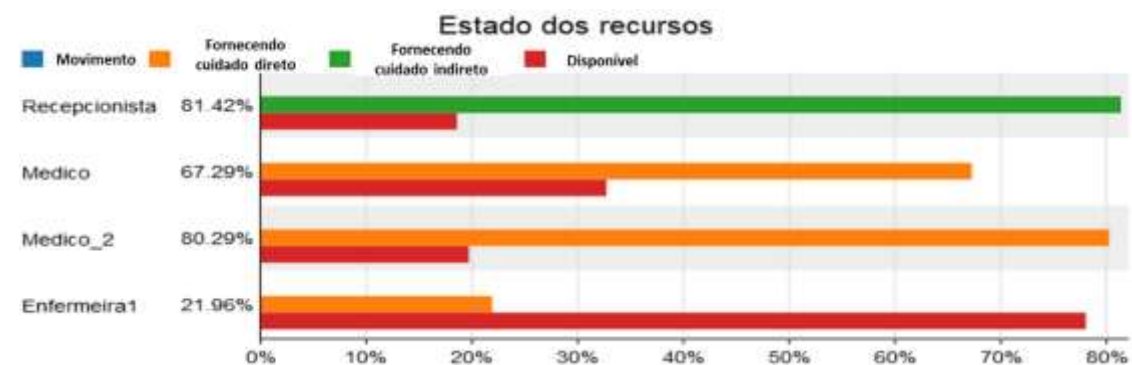


Figura 41 – Estado dos recursos no *layout* com dois consultórios e triagem (com ou sem antessala)

Fonte: Autora

Utilizando o cenário de melhor desempenho com dois médicos, triagem e antessala, aumentou-se o número de atendimentos diários de cinco em cinco unidades (a partir de

50) e chegou-se a um valor limite de 58,15 pacientes/dia, com a chegada de 75 pacientes por dia. Usou-se tal limite de atendimentos para fazer com que o tempo entre chegada correspondesse aproximadamente a esse valor, resultando em uma distribuição Normal com média de 12,5 minutos e desvio padrão de 0,5 minutos. Os resultados estão mostrados na Tabela 15 e o desempenho deste cenário para o valor de até 58 atendimentos diários é bastante satisfatório, com tempo total dentro dos dois grupos amarelo, verde e azul do Protocolo de Manchester. Esse aumento de capacidade permite uma análise de receita futura possível.

	Demanda máxima: 58 pacientes/dia	
<i>Layout</i>	<i>Lead time (min)</i>	<i>Tempo de espera (min)</i>
Dois consultórios, Triagem e antessala	57,05	24,75

Tabela 14 – Resultados dos parâmetros para demanda máxima

Fonte: Autora

Optou-se por este cenário para apresentar o VSM futuro por ser o mais complexo e que possui uma capacidade de atendimento maior, o mapa está apresentado na Figura 46. Ressalta-se que o tempo de agregação de valor não mudou, visto que uma parte da carga de trabalho do médico foi absorvida pela triagem, não alterando seu intervalo e os tempos de espera foram coletados das replicações deste cenário no software.

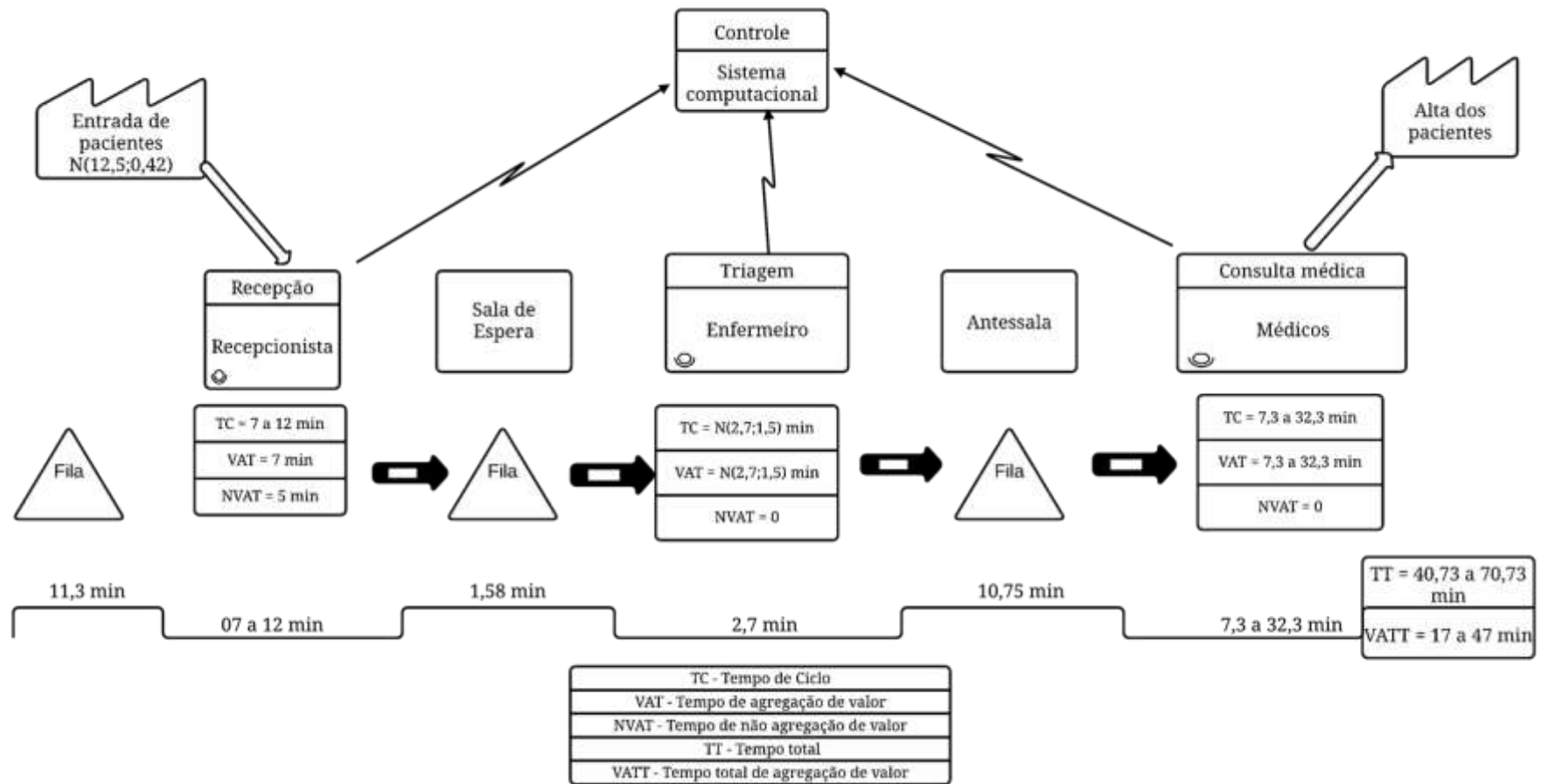


Figura 42 – VSM futuro para o cenário com triagem, antessala e dois consultórios de demanda máxima

Fonte: Autora

5.4 Comparação entre os *Layouts* alternativos

Para finalizar a seção de análise dos resultados, está apresentada na Figura 47 a síntese dos resultados obtidos em cada um dos *layouts* propostos para facilitar a visualização e comparação dos mesmos.

Cenários	Benefícios	Nº de atendimentos	Lead time (min)	Tempo de espera (min)	Utilização de recursos
Atual	-	Até 25 pacientes/ dia	51,8	18,06	Médico: 89,75%
Criação de antessala	Redução da movimentação do médico e de sua utilização	Até 25 pacientes/dia	51,17	17,92	Médico: 83,28%
Triagem e antessala, paciente sem acompanhamento	Redução da movimentação do médico e balanceamento da carga de trabalho	Até 28 pacientes/dia	90,2	60,45	Médico: 90,38% Enfermeira: 13,98%
Dois consultórios médicos, triagem e antessala, paciente sem acompanhamento	Aumento da capacidade do sistema	Até 58 pacientes/dia	96	69,62	Médico1: 91,25% Médico 2: 90,21% Enfermeira: 21,96%

Figura 43 – Resultados gerais

Fonte: Autora

Foram comparados os três cenários, excluindo-se o atual, em termos do número de atendimentos, tempo de permanência e tempo de espera. Para o primeiro, número de atendimentos (Figura 48), observa-se um aumento de somente 12% no número de atendimentos, com a implantação da triagem, em relação ao cenário anterior e aumenta 107,14% a capacidade de atendimentos diários com a adição de mais um consultório médico.

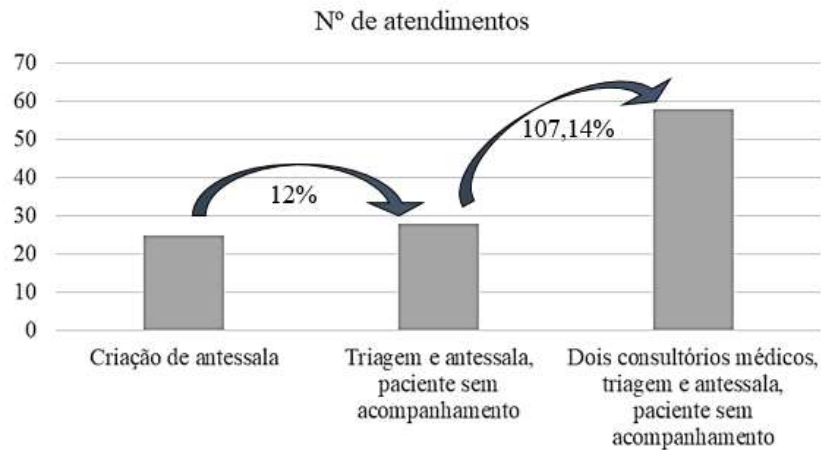


Figura 44 – Número de atendimentos por cenário

Fonte: Autora

O *lead time* (Figura 49), por sua vez, aumenta 76% com a adição da triagem em comparação com o cenário somente com antessala e aumenta 6,64% com a adição de mais um médico, além da triagem. Nota-se que no primeiro cenário o tempo de permanência atende as cores amarelo, verde e azul, e os outros dois atendem as cores verde e azul do Protocolo de Manchester.

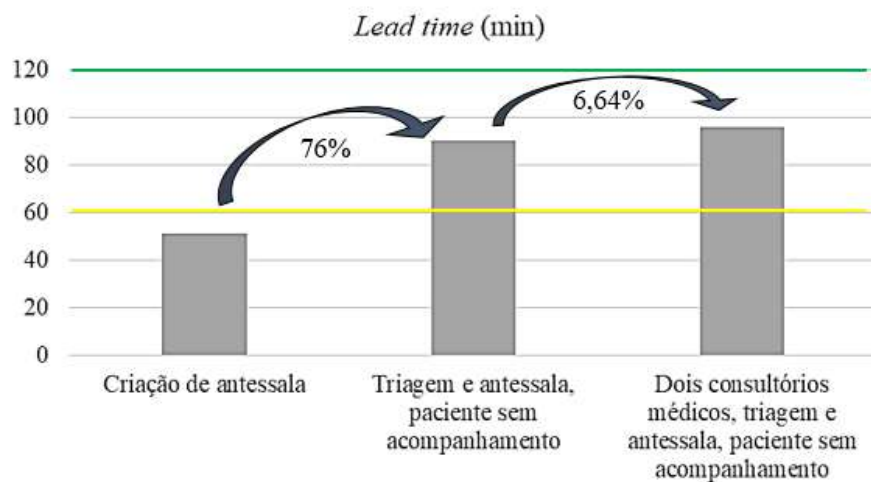


Figura 45 – *Lead time* por cenário

Fonte: Autora

Por último, o tempo de espera (Figura 50) tem um aumento grande de 237% com a adição da triagem e 15,17% com a adição de mais um consultório médico.

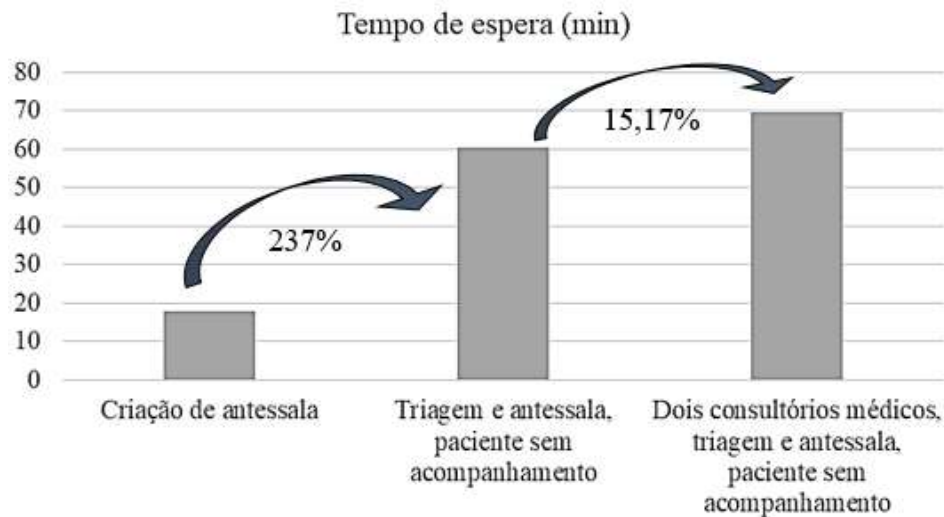


Figura 46 – Tempo de espera por cenário

Fonte: Autora

Nº de atendimentos diários	25	28	58
Receita Mensal	R\$ 94.507,52	R\$ 105.848,42	R\$ 219.257,45

Tabela 15 – Receita mensal aproximada do PA por número de atendimentos diários

Fonte: Autora

Com essas comparações, entende-se que a adição da antessala oferece ganho somente para diminuir a movimentação do médico, que se enquadra dentro dos desperdícios combatidos no meio hospitalar, de acordo com Graban (2016), e reduz a utilização desse recurso em média de 6,57%.

A triagem possibilita um acréscimo muito pequeno no número de atendimentos diários (três pacientes, em média), em face de um aumento bastante significativo nos tempos de permanência e de espera, tempos esses que se enquadram nos desperdícios e problemas enfrentados pelos setores de pronto atendimento. A utilização do médico nesse cenário se eleva a 90,38%, apontando que este recurso não está sendo desperdiçado. Sendo assim, a triagem, em uma primeira análise, não tem sua inserção no processo justificada, pois ainda que a receita do PA (Tabela 16), grosseiramente, chegue a 144% de aumento, é necessário avaliar o comportamento das despesas com o aumento da demanda e calcular o custo da preparação e montagem desse setor, levando em consideração a possível compra de novos aparelhos e móveis, bem como a análise da carga de trabalho da enfermeira do setor para decidir se é necessário ou não a contratação de um novo profissional pra atender nesse setor.

O último *layout* foi feito para atender a demanda de nível 3 e percebeu-se que ainda existia capacidade para aumentar o número de atendimentos diários. Sendo assim, nesta seção de comparação foi considerado o cenário que obteve a maior capacidade de atendimentos diários, que possui dois consultórios médicos, triagem e antessala, aumentando 107,14% a quantidade de atendimentos se comparado com o cenário que foi descrito no parágrafo anterior. Este cenário apresenta também elevações nos tempos de espera e de *lead time* comparadas aos anteriores, mas os aumentos não são tão significativos quando analisados proporcionalmente ao número máximo de pacientes atendidos, ou seja, para atender até mais 30 pacientes por dia, eleva-se o tempo de permanência em 6,64% e o tempo de espera em 15,67%.

Conforme descrito nas alternativas de cenários, para uma demanda alta é imprescindível aumentar a capacidade do recurso crítico. Então, a justificativa para a implementação desses novos setores está em, além de atender os pacientes dentro dos tempos estipulados das zonas verde e azul do Protocolo de Manchester, a receita média mensal pode aumentar entre 340%, para 48 pacientes/dia, até 467%, para 58 pacientes/dia. Também se faz necessário analisar o comportamento das despesas e a proporção do aumento da demanda antes da implementação dos novos setores mas, uma vez que a capacidade do *layout* atual foi atingida, deve-se estudar meios de tornar estas adições economicamente viáveis e, assim, atingir a receita esperada e talvez não mais trabalhar em déficit.

Chega-se, então, o fim da utilização do roteiro proposto com as considerações sobre cada alteração de *layout* e suas análises, sendo que essas informações compõem o resultado entregue por esta sistemática.

As análises aqui apresentadas são referentes ao funcionamento do PA em questão, com a modelagem dos dados de entrada feita da forma mais coerente possível com o sistema real, levando em consideração a falta de algumas informações e a impossibilidade de observação e coleta de tempos no próprio local.

6. CONCLUSÕES

6.1 Verificação dos objetivos

A integração das ferramentas do Planejamento Sistemático de *Layout*, pensamento *Lean* e Simulação foram utilizadas para fornecer um roteiro de etapas para guiar o “*re-design*” de um setor hospitalar. As duas ferramentas foram inseridas no SLP a fim de tornar este planejamento mais completo e mais eficiente. A descrição de cada etapa do guia mostrou como elas são utilizadas e quais ferramentas ajudam a melhorar o desempenho do SLP.

Ainda que a aplicação desta sistemática tenha sido feita em um processo existente e em funcionamento, não se descarta sua utilização para projetos iniciais de *layout*, ressaltando que, neste caso, algumas etapas necessitaria de uma abordagem levemente diferente ou mais aprofundada.

Foi testada a aplicação do guia em uma parte do pronto atendimento de um hospital filantrópico, que teve suas atividades modificadas nos últimos anos e que está operando sem conhecer sua capacidade frente às demandas possíveis para o futuro. Os resultados encontrados no final da utilização do roteiro apontam que o *layout* atual tem capacidade de atender um aumento de 100% da demanda, com uma margem de 12,5% a mais para atendimentos (27 pacientes/dia). Para ser possível atender demanda maiores que este valor limite, faz-se necessário a divisão da carga de trabalho do médico com uma enfermeira de triagem e/ou com mais um médico. Com as análises das alternativas de *layout*, buscou-se seguir a definição do *Lean Design* de eliminar o desperdício no estágio inicial, ou seja, antes de sua implementação, e assim utilizar do pensamento enxuto aliado com a tecnologia da simulação e otimização, para encontrar um *layout* ótimo para os cenários estudados (LI, 2019).

Mesmo não sendo implementadas imediatamente, as alterações apontadas para o PA nesse estudo permitem que o hospital saiba quais *layouts* são capazes de suprir um certo nível de demanda, bem como quais parâmetros são interessantes de serem coletados diariamente, com o intuito de atualizar os cenários simulados. E assim, auxilia a tomar a decisão de mudança de *layout* na hora certa e da melhor forma. Todas essas alterações devem passar primeiramente por uma análise de custo criteriosa antes de qualquer implementação pois, conforme mostrado, o PA opera em déficit. Então, os resultados desse estudo fornecem meios ao hospital para uma tomada de decisão mais segura, retomando os pontos de Arnolds e Gartner (2018) e Perez-Velez (2012), em que os primeiros afirmam que no setor de saúde o planejamento de *layout* assume um importante

papel para a decisão estratégica, e o segundo faz a mesma afirmação acerca do papel da simulação nessas decisões. E, uma vez que seus atendimentos aumentem, é necessário que se realize um estudo de custo e benefício sobre quais mudanças trarão ganhos em termos de um melhor atendimento ao paciente e um melhor desempenho econômico. Assim, a aplicação do guia consegue fornecer informações relevantes e oferece vantagens de aplicação para o setor estudado.

6.2 Contribuições do trabalho

O guia proposto representa uma contribuição científica teórica acerca do tema, já que, baseado no trabalho de Fogliatto *et al.* (2019), propõe uma pesquisa com abordagem *lean* em *layouts* e é a primeira a utilizar a integração das três ferramentas. As análises do objeto de estudo real representam uma contribuição científica prática, pois fornecem o projeto para o hospital na hora certa, ou seja, antes de enfrentarem o aumento de demanda, possibilitando assim o benefício do *Lean Design*. O melhor entendimento sobre o funcionamento do setor estudado através do modelo simulado (GIBSON, 2012) pode ser apontado como outro benefício oferecido ao utilizar a simulação não somente para validação final (MUTHER e HALES, 2015), mas também para a modelagem do estado atual e a proposição de diferentes cenários e configurações. Logo essa ferramenta aparece em etapas intermediárias do guia proposto no presente estudo.

6.3 Delimitações da pesquisa

Ressalta-se que os resultados encontrados neste trabalho são referentes ao setor somente e com a modelagem de tempos utilizada conforme explicado, logo este modelo não é genérico e sua replicação em outros setores ou momentos deve passar por ajustes para ser coerente com a realidade de interesse.

Além dos resultados serem referentes somente ao PA do hospital objeto de estudo, algumas outras limitações desse estudo são ressaltadas. Primeiro enfrentou-se dificuldade pelo momento da pandemia do covid-19 não permitir coletar informações *in loco*, o que facilitaria a observação do objeto real, medições de tempo e a levantamento de informações necessárias para realizar validações estatísticas ao invés da validação face a face, que foi utilizada. E por se tratar de um hospital, o ano de 2020 representou um desafio a mais de trabalhar com esse setor, devido sua importância crucial e por ser compreensível a dificuldade de envolvimento da equipe hospitalar no momento dito. A segunda limitação é que as mudanças de *layout* apontadas pelo estudo não foram implementadas, então não se tem a análise comparativa entre o modelo simulado e o

desempenho real do sistema com as mudanças. Por último, ressalta-se que o roteiro integrado, que foi proposto pela autora, teve sua primeira utilização nesta pesquisa, não tendo sido testado em outros setores e nem em um projeto desde seu início, sendo feitas propostas baseadas na reestruturação de *layout*.

6.4 Trabalhos futuros

Como propostas de trabalhos futuros, sugere-se a aplicação do roteiro em outros setores hospitalares que possuem diversos outros equipamentos e mobílias, tornando mais complexas e ainda mais relevantes as avaliações de *layout*, permitindo-se, também, a comparação com os dados desta pesquisa. Uma outra sugestão é o estudo deste mesmo PA, mas com seus dados atualizados de acordo com os parâmetros que são relevantes, para permitir uma validação estatística, juntamente com as análises de todas as atividades desempenhadas pelos funcionários, visando entender como as atividades agregam valor ao paciente e assim diminuir os possíveis desperdícios. Para isso, um estudo aprofundado das atividades desenvolvidas pelos funcionários se faz necessário para avaliar outros possíveis desperdícios como o superprocessamento, a superprodução e os defeitos. Pode-se expandir a busca por desperdícios em áreas de farmácia e de medicação para avaliar os desperdícios de estoque e transporte.

REFERÊNCIAS

ABEIDI, Nirouz; TURKYILMAZ, Ali; UYSAL, Ozgur. A Process Improvement Study in an Emergency Department Using *Lean* Methodology. In: **Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management**. 2018. p. 864-875.

ALMEIDA, André Luiz Cerqueira et al. Repercussões da Pandemia de COVID-19 na Prática Assistencial de um Hospital Terciário. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 115, n. 5, p. 862-870, 2020.

ARNOLDS, Ines Verena; GARTNER, Daniel. Improving hospital *layout* planning through clinical pathway mining. **Annals of operations research**, v. 263, n. 1-2, p. 453-477, 2018.

BAINES, Tim S. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers e colab. State-of-the-art in *Lean* design engineering: A literature review on white collar *Lean*. Part B: **Journal of Engineering Manufacture**, v. 220, n. 9, p. 1539–1547, 2006.

BAL, Alperen; CEYLAN, Cemil; TAÇOĞLU, Caner. Using value stream mapping and discrete event simulation to improve efficiency of emergency departments. **International Journal of Healthcare Management**, v. 10, n. 3, p. 196-206, 2017.

BENDATO, Ilaria *et al.* Improving the efficiency of a hospital ED according to *Lean* management principles through system dynamics and discrete event simulation combined with quantitative methods. In: **International Conference on Intelligent Software Methodologies, Tools, and Techniques**. Springer, Cham, 2015. p. 555-572.

BENITEZ, Guilherme B.; DA SILVEIRA, Giovani JC; FOGLIATTO, Flavio S. *Layout* Planning in Healthcare Facilities: A Systematic Review. **HERD: Health Environments Research & Design Journal**, v. 12, n. 3, p. 31-44, 2019.

BERGMAN, Bo *et al.* An emerging science of improvement in health care. **Quality Engineering**, v. 27, n. 1, p. 17-34, 2015.

BERTRAND, J. Will M.; FRANSOO, Jan C. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, 2002.

CAMPOS, A. T. Contribuições para a melhoria na condução de Projetos de *Lean Healthcare Simulation*. 2018. 113 f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá**, Itajubá, 2018.

CONVERSO, Giuseppe *et al.* A simulation approach for agile production logic implementation in a hospital emergency unit. In: **International Conference on Intelligent Software Methodologies, Tools, and Techniques**. Springer, Cham, 2015. p. 623-634.

CREMA, Maria; VERBANO, Chiara. Simulation modelling and *Lean* management in healthcare: first evidences and research agenda. **Total Quality Management & Business Excellence**, p. 1-19, 2019.

D'ANDREAMATTEO, A. *et al.* *Lean* in healthcare: A comprehensive review. **Health Policy**, v. 119, n. 9, p. 1197–1209, 2015

DAHMANI, Noureddine *et al.* A comparative study between *Lean* design and eco design in product development. **Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management**. Rabat, Morocco, April 11-13, 2017.

DICKERMAN, K N; BARACH, P; PENTECOST III, R. We shape our buildings, then they kill us: Why health-care buildings contribute to the error pandemic. **World Hospitals and Health Services**, v. 44, n. 2, p. 15–21, 2008.

FOGLIATTO, Flavio S. *et al.* *Lean-Oriented Layout Design of a Health Care Facility*. **Quality Management in Healthcare**, v. 28, n. 1, p. 25-32, 2019.

GIBSON, Ian W. Simulation Modeling of Healthcare Delivery. In: KOLKER, Alexander; STORY, Pierce. Management engineering for effective healthcare delivery: Principles and Applications. **Medical Information Science Reference**, 2012.

GRABAN, Mark. *Lean hospitals: improving quality, patient safety, and employee engagement*. CRC press, 2016.

HALAWA, Farouq *et al.* Advancing evidence-based healthcare facility design: a systematic literature review. **Health Care Management Science**, p. 1-28, 2020.

HENDRICH, Ann e colab. A 36-hospital time and motion study: how do medical-surgical nurses spend their time? **The Permanente journal**, v. 12, n. 3, p. 25–34, 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21331207>%0A<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3037121>>.

HUANG, Yunqu; KLASSEN, Kenneth J. Using six sigma, *Lean*, and simulation to improve the phlebotomy process. **Quality Management Journal**, v. 23, n. 2, p. 6-21, 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Conta-Satélite de Saúde 2010-2017. Contas Nacionais. Rio de Janeiro. 2017

JIMMERSON, Cindy; WEBER, Dorothy; SOBEK, Durward K. Reducing waste and errors: piloting *Lean* principles at Intermountain Healthcare. **Joint Commission journal on quality and patient safety / Joint Commission Resources**, v. 31, n. 5, p. 249–257, 2005. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S1553-7250\(05\)31032-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1553-7250(05)31032-4)>.

JORGE, T. B., GARCIA, E. R. A., SANTOS, G. R. S, ORTIN, S. M. A. *Layout no setor hospitalar*. In: **Anais UNIC - Congresso de Iniciação Científica, Congresso de Professores Pesquisadores da Unifev e Congresso de Pós-Graduação**. 2017. Disponível em: <<http://periodicos.unifev.edu.br/index.php/unic/article/view/1335/1157>>.

KIM, Christopher S. e colab. *Lean health care: what can hospitals learn from a world-class automaker?* **Journal of hospital medicine** (Online), v. 1, n. 3, p. 191–199, 2006.

LI, Yanru. Application of *Lean* design in the planning *layout* of slab plant. In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. IOP Publishing, 2019. p. 022037.

LIMA-GONÇALVES, Ernesto; ACHÉ, Carlos Augusto. O hospital-empresa: do planejamento à conquista do mercado. **Revista de administração de empresas**, v. 39, n. 1, p. 84-97, 1999.

MACINKO, James; HARRIS, Matthew J. Brazil's family health strategy—delivering community-based primary care in a universal health system. **N Engl J Med**, v. 372, n. 23, p. 2177-81, 2015.

MARVEL, Jon H.; STANDRIDGE, Charles R. A simulation-enhanced *Lean* design process. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 2, n. 1, p. 90–113, 2009.

MINITAB. **Minitab**, 2019. O que é desirability individual e composta? Disponível em: <<https://support.minitab.com/pt-br/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/using-fitted-models/supporting-topics/response-optimization/what-are-individual-desirability-and-composite-desirability/>>. Acesso em: 13 de jan. de 2021.

MISRA, Jayadev. Distributed discrete-event simulation. **ACM Computing Surveys**, v. 18, n. 1, p. 39–65, 1986.

MITROFF, Ian I. *et al.* On managing science in the systems age: two schemas for the study of science as a whole systems phenomenon. **Interfaces**, v. 4, n. 3, p. 46-58, 1974.

MONTEVECHI, J. A. B.; PINHO, A. F.; LEAL, F.; MARINS, F. A. S. Application of design of experiments on the simulation of a process in automotive industry. In: **2007 Winter Simulation Conference. IEEE**, 2007. p. 1601-1609.

Cenário dos hospitais no brasil. [S.l: s.n.], 2018. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21331207%0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3037121>>.

MUTHER, R.; HALES, L. Systematic *Layout* Planning (SLP). 4th Edition. Dearborn, Michigan. **Management & Industrial Research Publications**, 2015.

NEGRI FILHO, Armando de; BARBOSA, Zilda. O papel dos hospitais na redes de atenção à saúde: elementos para pensar uma agenda estratégica para o SUS. **Consensus (Brasília)**, p. 1-8, 2014. Disponível em: <www.conass.org.br/consensus>.

OLSEN, Dan. **The Lean Product Playbook**. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2015.

ORTÍZ-BARRIOS, Miguel Angel; ALFARO-SAÍZ, Juan-José. Methodological approaches to support process improvement in emergency departments: a systematic review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 8, p. 2664, 2020.

PALINKAS, Lawrence A. *et al.* Rapid ethnographic assessment of the COVID-19 pandemic April 2020 ‘surge’ and its impact on service delivery in an Acute Care Medical Emergency Department and Trauma Center. **BMJ open**, v. 10, n. 10, p. e041772, 2020.

PALINKAS, Lawrence A., Whiteside, L., Nehra, D., Engstrom, A., Taylor, M., Moloney, K., & Zatzick, D. F. Rapid ethnographic assessment of the COVID-19 pandemic April 2020 ‘surge’ and its impact on service delivery in an Acute Care Medical Emergency Department and Trauma Center. **BMJ open**, v. 10, n. 10, p. e041772, 2020.

PATEL, Kalpesh K. *et al.* Applying *Lean* design principles to a gastrointestinal endoscopy program for uninsured patients improves health care utilization. **Clinical Gastroenterology and Hepatology**, v. 13, n. 9, p. 1556-1559. e4, 2015.

PEARCE, Antony; PONS, Dirk. Advancing *Lean* management: The missing quantitative approach. **Operations Research Perspectives**, v. 6, p. 100114, 2019.

PEREZ-VELEZ, Roque. Simulation Applications in a Healthcare Setting. In: KOLKER, Alexander; STORY, Pierce. Management engineering for effective healthcare delivery: Principles and Applications. **Medical Information Science Reference**, 2012.

PESSÔA, Marcus Vinicius Pereira; TRABASSO, Luis Gonzaga. The *Lean* product design and development journey. **Cham, Switzerland: Springer International Publishing**, 2017.

PEZZOTTA, Giuditta *et al.* The Product Service System *Lean* Design Methodology (PSSLDM). **Journal of Manufacturing Technology Management**, 2018.

PROPPER, Carol; STOYE, George; ZARANKO, Ben. The wider impacts of the coronavirus pandemic on the NHS. **Fiscal Studies**, v. 41, n. 2, p. 345-356, 2020.

PYZDEK, Thomas; KELLER, Paul A. **The Six Sigma Handbook**. 3. ed. [S.l.]: McGraw-Hill, 2010.

REZENDE, Mayara Raphaela Morais *et al.* Protocolo de Manchester em pronto atendimento de hospital escola. **Rev Rene**, v. 17, n. 6, p. 843-849, 2016.

ROMANO, Elpidio; GUIZZI, Guido; CHIOCCA, Daniela. A decision support tool, implemented in a system dynamics model, to improve the effectiveness in the hospital emergency department. **International Journal of Procurement Management**, v. 8, n. 1-2, p. 141-168, 2015.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a Enxergar**. [S.l.]: The *Lean* Enterprise Institute, Inc, 2003.

SANTOS *et al.* The first evidence about conceptual vs analytical *Lean* healthcare research studies. **Journal of Health Organization and Management**, 2020.

SHAH, Rachna; WARD, Peter T. Defining and developing measures of *Lean* production. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 4, p. 785–805, 2007.

SHINGO, Shigeo. **A Study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint**. Cambridge, Massachusetts and Norwalk, Connecticut: Productivity, 1989.

SOLDING, Petter; GULLANDER, Per. Concepts for simulation based value stream mapping. **Proceedings - Winter Simulation Conference**, p. 2231–2237, 2009.

SORIANO-MEIER, Horacio *et al.* The role of the physical *layout* in the implementation of *Lean* management initiatives. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 3, p. 254–269, 2011.

TANER, Mehmet Tolga; SEZEN, Bülent; ANTONY, Jiju. An overview of six sigma applications in healthcare industry. **International Journal of Health Care Quality Assurance**, v. 20, n. 4, p. 329–340, 2007.

TLAPA, Diego *et al.* Effects of *Lean* healthcare on patient flow: a systematic review. **Value in Health**, v. 23, n. 2, p. 260-273, 2020.

TORTORELLA, Guilherme L.; FOGLIATTO, Flávio S. Planejamento sistemático de *layout* com apoio de análise de decisão multicritério. **Production**, v. 18, n. 3, p. 609-624, 2008.

WANG, Teng-Kuan *et al.* *Lean* principles and simulation optimization for emergency department *layout* design. **Industrial Management & Data Systems**, 2015.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. 2. ed. New York, NY: Free Press A Division of Simon & Schuster, Inc, 2003.

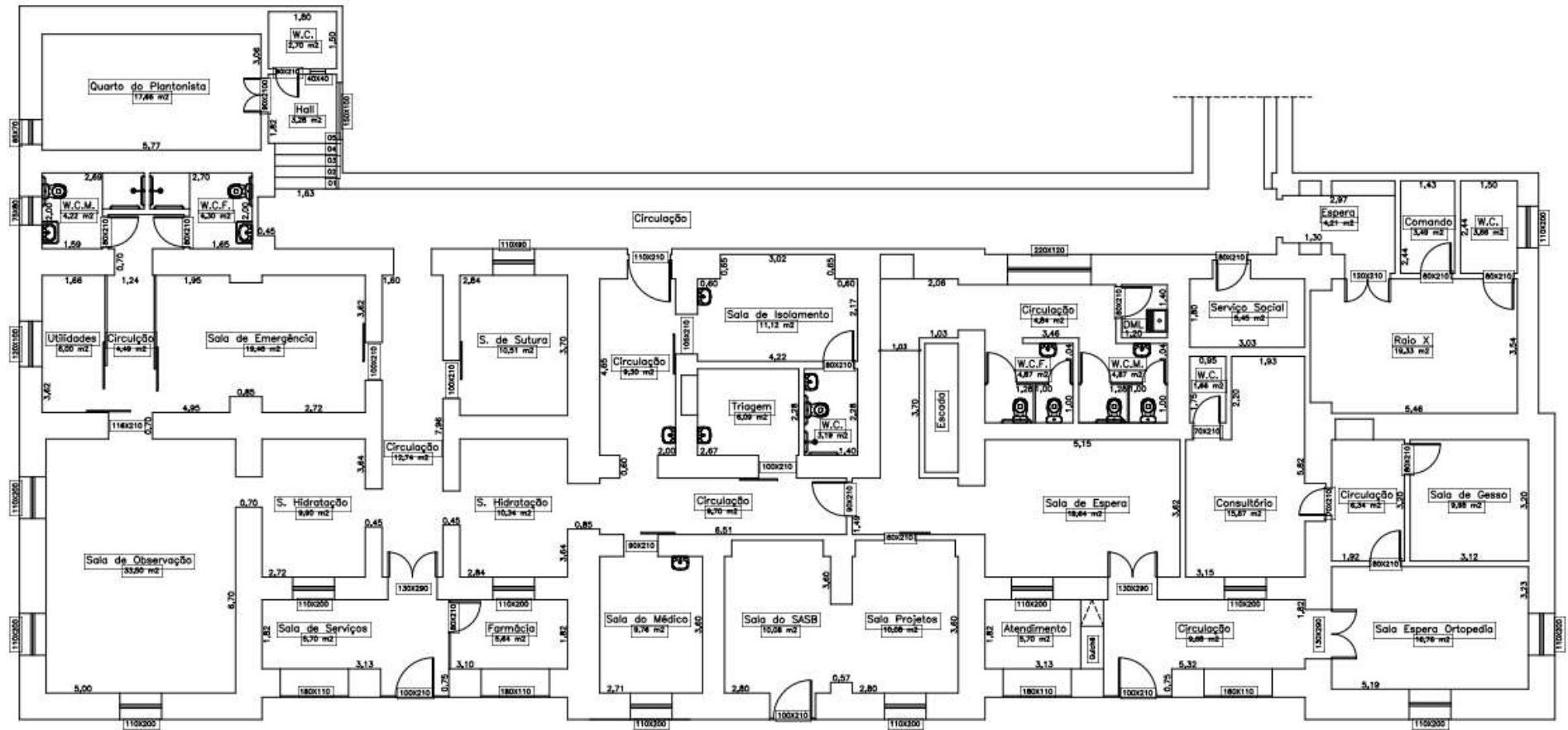
WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **The machine that changed the world: The story of *Lean* production--Toyota's secret weapon in the global car wars that is now revolutionizing world industry**. Simon and Schuster, 2007.

YEUNG, Shirley Mo Ching. Using Six Sigma; SIPOC for customer satisfaction. **International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage**, v. 5, n. 4, p. 312, 2009.

YOUNG, Terry. An Agenda for Healthcare and Information Simulation. **Health Care Management Science**, v. 8, p. 189–196, 2005.

ZEPEDA-LUGO, Carlos *et al.* Assessing the Impact of *Lean* Healthcare on Inpatient Care: A Systematic Review. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 15, p. 5609, 2020.

ANEXO A



ANEXO B

Nível 1 - Layout atual

Saida_pacientes - valor Average					
	Mean (95% Confidence)	Sample Std Dev	Min	Max	
Current Scenario	21.81 < 21.95 < 22.09	0.70	20.00	23.00	

Distância percorrida pelo médico - Distância Average					
	Mean (95% Confidence)	Sample Std Dev	Min	Max	
Current Scenario	635.2 < 638.3 < 641.4	15.7	590.3	672.3	

Chegada a recepcao - All Data - Average					
	Mean (95% Confidence)	Sample Std Dev	Min	Max	
Current Scenario	226 < 239 < 252	66	122	367	

Espera atendimento medico - All Data - Average					
	Mean (95% Confidence)	Sample Std Dev	Min	Max	
Current Scenario	779 < 845 < 912	333	318	1715	

Chegada ate alta - Chegada to Alta Average					
	Mean (95% Confidence)	Sample Std Dev	Min	Max	
Current Scenario	50.5 < 51.8 < 53.1	6.4	39.8	66.3	

Nível 2 - Layout atual

Saida_pacientes - valor Average					
	Mean (95% Confidence)	Sample Std Dev	Min	Max	
Current Scenario	25.27 < 25.59 < 25.91	1.58	23.00	29.00	

Distância percorrida pelo médico - Distância Average					
	Mean (95% Confidence)	Sample Std Dev	Min	Max	
Current Scenario	758.5 < 765.4 < 772.3	34.6	692.7	842.8	

Chegada a recepcao - All Data - Average					
	Mean (95% Confidence)	Sample Std Dev	Min	Max	
Current Scenario	344 < 373 < 402	145	233	1002	

Espera atendimento medico - All Data - Average					
	Mean (95% Confidence)	Sample Std Dev	Min	Max	
Current Scenario	4454 < 4655 < 4857	1012	2248	7951	

Chegada ate alta - Chegada to Alta Average					
	Mean (95% Confidence)	Sample Std Dev	Min	Max	
Current Scenario	111.1 < 114.7 < 118.2	17.9	71.4	173.1	

Nível 3 - Layout atual

Saida_pacientes - valor Average					
	Mean (95% Confidence)	Sample Std Dev	Min	Max	
Current Scenario	25.47 < 25.76 < 26.05	1.47	23.00	29.00	

Distância percorrida pelo médico - Distância Average					
	Mean (95% Confidence)	Sample Std Dev	Min	Max	
Current Scenario	851.0 < 860.3 < 869.6	46.5	766.3	989.6	

Chegada a recepcao - All Data - Average					
	Mean (95% Confidence)	Sample Std Dev	Min	Max	
Current Scenario	420 < 434 < 448	68	293	610	

Espera atendimento medico - All Data - Average					
	Mean (95% Confidence)	Sample Std Dev	Min	Max	
Current Scenario	8299 < 8494 < 8688	977	6334	11688	

Chegada ate alta - Chegada to Alta Average					
	Mean (95% Confidence)	Sample Std Dev	Min	Max	
Current Scenario	172.9 < 176.0 < 179.1	15.5	139.8	227.0	