

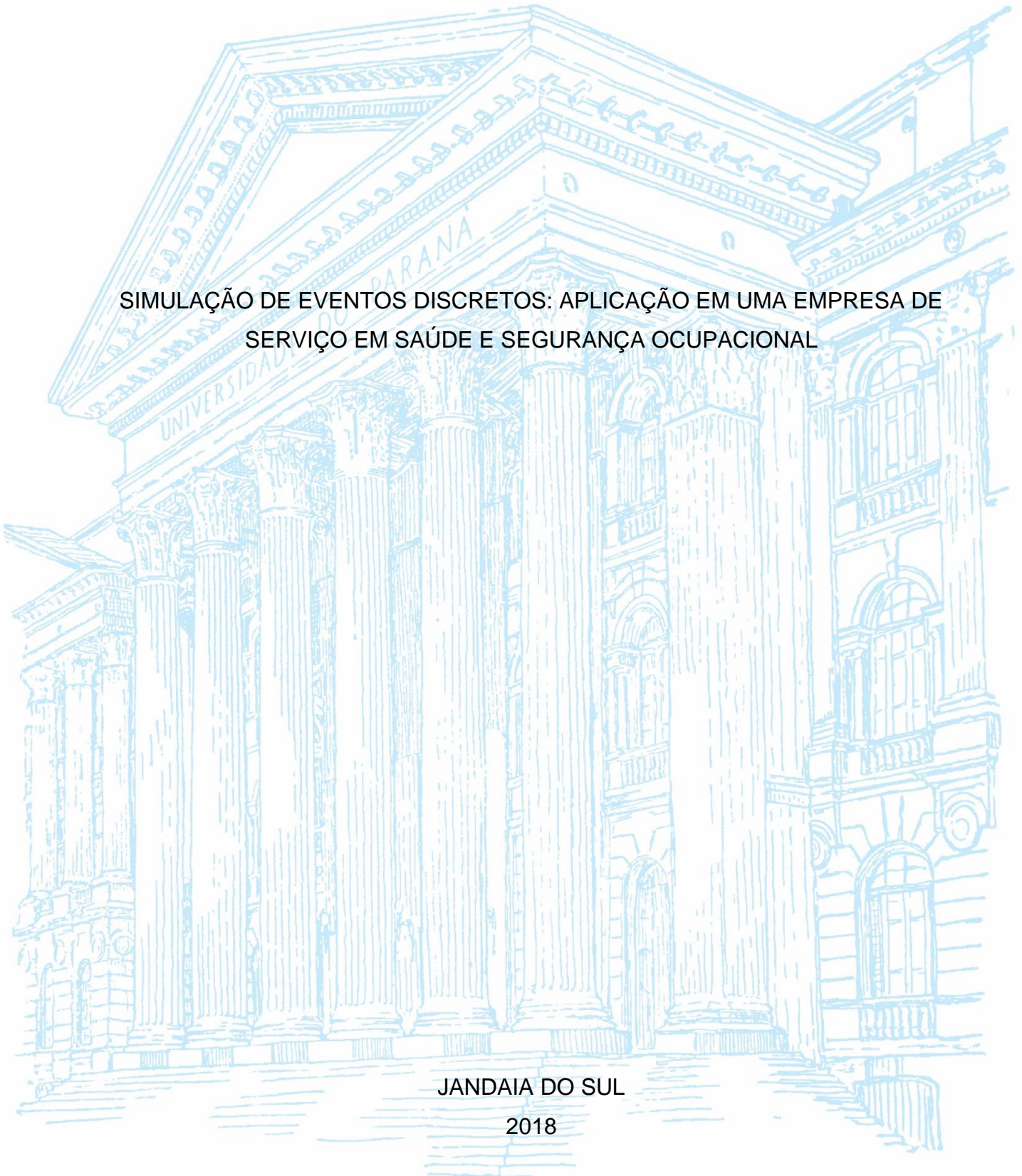
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LARISSA BATISTA DOS SANTOS

SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS: APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA DE
SERVIÇO EM SAÚDE E SEGURANÇA OCUPACIONAL

JANDAIA DO SUL

2018



LARISSA BATISTA DOS SANTOS

SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS: APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA DE
SERVIÇO EM SAÚDE E SEGURANÇA OCUPACIONAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção, Campus de Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. William Rodrigues dos Santos

JANDAIA DO SUL

2018

Santos, Larissa Batista dos
S237s Simulação de eventos discretos: aplicação em uma empresa de serviço em
saúde e segurança ocupacional. / Larissa Batista dos Santos. – Jandaia do
Sul, 2018.
81 f.

Orientador: Prof. Dr. William Rodrigues dos Santos
Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação) – Universidade Federal
do Paraná. Campus Jandaia do Sul. Curso de Graduação em Engenharia de
Produção.

1. Simulação de eventos discretos. 2. *FlexSim*. II. Título. III.
Universidade Federal do Paraná.

CDD: 658.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PARECER Nº PARECER 004/2019/UFPR/R/JA
PROCESSO Nº 23075.003911/2019-39
INTERESSADO: WILLIAM RODRIGUES DOS SANTOS

TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título: SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS: APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA DE SERVIÇO EM SAÚDE E SEGURANÇA OCUPACIONAL

Autor(a): LARISSA BATISTA DOS SANTOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau no curso de Engenharia de Produção, aprovado pela seguinte banca examinadora.

- Jair da Silva
- Juliana Verga Shirabayashi
- William Rodrigues dos Santos

Jandaia do Sul, 12 de dezembro de 2018.



Documento assinado eletronicamente por **WILLIAM RODRIGUES DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 29/01/2019, às 08:32, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **JULIANA VERGA SHIRABAYASHI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 29/01/2019, às 08:43, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **JAIR DA SILVA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 29/01/2019, às 08:51, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **1532005** e o código CRC **17DC533A**.

À minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida e, aos meus amigos, pelo incentivo e apoio constantes.

AGRADECIMENTOS

A esta Universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a mim as melhores condições possíveis de estudo e formação.

Ao meu orientador pelo suporte, pelas suas correções e incentivos.

Aos meus pais e meus irmãos, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos meus amigos que estiveram comigo nos melhores e piores momentos e me deram o incentivo para eu nunca desistir.

A equipe da SESSMA pela oportunidade de aplicar meu estudo e agradeço também a disposição que sempre tiveram comigo e com a minha pesquisa, e pelo tempo despendido para me ajudar na coleta de dados.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

Que todos os nossos esforços
estejam sempre focados no desafio à
impossibilidade. Todas as grandes
conquistas humanas vieram daquilo que
parecia impossível. (Charles Chaplin)

RESUMO

Com a evolução dos *softwares*, a simulação se tornou uma ferramenta de uso mais acessível. Considerando que a simulação de eventos discretos ajuda na tomada de decisões permitindo que soluções sejam avaliadas antes de serem implantadas, através de modelos condizentes com a realidade, é possível dizer que há contribuição para redução de tempo e custos em novas soluções. Sendo assim, o presente trabalho busca, a partir da aplicação da simulação computacional de um sistema discreto em uma pequena empresa de saúde e segurança ocupacional utilizando o *software FlexSim*, responder o seguinte questionamento: “Qual a contribuição dos resultados da simulação para essa empresa?”. Através das ferramentas *FlexSim*, *ExpertFit* e planilhas eletrônicas foi possível avaliar cenários diferentes buscando qual a melhor configuração para o sistema de atendimento proposto atualmente pela empresa. A simulação traz dados significativos para alteração de aspectos do sistema que podem ser melhorados. Essa aproximação da realidade que a simulação traz, permitirá análise da gestão da empresa no processo de melhoria de seus serviços.

Palavras-chave: Simulação de eventos discretos. *FlexSim*.

ABSTRACT

With the evolution of softwares, the simulation has become a more accessible use tool. Considering that the simulation of discrete events helps in making decisions allowing solutions to be evaluated before they are implemented, through models consistent with reality, it is possible to say that there is a contribution to reducing time and costs in new Solutions. Thus, the present work seeks, based on the application of computational simulation of a discrete system in a small occupational health and safety company using Flexsim software, to answer the following question: "What is the contribution of simulation results for that company?". Through the Flexsim, Expertfit and spreadsheets tools, it was possible to evaluate different scenarios seeking the best configuration for the service system currently proposed by the company. The simulation brings significant data to change system aspects that can be improved. This approximation of the reality that the simulation brings, will allow analysis of the management of the company in the process of improving its services.

Keywords: Simulation of discrete events. FlexSim.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ETAPAS DO TRABALHO	18
FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO DE MODELO NO <i>SOFTWARE FLEXSIM</i>	22
FIGURA 3 - ENQUADRAMENTO DA PESQUISA	25
FIGURA 4 - METODOLOGIA DE SIMULAÇÃO	27
FIGURA 5 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO	31
FIGURA 6 - AVALIAÇÃO DOS SCORES DO PROCESSO RECEPÇÃO	37
GRÁFICO 7 - COMPARAÇÃO CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO RECEPÇÃO	38
FIGURA 8 - AVALIAÇÃO DOS SCORES DO PROCESSO PRÉ-CONSULTA	40
FIGURA 9 - AVALIAÇÃO DOS SCORES DO PROCESSO CONSULTA 1	43
FIGURA 10 - AVALIAÇÃO DOS SCORES DO PROCESSO CONSULTA 2	46
FIGURA 11 - LAYOUT PROPOSTO PARA SIMULAÇÃO 1	55
FIGURA 12 - LAYOUT PROPOSTO PARA SIMULAÇÃO 1 COM SEPARAÇÃO DE ESPERAS	56
FIGURA 13 - LAYOUT PROPOSTO PARA SIMULAÇÃO 2	57
FIGURA 14 - TEMPO DE PERMANÊNCIA DOS PROCESSOS NO CENÁRIO 1	59
FIGURA 15 - TEMPO DE PERMANÊNCIA DAS ESPERAS NO CENÁRIO 1	60
FIGURA 16 - TEMPO DE PERMANÊNCIA DOS PROCESSOS NO CENÁRIO 2	60
FIGURA 17 - TEMPO DE PERMANÊNCIA DAS ESPERAS NO CENÁRIO 2	61
FIGURA 18 - TEMPO DE PERMANÊNCIA DOS PROCESSOS NO CENÁRIO 3	61
FIGURA 19 - TEMPO DE PERMANÊNCIA DAS ESPERAS NO CENÁRIO 3	61
FIGURA 20 - TEMPO DE PERMANÊNCIA DOS PROCESSOS NO CENÁRIO 4	62
FIGURA 21 - TEMPO DE PERMANÊNCIA DAS ESPERAS NO CENÁRIO 4	62

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - BOX-PLOT DO PROCESSO CHEGADA	34
GRÁFICO 2 - CURVA DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO CHEGADA.....	34
GRÁFICO 3 - BOX-PLOT DO PROCESSO RECEPÇÃO	36
GRÁFICO 4 - BOX-PLOT DO PROCESSO PRÉ-CONSULTA	39
GRÁFICO 5 - COMPARAÇÃO CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO PRÉ-CONSULTA.....	41
GRÁFICO 6 - BOX-PLOT DO PROCESSO CONSULTA 1.....	42
GRÁFICO 7 - COMPARAÇÃO CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO CONSULTA 1.....	44
GRÁFICO 8 - BOX-PLOT DO PROCESSO CONSULTA 2.....	45
GRÁFICO 9 - COMPARAÇÃO CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO CONSULTA 2.....	47
GRÁFICO 10 - BOX-PLOT DO PROCESSO AUDIOMETRIA	48
GRÁFICO 11 - CURVA DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO AUDIOMETRIA.....	49
GRÁFICO 12 - BOX-PLOT DO PROCESSO LABORATÓRIO	50
GRÁFICO 13 - CURVA DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO LABORATÓRIO.....	51
GRÁFICO 14 - CURVA DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO AUXÍLIO DIAGNÓSTICO	52
GRÁFICO 15 - CURVA DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO RETIRADA DA ASO.....	54
GRÁFICO 16 - BOX-PLOT ANOVA	65

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - RESUMO CARACTERÍSTICAS DE UMA SIMULAÇÃO	21
--	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO DE CHEGADA.....	33
TABELA 2 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO RECEPÇÃO	35
TABELA 3 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO PRÉ-CONSULTA	39
TABELA 4 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO CONSULTA 1	42
TABELA 5 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO CONSULTA 2.....	45
TABELA 6 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO AUDIOMETRIA	48
TABELA 7 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO LABORATÓRIO	50
TABELA 8 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO LABORATÓRIO	52
TABELA 9 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO RETIRADA DO ATESTADO DE SAÚDE OCUPACIONAL.....	53
TABELA 10 - TAXA DE ATENDIMENTO DOS CENÁRIOS.....	64
TABELA 11 - TESTE ANOVA	64

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo geral	16
1.1.2 Objetivos específicos.....	17
1.2 JUSTIFICATIVA	17
1.3 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL	19
2.1.1 Características de um modelo de simulação.....	20
2.1.2 Simulação de eventos discretos: vantagens e desvantagens	21
2.1.3 Aplicações da simulação de eventos discretos	23
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	25
3.1 ENQUADRAMENTO DA PESQUISA	25
3.1.1 Abordagem metodológica.....	26
3.1.2 Fase de concepção	27
3.1.3 Fase de implementação	28
3.1.4 Fase de análise	28
3.2 FERRAMENTA DE COLETA DE DADOS	28
3.3 FERRAMENTA DE ANÁLISE DE DADOS	29
3.4 DESCRIÇÃO DO CASO.....	29
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	31
4.1 FASE DE CONCEPÇÃO	31
4.1.1 Chegada.....	32
4.1.2 Recepção	35
4.1.3 Pré-consulta	38
4.1.4 Consulta 1	41
4.1.5 Consulta 2	44
4.1.6 Audiometria	47
4.1.7 Laboratório	49
4.1.8 Auxílio diagnóstico	51
4.1.9 Retirada do Atestado de Saúde Ocupacional (ASO).....	53
4.2 FASE DE IMPLEMENTAÇÃO	54

4.3 FASE DE ANÁLISE	58
4.3.1 Tempo de permanência.....	59
4.3.2 Taxa de utilização	62
4.3.3 Taxa de atendimento.....	63
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	67
REFERÊNCIAS.....	68
APÊNDICE A – TEMPOS COLETADOS.....	69
ANEXO 1 – TABELA DE COMPARAÇÃO PARA ESCOLHA DE SOFTWARE.....	78

1 INTRODUÇÃO

O uso de ferramentas que contribuam para inovação sem grandes custos é importante para manter a competitividade e diferencial nos produtos ou serviços de empresas.

Uma ferramenta de ajuda nesse aspecto é a simulação de eventos discretos. Essa é uma ferramenta que auxilia nas tomadas de decisão respondendo a perguntas do tipo “O que ocorre se?”, permitindo a avaliação de soluções antes de mudanças serem implantadas (CHWIF e MEDINA, 2015).

A evolução da simulação computacional sempre esteve diretamente relacionada a evolução de *hardware* e *software* e, atualmente com os *softwares* da última geração, é poupado grande parte do tempo e esforço no projeto de simulação e valoriza-se mais a atividade de análise dos resultados, o que contribui para viabilidade da utilização prática nas empresas. (MARTINS, 2014)

Além de minimizar tempo e custos, a simulação pode representar a variabilidade, a interconectividade e a complexidade de um determinado sistema, aspectos que são complexos de se predizer levando em conta o desempenho dos sistemas que estão sempre sujeitos aos mesmos, favorecendo a necessidade do uso dessa ferramenta em pequenas e médias empresas. (MARTINS, 2014)

Dessa forma, o presente trabalho busca apresentar os resultados da aplicação da simulação computacional de eventos discretos em uma empresa de serviços em saúde e segurança ocupacional, utilizando o *software FlexSim*, e responder a seguinte questão: “Quais as contribuições que a simulação de eventos discretos pode trazer para o processo de atendimento de uma empresa de saúde e segurança ocupacional?”.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Elaborar um modelo de simulação de eventos discretos, utilizando o *software FlexSim*, para analisar o processo de atendimento de uma de empresa de saúde e segurança ocupacional.

1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) Coletar dados referente às atividades do processo de atendimento da empresa;
- b) Realizar a modelagem sistêmica do processo de atendimento;
- c) Analisar estatisticamente os dados coletados;
- d) Construir modelo de simulação da situação atual da empresa no *software FlexSim*;
- e) Elaborar propostas de melhorias com base nos critérios criados para análise.

1.2 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho visa apresentar as contribuições da simulação computacional tendo como objeto de estudo o sistema de uma pequena empresa de serviços. Através desse estudo pretende-se ressaltar o importante papel da simulação para a análise de sistemas de serviços em *softwares* de simulação que são pouco usados como objeto de pesquisa, quando comparado com sistemas de manufatura.

Em uma ótica pessoal e profissional, o presente trabalho contribuirá para experiência da autora por se tratar da prática como futura profissional na área, possibilitando o desenvolvimento de habilidades em programação e análise e proposta de soluções para diferentes cenários.

1.3 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Esta monografia foi estruturada em 5 capítulos, conforme apresentado na FIGURA 1:

Capítulo 1: Introduce os assuntos que serão abordados no presente do trabalho, além de expor os objetivos geral e específicos e justificar o intuito da pesquisa.

Capítulo 2: expõem o referencial teórico, trazendo conceitos referentes à simulação computacional e suas características, simulação de eventos discretos e

suas vantagens e desvantagens, escolha do *software* de simulação e finaliza com a síntese sobre as aplicações da simulação computacional.

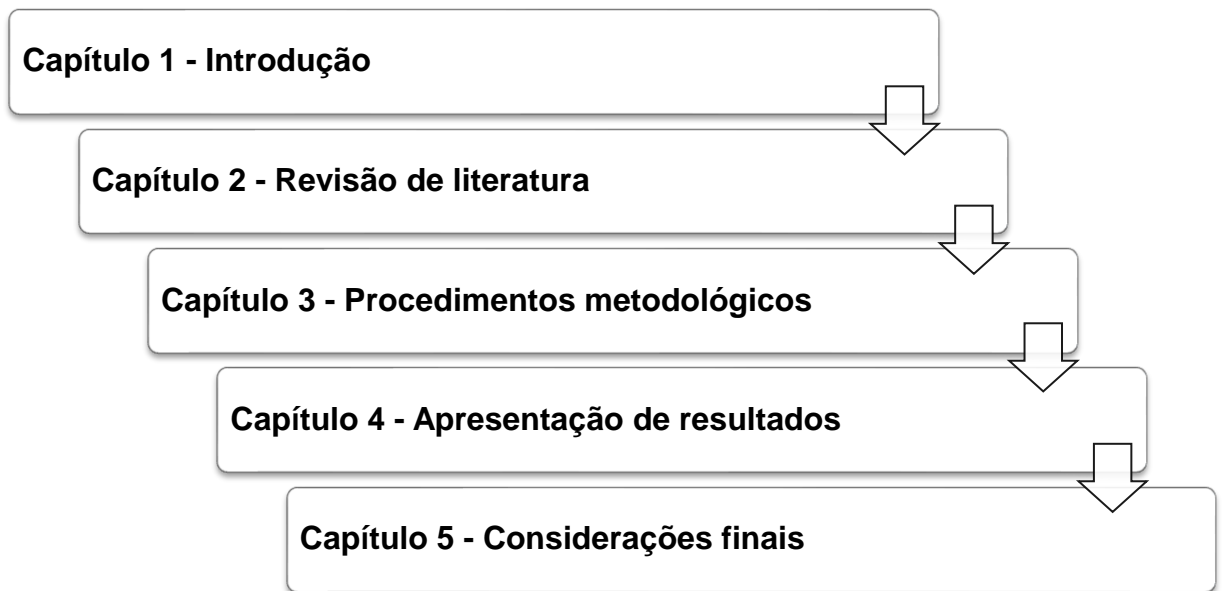
Capítulo 3: revelam os procedimentos metodológicos, iniciando com o enquadramento metodológico da pesquisa, seguido pela abordagem metodológica da modelagem e simulação, especificação dos métodos de coleta e análise dos dados e, por fim, a descrição do caso.

Capítulo 4: apresenta os resultados apresentados e suas análises.

Capítulo 5: traz um resumo dos principais resultados encontrados seguido pelas limitações desta pesquisa assim como a sugestão de trabalhos futuros.

A FIGURA 1 apresenta as etapas deste trabalho.

FIGURA 1 - ETAPAS DO TRABALHO



FONTE: A autora (2018).

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esse capítulo busca contextualizar os assuntos pertinentes ao desenvolvimento dessa pesquisa.

2.1 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Simulação computacional, segundo Chwif e Medina (2015), é aquela que necessita de um computador para ser realizada e tem como intuito o auxílio na previsão do comportamento de um sistema baseado em dados específicos de entrada juntamente com algumas premissas estabelecidas. Além disso, os modelos de simulação têm o objetivo de selecionar a melhor alternativa para um sistema complexo dentre os cenários bem definidos a partir do cenário atual. (HARRELL E HICKS, 1998)

Segundo Chwif e Medina (2015), um modelo de simulação ainda pode ser definido como uma representação simplificada das diversas relações entre as partes de um sistema. Sendo assim, a representação é estudada sob condições controladas em que poderão ser feitos experimentos de diversas situações sem que haja grandes riscos ou custos elevados.

As aplicações para a simulação são diversas. Dentre alguns problemas que podem ser resolvidos com essa ferramenta estão: (LAW E KELTON, 1991; FREITAS, 2008)

- a) Projetar e analisar sistemas de manufatura;
- b) Avaliar projetos para áreas de serviços como hospitais, aeroportos e portos;
- c) Analisar economicamente os sistemas;
- d) Analisar sistemas de transporte e estocagem.

Para Harrell e Hicks (1998), um modelador precisa traduzir o sistema real com simplificação de modo a representar as interações existentes no mesmo. Simplificações essas que guiam o modelador a encarar três tipos de modelos:

- a) Modelo das operações em detalhe com objetivo de capturar as atuais causas e efeitos das relações no sistema;

- b) Modelo das operações sem muitos detalhes com foco em capturar apenas algumas interações;
- c) Expressar a presença das operações através de um modelo matemático ou distribuição de probabilidade.

A decisão de qual modelo e qual o nível de detalhe necessário deve ser baseada em quais particularidades serão significantes para as estatísticas das saídas de dados e quais operações são relevantes para responder as perguntas da simulação.

Normalmente, os projetos em que são utilizados a simulação demandam muito tempo e são caros para serem implantados e analisados fisicamente, além de limitações no número de cenários possíveis. (HARRELL E HICKS, 1998).

2.1.1 Características de um modelo de simulação

Considerando que a simulação é uma representação simplificada de um sistema real por meio de um modelo, para melhor entendimento sobre o presente trabalho faz-se necessário a classificação do trabalho em relação ao sistema, modelo e simulação retratados. (PEREIRA, 2000)

Um sistema de simulação pode ser contínuo, isto é, as variáveis envolvidas no sistema mudam continuamente no tempo, ou pode ser discreto, em que as variáveis assumem valores finitos ou infinitos numeráveis. (PEREIRA, 2000)

Já o modelo pode assumir a característica determinística, em que as variáveis possuem valores determinados, ou estocástica em que as variáveis assumem valores correspondentes a uma determinada distribuição de probabilidade. O modelo ainda pode ser estático, considerando o estudo de um sistema que não leva em conta a variação com o tempo, ou dinâmico, sendo a representação de um sistema a qualquer tempo. (PEREIRA, 2000)

Ainda há a classificação em relação a simulação, podendo ser terminante, em que se estuda um sistema em um determinado intervalo de tempo, ou pode ser não terminante, que é a característica de uma simulação onde existe o interesse em estudar um sistema quando o mesmo atinge um estado estável (PEREIRA, 2000).

No QUADRO 1 apresenta-se um resumo das características de um modelo de simulação.

QUADRO 1 - RESUMO CARACTERÍSTICAS DE UMA SIMULAÇÃO

SISTEMA	MODELO	SIMULAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Discreto; • Contínuo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinístico; • Estocástico; • Estático; • Dinâmico; 	<ul style="list-style-type: none"> • Terminante; • Não terminante.

FONTE: A autora (2018).

2.1.2 Simulação de eventos discretos: vantagens e desvantagens

Com a evolução da simulação, os simuladores vêm ganhando espaço por conta de uma interface mais familiar ao usuário, tornando a simulação mais visual e menos textual, possibilitando que analistas das mais diversas áreas busquem por soluções de problemas diários. (CHWIF E MEDINA, 2015)

Além da acessibilidade e facilidade obtida através dos simuladores, mais vantagens podem ser observadas com o uso dessa ferramenta, por exemplo, em comparação com outros modelos analíticos, a simulação não necessita de um número grande de simplificações para possibilitar o tratamento matemático, permitindo inúmeras análises de diversas medidas de desempenho. (FREITAS, 2008)

Ainda segundo Freitas (2008), os modelos permitem avaliações de novas políticas e procedimentos operacionais, fluxos de informações etc., sem que haja intervenções no sistema real. Com a simulação ainda é possível analisar vários cenários e hipóteses em qualquer tempo, podendo expandi-lo ou comprimi-lo.

A simulação permite ainda a fácil identificação de “gargalos” nos mais diversos sistemas e a melhor compreensão das variáveis relacionadas a performance e suas interações. Além disso, é uma ferramenta recomendada para estudar e explorar possíveis eventos futuros dentro de um sistema. (FREITAS, 2008)

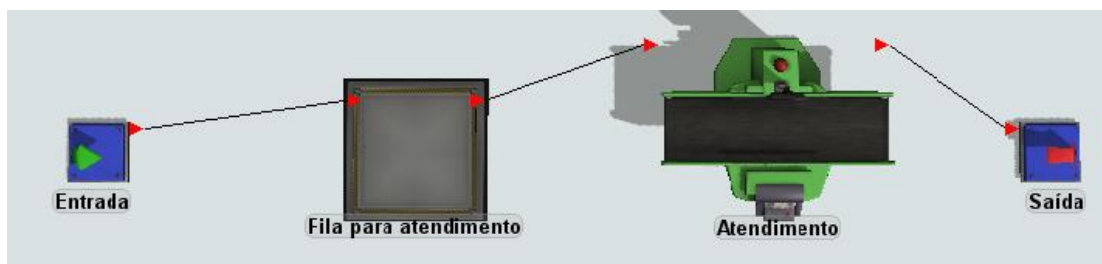
São muitas as vantagens apresentadas, no entanto algumas restrições também são realidade para as simulações. Exemplo disso é a necessidade de treinamento especial e a aquisição de experiência, por isso as simulações feitas podem ser distintas considerando indivíduos diferentes.

Outra desvantagem é que os resultados podem ser bastante complexos para interpretação, sendo que a simplificação na modelagem pode acarretar em resultados pouco ricos. Além disso, os modelos de simulação podem consumir muitos recursos como o tempo. (FREITAS, 2008)

Dada a análise de vantagens e desvantagens da simulação, é importante também verificar mais detalhadamente os simuladores existentes para a modelagem e simulação dos problemas.

Com o uso dos simuladores, a confecção dos modelos ficou simplificada para o usuário através de uma interface mais interativa em que um modelo é construído com elementos básicos que são interligados seguindo um fluxo lógico. A FIGURA 2 mostra a aparência do *software FlexSim* mostrando uma chegada, uma fila, um processo e uma saída.

FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO DE MODELO NO SOFTWARE FLEXSIM



FONTE: A autora (2018).

Segundo Chwif e Medina (2015), alguns pontos devem ser levados em consideração na escolha do *software* mais adequado, entre eles a animação gráfica que tem três categorias: os *softwares* sem animação ou também chamados de *softwares* textuais, os bidimensionais (2D) e os tridimensionais (3D). Pode-se dizer que o primeiro está em extinção e os mais utilizados atualmente são os *softwares* bidimensionais e tridimensionais.

Além da animação gráfica, outras características podem ser consideradas importantes como *softwares* de preços acessíveis, de companhias com renome, problemas técnicos mínimos, e de fácil utilização.

Outro critério para seleção do melhor *software* são os módulos incorporados no mesmo, podendo ser módulos de *run time* em que as rodadas de simulações e seus resultados podem ser visualizadas sem a necessidade da instalação do *software* completo, por exemplo.

Além desse módulo, ainda existem os módulos de análise de dados de entrada e de análise estatística dos resultados responsáveis por fazer os ajustes de curvas dos dados de entrada para a melhor curva de probabilidade, geração de intervalo de confiança etc. Há também o módulo de otimização, em que, fornecendo os parâmetros de entrada necessários, diferentes cenários podem ser testados a fim de descobrir qual é o melhor e, a integração com outros *softwares* e a capacidade de geração de arquivos multimídia também podem ser critérios importantes na escolha do *software* de simulação.

Algumas outras facilidades podem favorecer na escolha do *software* em relação a construção de modelos como a capacidade de construção de *templates*, capacidade de integração de modelos e capacidade de modelagem por objetos, facilitando a construção de modelos novos usando modelos antigos.

Por fim, Chwif e Medina (2015) elencam critérios para a escolha de um *software* no âmbito de suporte e documentação, em que são fundamentais boa documentação de manual, sites úteis e atualizados, treinamento e conferência de usuários.

Além disso, trazem uma tabela de comparação para auxiliar na triagem do *software* de simulação mais apropriado conforme o ANEXO 1.

Para o presente trabalho, o *software* selecionado para as simulações foi o *software FlexSim*, que foi lançado em 2003, e pode ser classificado como um *software* tridimensional e traz recursos apontados por Chwif e Medina (2015) como critérios importantes para a escolha do *software* de simulação, como a presença de módulos integrados para análise de dados de entrada e estatística dos resultados, módulo de otimização, integração com outros *softwares*, capacidade de modelagem hierárquica e sites úteis e atualizados.

2.1.3 Aplicações da simulação de eventos discretos

Os modelos de simulação podem ser classificados de variadas maneiras de acordo com a aplicação desejada. Logo, de acordo com Freitas (2008), existem modelos voltados à previsões baseadas em suposições sobre o cenário atual e cenário futuro.

Existem também os modelos voltados à investigação e os voltados à comparação que possui duas subclassificações em modelos específicos, que

estudam situações pontuais a fim de extrair dados para auxiliar nas tomadas de decisão, ou modelos genéricos que são desenvolvidos para serem utilizados por longos períodos. (FREITAS, 2008)

Segundo Freitas (2008), são vários os sistemas que podem ser modelados e simulados, por exemplo, os sistemas de produção que envolvem manufatura e linhas de montagem, sistemas de movimentação e armazenagem de materiais, alocação de mão de obra, programação da produção etc., que de acordo com Chwif e Medina (2015), é o segundo maior campo de aplicação da simulação.

Além das aplicações acima, há também o uso da simulação para sistemas de transporte e estocagem, sistemas computacionais, como redes de comunicação e gerenciadores de bases de dados. (FREITAS, 2008)

Como foco do presente trabalho e também uma aplicação da modelagem e simulação é a área de serviços, que envolve, por exemplo, bancos, centrais de atendimentos e hospitais. Essa última área é um segmento que vem sendo frequentemente estudada através da simulação para verificação do comportamento dos processos, testes de novas políticas e fluxo de informações. (CHWIF e MEDINA, 2015)

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse capítulo busca descrever as características dessa pesquisa bem como as etapas que serão executadas para obtenção dos objetivos descritos no capítulo 1.

3.1 ENQUADRAMENTO DA PESQUISA

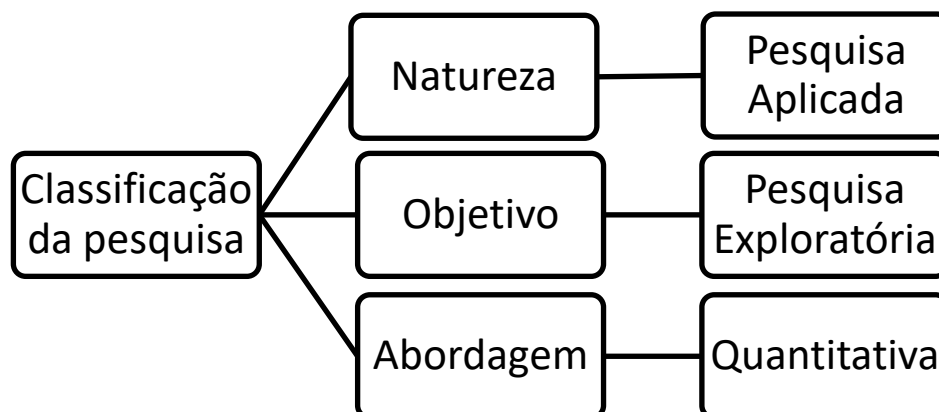
A natureza desta pesquisa pode ser classificada como Pesquisa Aplicada uma vez que se tem o intuito de gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos. (SILVA E MENEZES, 2005)

Ainda conforme Silva e Menezes (2005), quanto aos objetivos, o trabalho se encaixa como Pesquisa Exploratória, pois propõe-se uma maior familiaridade com o problema visto de diferentes ângulos de modo que seja possível torná-lo explícito ou construir hipóteses. Esse tipo de pesquisa envolve a análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Já quanto a abordagem, a presente pesquisa segue a abordagem quantitativa que é marcada pelo ato de mensurar as variáveis de pesquisa. Nessa abordagem, segundo Silva e Menezes (2005), a interpretação e atribuição de significados aos fenômenos é básica, em que os processos e seu significado são os focos da abordagem.

A figura X resume o enquadramento da pesquisa.

FIGURA 3 - ENQUADRAMENTO DA PESQUISA



FONTE: A autora (2018).

3.1.1 Abordagem metodológica

A metodologia usada para alcançar os objetivos do presente trabalho é a Simulação de Dados. Essa metodologia envolve, genericamente, quatro aspectos (MIGUEL, 2012):

1. Formulação (modelagem): são definidas as variáveis de interesse do problema real juntamente com suas reações causais;
2. Dedução (análise): é a resolução do modelo através da aplicação de técnicas para gerar as conclusões ou decisões sugeridas pela modelagem;
3. Interpretação (inferência): é a discussão dos resultados da dedução para verificação se esses são significativos para inferência no problema real;
4. Avaliação (julgamento): qualificação da inferência de modo a identificar se a mesma é adequada com o problema real.

Para Chwif e Medina (2015), esse tipo de metodologia é composto por três grandes etapas a concepção ou formulação do modelo, implementação do modelo e análise dos resultados.

A etapa de concepção do modelo deve ser feita a partir do completo entendimento do sistema a ser simulado e seus objetivos. Em outras palavras, é nessa fase que o escopo do modelo, suas hipóteses e nível de detalhamento são definidos. Além disso, a coleta de dados é realizada nesse ponto do modelo a fim de obter os dados de entrada, e é extrema importância que os dados recolhidos sejam adequados sempre levando em consideração que o modelo deve conduzir a coleta de dados e não o contrário. (CHWIF e MEDINA, 2015)

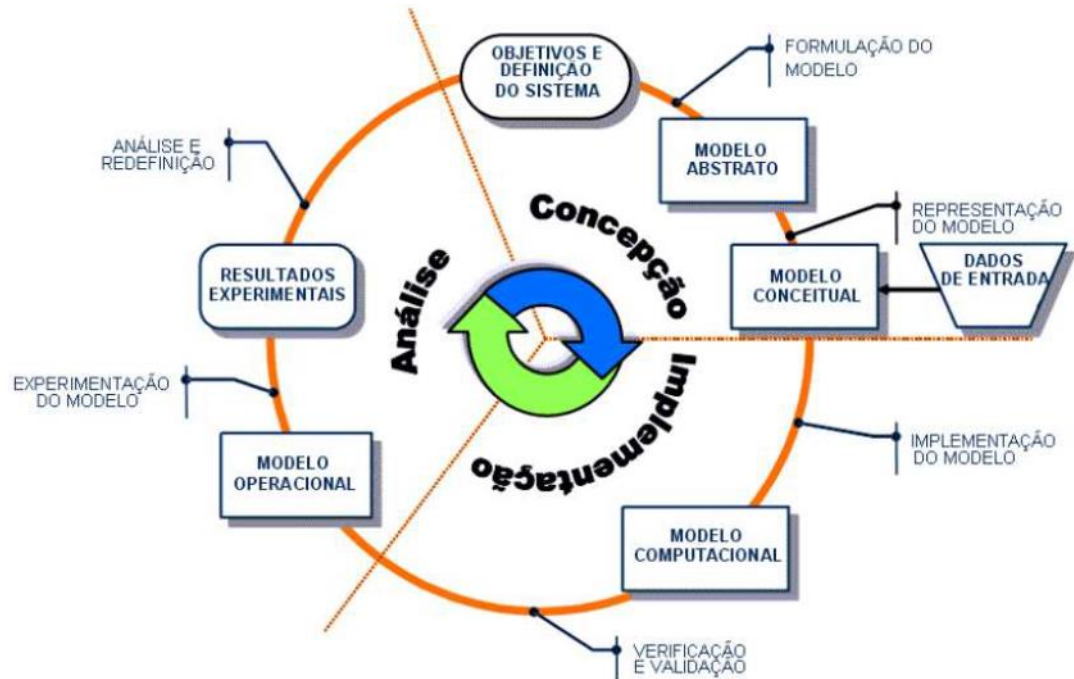
Na segunda etapa, de implementação do modelo, a concepção do modelo é convertida em modelo computacional, utilizando-se de alguma linguagem de programação ou um simulador. É importante, nessa etapa, a comparação entre o modelo conceitual e o modelo computacional para fazer a avaliação se o modelo está de acordo com o estabelecido na concepção e se estão adequados com a realidade. (CHWIF e MEDINA, 2015)

Na terceira etapa, de análise dos resultados, o modelo computacional dá origem ao modelo operacional ou experimental, e é nessa fase que acontece a

criação e análise de diversos cenários. Caso haja necessidade, o modelo pode ser alterado e o ciclo é reiniciado. (CHWIF e MEDINA, 2015)

As etapas acima descritas não devem ser vistas linearmente, por conta das diversas iterações existentes em um processo que pode exigir realimentações conforme o entendimento sobre o problema real muda.

FIGURA 4 - METODOLOGIA DE SIMULAÇÃO



FONTE: Chwif e Medina, 2015.

A seguir serão apresentadas as demais características envolvendo a metodologia de modelagem e simulação.

3.1.2 Fase de concepção

Nesta fase pretende-se definir as variáveis de interesse em conjunto com suas reações causais. Logo, os processos e postos de trabalho selecionados para análise neste trabalho estão diretamente ligados com as variáveis de saída desejadas.

Através dessas definições, a etapa de formulação ainda consiste na estruturação e efetiva coleta de dados seguida da representação do modelo para a formação do modelo conceitual.

3.1.3 Fase de implementação

A fase de implementação é a resolução do modelo através da aplicação de técnicas para gerar as conclusões ou decisões sugeridas pela modelagem, ou seja, é transformar o modelo conceitual em um modelo computacional.

Além disso, nessa fase ocorre a validação do modelo computacional através de comparação com o modelo conceitual, confrontando alguns resultados do modelo com os resultados esperados para a proposta e analisando se o modelo condiz com a realidade.

3.1.4 Fase de análise

A fase de análise é a fase em que o modelo computacional se encontra pronto para os experimentos e passa a ser chamado de modelo operacional, em que vários cenários podem ser criados para extrair os resultados e conclusões esperadas de acordo com os objetivos definidos.

3.2 FERRAMENTA DE COLETA DE DADOS

Dada a definição dos processos, é fundamental a limitação das variáveis de entrada considerando os resultados esperados, ou seja, as variáveis de saída. Logo, a coleta de dados será por meio de cronometragem dos tempos da chegada ao estabelecimento, e os tempos de processos da recepção, pré-consulta, consulta, e tabulação dos dados.

Para uma maior confiabilidade, segundo Vincent (1998) é necessária uma amostra entre 100 e 200 observações. Um número de amostras abaixo disso pode não ser suficiente para a caracterização correta da distribuição probabilística que corresponda aos dados de maneira confiável. Além disso, é importante que a coleta seja feita juntamente com o fluxo ordenado de processo.

Optou-se pela coleta de dados entre os dias considerados de maior movimento com um número de atendimentos mais elevado que o recorrente, seguindo a premissa de simular o pior cenário dentre os existentes.

3.3 FERRAMENTA DE ANÁLISE DE DADOS

Dando seguimento ao trabalho, após a coleta de dados, será realizada a exploração dos dados através das ferramentas da estatística descritiva extraindo as medidas de posição, como média, mediana, moda, etc, e medidas de dispersão, como variância, amplitude, coeficiente de variação, etc, e um comparativo com as observações dos processos feitas na visita para validar os dados.

Sendo que, para realização dessa análise, serão coletados dados dos tempos de processos, que posteriormente serão tratados com o *software Expertfit* para identificação de distribuições que possam reproduzir o cenário real no modelo de simulação.

Além disso, também será utilizado o módulo de análise integrado ao *software FlexSim* para a verificação dos resultados da simulação, denominado *dashboards*.

3.4 DESCRIÇÃO DO CASO

O presente trabalho foi aplicado em uma pequena empresa localizada no interior do estado de Paraná que, desde 2013, atua na área de Sistemas de Gestão e Segurança do Trabalho e presta serviços como exames admissionais, demissionais e periódicos.

Nessa empresa serão analisados os processos de atendimento a pacientes, sendo recepção, triagem, consultas com médicos, exames e esperas.

As variáveis que serão analisadas para cumprimento do objetivo do presente trabalho é a eficiência do projeto de *layout* e o planejamento da capacidade de atendimento para alterações ou ampliações a partir da análise de tempos produtivos e improdutivos.

Sendo assim, a simulação tem por objetivo analisar o cenário atual da empresa juntamente com novos cenários criados a partir do atual, buscando identificar possíveis gargalos e outros problemas no processo dos serviços prestados a fim de encontrar soluções e verificar quais os próximos passos de melhorias e capacidade da empresa.

A pesquisa se divide em duas partes, sendo que a primeira consiste em uma simulação de processos mais simples incluindo apenas os processos de recepção, triagem e dois consultórios e o tempo de chegada no estabelecimento.

A simulação 1 tem por objetivo identificar os problemas iniciais e possíveis gargalos, além de alinhar a coleta de dados e validar os dados coletados através de observações sobre como o sistema se comporta.

A segunda parte, ou simulação 2, incluiu além dos processos estudados na simulação 1, os processos de audiometria, laboratório e auxílio diagnóstico. O objetivo dessa simulação é, através da inclusão dos processos restantes, ser mais semelhante ao sistema trazendo maior complexidade a simulação com os variados possíveis caminhos que o paciente pode percorrer.

No capítulo 4 são apresentadas as análises dos resultados do presente trabalho.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

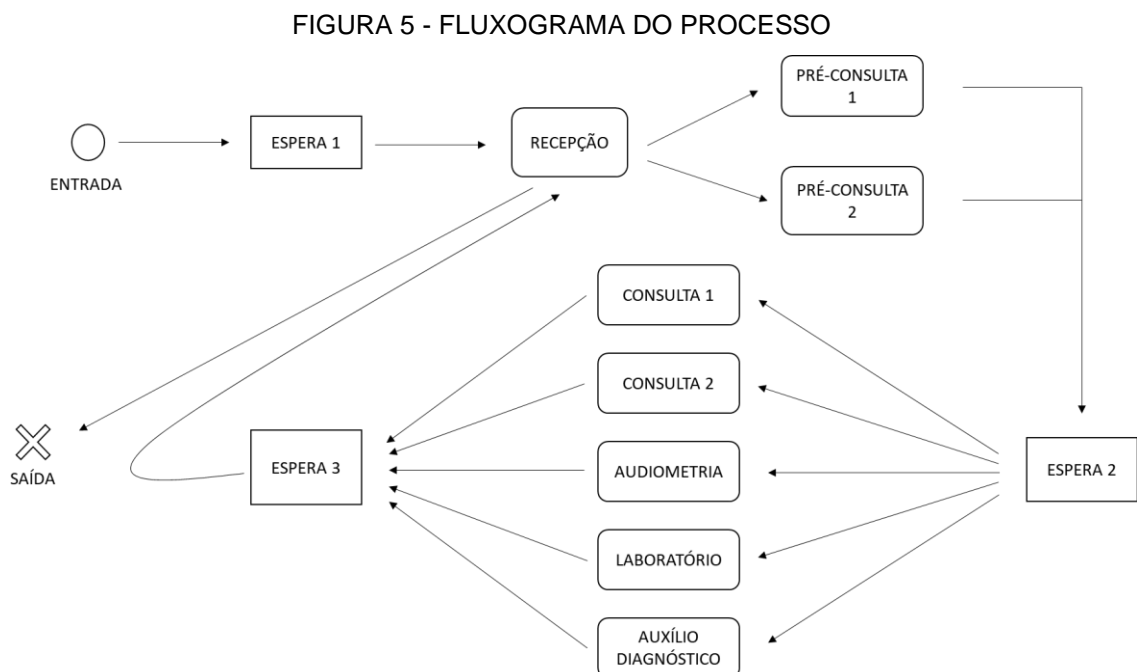
O presente capítulo apresenta os resultados das análises feitas para o cumprimento dos objetivos do trabalho, bem como suas discussões.

4.1 FASE DE CONCEPÇÃO

Inicialmente, seguindo as fases propostas na metodologia, o presente trabalho começou com a fase de concepção, com a coleta, tratamento e inferência dos dados.

A coleta de dados foi realizada entre os dias 05 a 20 de dezembro de 2017 e 03 de setembro a 15 de outubro de 2018, considerados os dias de maior volume de atendimentos, sendo um total de 392 tempos coletados. Considerando que alguns pacientes não passam por todos os processos, esse número de tempos coletados pode ser menor em alguns casos. Os dados coletados se encontram no Apêndice A deste documento.

Feita a coleta de dados, o presente trabalho seguiu para a formulação do modelo conceitual de simulação a partir da criação de um fluxograma a fim de auxiliar na visualização do processo e da lógica associada ao mesmo. O fluxograma em questão é apresentado na Figura 4.



FONTE: A autora (2018).

Como pode ser observado no fluxograma (FIGURA 5), o paciente chega no estabelecimento e vai para a espera 1, onde aguarda para ser recebido na recepção para se identificar. Logo após passar na recepção, o paciente vai para a espera 2, em que espera para ser atendido na pré-consulta.

Existem duas pré-consultas, sendo que a pré-consulta 1 funciona durante todo o período de funcionamento da empresa e a pré-consulta 2 abre para atendimento quando o número de pessoas no sistema é superior a 40 pessoas.

Após a passagem pela pré-consulta, os pacientes esperam pela consulta e demais exames na espera 3 onde podem ser direcionados para quatro possíveis processos: consulta, audiometria, laboratório e auxílio diagnóstico, podendo percorrer todos os processos, ou três ou dois ou apenas um deles.

Seguindo o processo, os pacientes passam pela recepção novamente para retirar o Atestado de Saúde Ocupacional (ASO) e se dirigem a saída.

Além da formulação do modelo conceitual, deu-se início à análise dos dados coletados com o objetivo de explorar os tempos recolhidos dos processos e fazer a inferência dos mesmos através das ferramentas de análise estatísticas feitas com o auxílio do *software ExpertFit*.

A seguir, será detalhada as características de cada um dos processos analisados.

4.1.1 Chegada

A coleta dos tempos denominada chegada é referente ao tempo entre as chegadas de pessoas até o estabelecimento. Ao todo foram coletados 392 tempos (em segundos) que tiveram as seguintes características fazendo uma breve análise de estatística descritiva apresentadas na TABELA 1.

TABELA 1 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO DE CHEGADA

Medidas de posição	Média	131,0825
	Mediana	6,35
	Moda	0
	Máximo	3600
	Mínimo	0
Medidas de dispersão	Amplitude	3600
	Desvio-padrão	303,7338
	Variância	92254,21
	Coefficiente de variância	2,31712
	Coefficiente de assimetria	5,443356

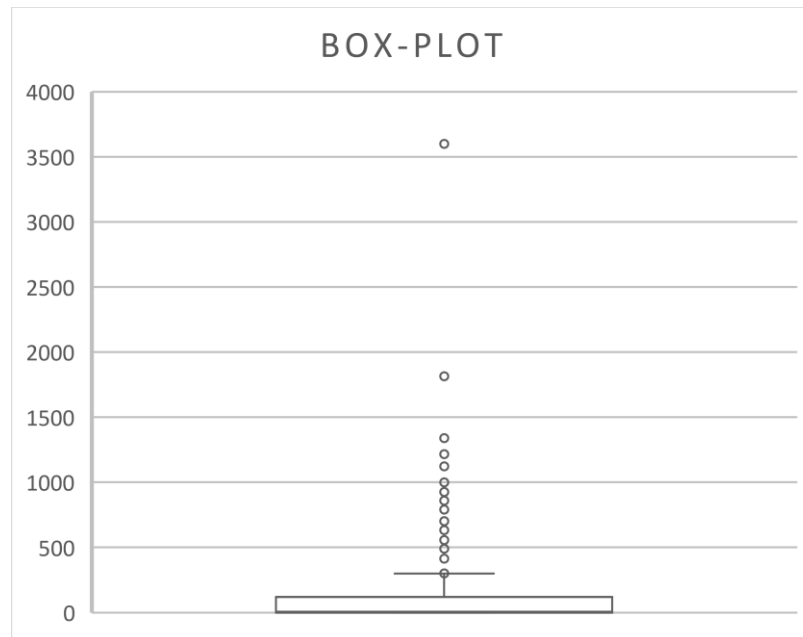
FONTE: A autora (2018).

Logo, com as medidas de posição e dispersão calculadas, pode-se notar que em uma amplitude de dados entre 0 e 3600 segundos, a média de segundos entre uma chegada e outra foi de aproximadamente 131 segundos. Além disso, a alta amplitude de dados é representada pelos valores de desvio-padrão e variância que se mostraram altos.

Outra característica que pode ser observada é o coeficiente de assimetria que teve o valor de 5,44 mostrando uma curva de distribuição com cauda maior do lado direito.

Além disso, a análise dos tempos também foi feita pelo gráfico de box-plot para também ser possível a visualização de outliers. O gráfico em questão é apresentado no Gráfico 1.

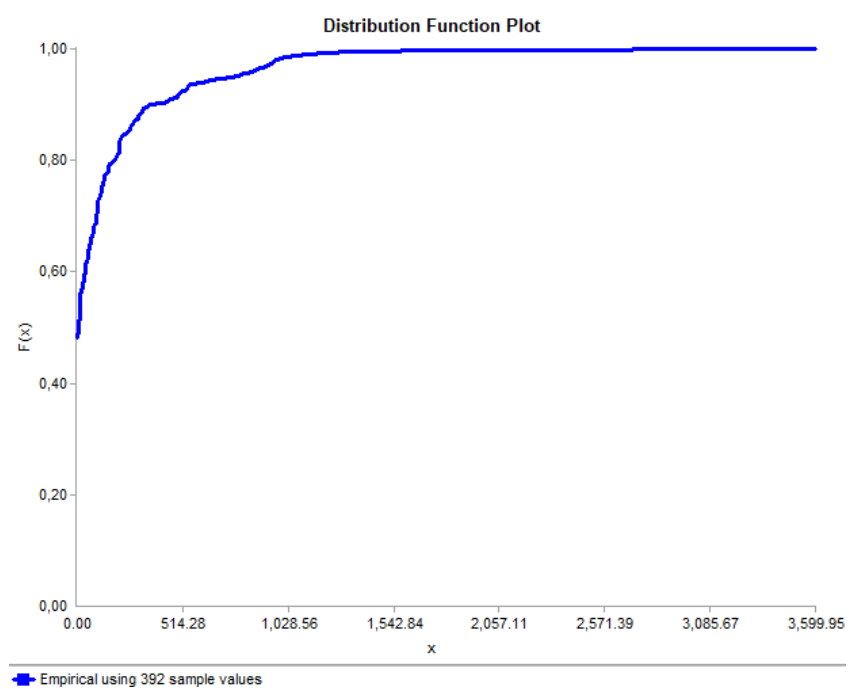
GRÁFICO 1 - BOX-PLOT DO PROCESSO CHEGADA



FONTE: A autora (2018).

Dadas as características dos tempos coletados, o software *ExpertFit* não identificou distribuições compatíveis e sugeriu o uso de uma distribuição empírica. O Gráfico 2 é a representação da curva da distribuição dos tempos de chegada ao estabelecimento.

GRÁFICO 2 - CURVA DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO CHEGADA



FONTE: A autora (2018).

Ao final do tratamento de dados, optou-se pela aplicação da distribuição empírica que melhor representa os tempos desse processo.

4.1.2 Recepção

Os dados referentes a esse posto de trabalho são tempos relacionados à atividade de recepcionar as pessoas que entram no estabelecimento. Foram coletados, ao todo, 392 tempos (em segundos) que apresentam as seguintes características segundo a análise de estatística descritiva presente na Tabela 2.

TABELA 2 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO RECEPÇÃO

Medidas de posição	Média	38,70393
	Mediana	20,09
	Moda	15,2
	Máximo	496
	Mínimo	1,03
Medidas de dispersão	Amplitude	494,97
	Desvio-padrão	53,1037
	Variância	2820,003
	Coefficiente de variância	1,372049
	Coefficiente de assimetria	4,220934

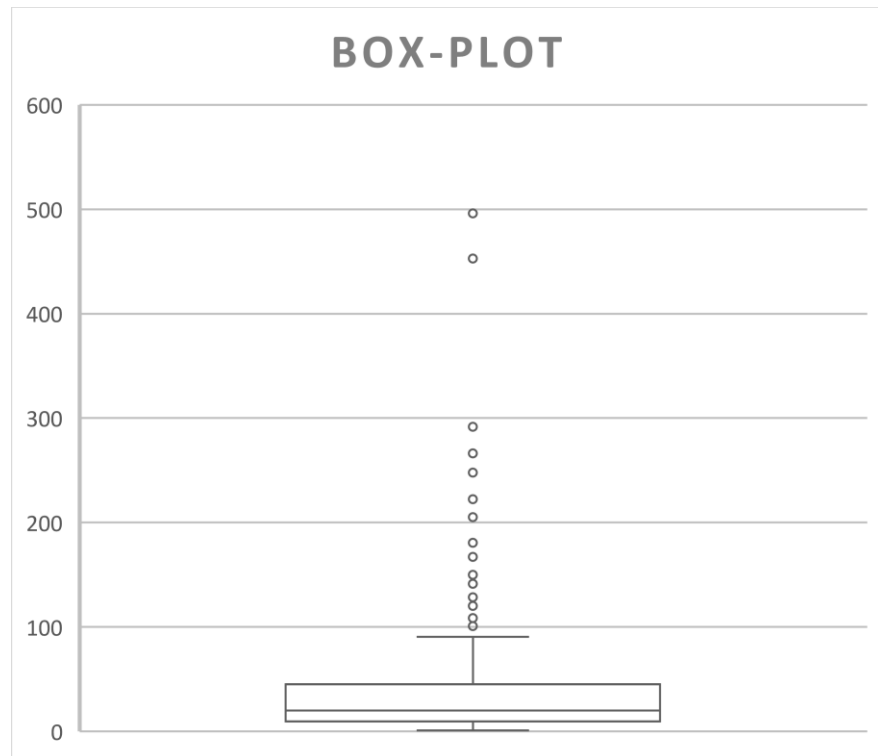
FONTE: A autora (2018).

A Tabela 2 sugere que a recepção tem um tempo médio de processamento de 38 segundos, considerando um tempo mínimo de processamento de 1,03 segundos e máximo de 496 segundos. Considerando a grande amplitude dos dados, a variância teve valor alto assim como o desvio-padrão.

Outro parâmetro medido, foi o coeficiente de assimetria com valor de aproximadamente 4,22 sugerindo uma curva com a assimetria positiva e com cauda maior para o lado direito.

Além da análise de estatística descritiva, também foi estudado o gráfico *box-plot* a fim de identificar os *outliers* da amostra. O Gráfico 3 detectou a presença de *outliers*, representadas pelos pontos fora do limite.

GRÁFICO 3 - BOX-PLOT DO PROCESSO RECEPÇÃO



FONTE: A autora (2018).

O próximo passo foi o tratamento de dados no *software ExpertFit*. Para isso, dois casos foram testados: com *outliers* e sem *outliers*, a fim de comparar as curvas de distribuições para identificar se há grandes distorções entre os dois casos.

Considerando que não houve diferenças significativas, foi escolhido manter todos os dados da amostra. Sendo assim, o *software ExpertFit* calculou as três distribuições que mais estão relacionadas com os dados, como mostra a FIGURA 6.

FIGURA 6 - AVALIAÇÃO DOS SCORES DO PROCESSO RECEPÇÃO

Relative Evaluation of Candidate Models

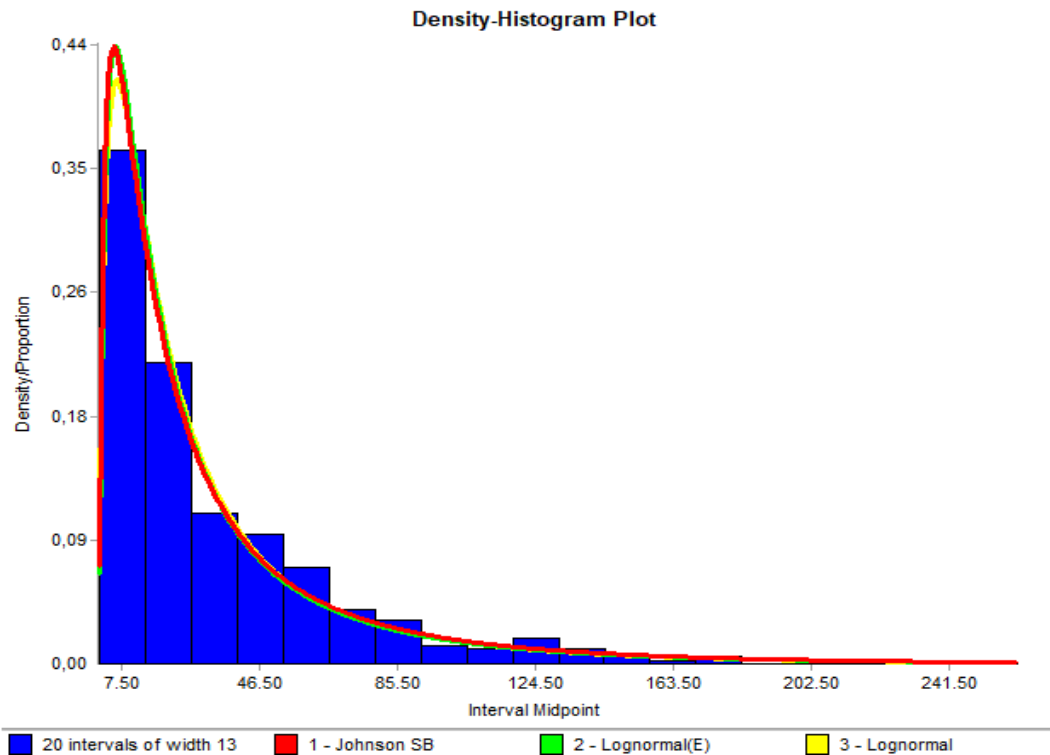
Model	Relative Score	Parameters	
1 - Johnson SB	100.00	Lower endpoint	0.56174
		Upper endpoint	919.27647
		Shape #1	3.09265
		Shape #2	0.81488
2 - Lognormal(E)	93.75	Location	0.47211
		Scale	19.94388
		Shape	1.16433
3 - Lognormal	90.00	Location	0.00000
		Scale	20.84850
		Shape	1.11366

21 models are defined with scores between 1.25 and 100.00

FONTE: A autora (2018).

A FIGURA 6 gerada pelo *software ExpertFit* mostra as três distribuições que possuem os melhores *scores* em relação aos tempos coletados para o determinado processo. Esses números representam a confiabilidade da distribuição comparada ao conjunto de dados tratados no *software*. Para além dessa análise também foi gerado um gráfico que compara as curvas das três distribuições com o histograma feito a partir dos dados, mostrado no GRÁFICO 7.

GRÁFICO 7 - COMPARAÇÃO CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO RECEPÇÃO



FONTE: A autora (2018).

Levando em conta que o GRÁFICO 6 não apresenta diferença significativa entre as distribuições, foi escolhida para o processo de recepção a distribuição Johnson SB que é representada pela curva vermelha no gráfico acima e possui o *score* no valor de 100.

4.1.3 Pré-consulta

A pré-consulta é o processo onde os pacientes passam por uma primeira triagem antes das consultas e/ou exames, e teve 364 tempos recolhidos no período de coleta de dados, o que resultou na seguinte análise de estatística descritiva apresentada na TABELA 3.

TABELA 3 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO PRÉ-CONSULTA

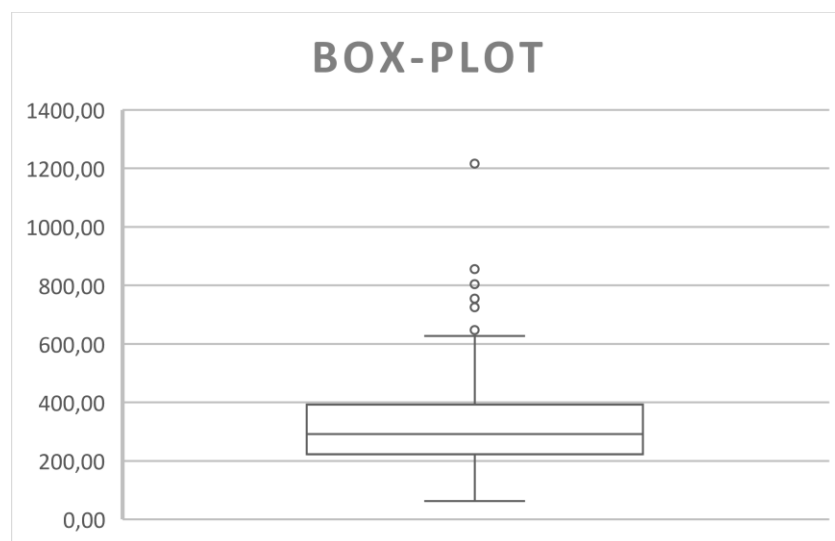
Medidas de posição	Média	323,15
	Mediana	291,90
	Moda	392,5
	Máximo	1215,9
	Mínimo	62,3
Medidas de dispersão	Amplitude	1153,6
	Desvio-padrão	140,7404
	Variância	19807,86
	Coefficiente de variância	0,435523
	Coefficiente de assimetria	1,602309

FONTE: A autora (2018).

Pode-se observar que o tempo médio de atendimento é aproximadamente 323 segundos, todavia a amplitude no valor igual a 1153,6 segundos retrata a alta dispersão dos dados. Essa constatação é reafirmada com os valores de desvio-padrão e variância altas.

Existe ainda a análise do coeficiente de assimetria e a análise do gráfico do *box-plot* GRÁFICO 4 - BOX-PLOT DO PROCESSO PRÉ-CONSULTA (GRÁFICO 4). A primeira indica que a assimetria é positiva com a curva de distribuição para o lado direito, pois o valor foi de 1,6023.

GRÁFICO 4 - BOX-PLOT DO PROCESSO PRÉ-CONSULTA



FONTE: A autora (2018).

O GRÁFICO 4 mostra a presença de *outliers* e confirma a tendência da curva assimétrica positiva. Logo, para a seguinte etapa de análise foi considerado os dados com *outliers* e sem *outliers* assim como no processo anterior de recepção.

O tratamento de dados novamente foi feito através do *software ExpertFit* que não apresentou diferença significativa nas curvas dos dados com e sem *outliers*, optou-se por utilizar os dados completos incluindo os *outliers*. Logo, as distribuições que mais se parecem com os dados em questão são apresentadas na FIGURA 8.

FIGURA 8 - AVALIAÇÃO DOS SCORES DO PROCESSO PRÉ-CONSULTA

Relative Evaluation of Candidate Models

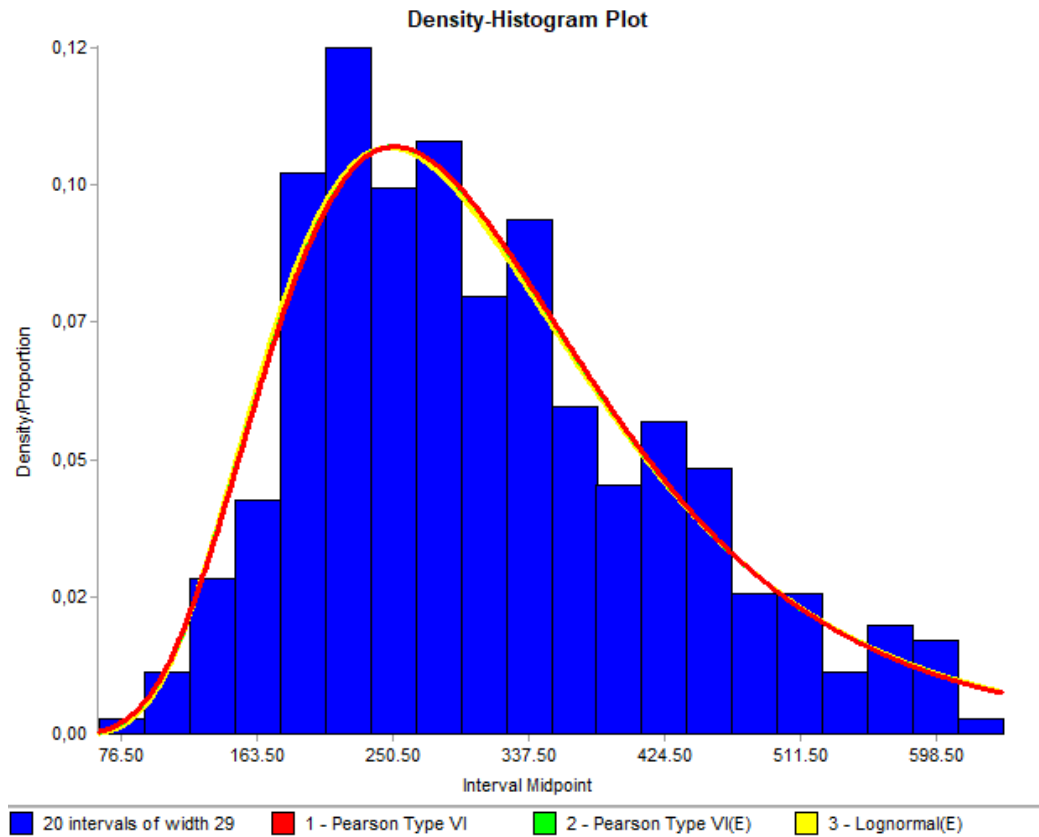
Model	Relative Score	Parameters	
1 - Pearson Type VI	94.17	Location	0.00000
		Scale	321.12786
		Shape #1	11.82745
		Shape #2	12.77431
2 - Pearson Type VI(E)	94.17	Location	2.13273
		Scale	328.11211
		Shape #1	11.49287
		Shape #2	12.76734
3 - Lognormal(E)	93.33	Location	5.59026
		Scale	290.26515
		Shape	0.42121

31 models are defined with scores between 0.00 and 94.17

FONTE: A autora (2018).

Assim como a FIGURA 8, o melhor *score* foi 94,17, ou seja, a distribuição estatística que mais se aproxima do conjunto de dados em questão é a Pearson Type VI como é apresentado no GRÁFICO 5 que compara o histograma dos dados com as curvas de distribuição estatística.

GRÁFICO 5 - COMPARAÇÃO CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO PRÉ-CONSULTA



FONTE: A autora (2018).

Partindo da interpretação do GRÁFICO 5, a distribuição escolhida para o processo de pré-consulta foi Pearson Type IV que apresentou o maior score e é representada pela curva vermelha no gráfico.

4.1.4 Consulta 1

No processo denominado “Consulta 1” os pacientes passam por uma consulta médica. Logo, os tempos desse processo estão relacionados com o atendimento do médico 1, que realizou 192 atendimentos no período de coleta de dados.

A análise de estatística descritiva é apresentada na TABELA 4.

TABELA 4 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO CONSULTA 1

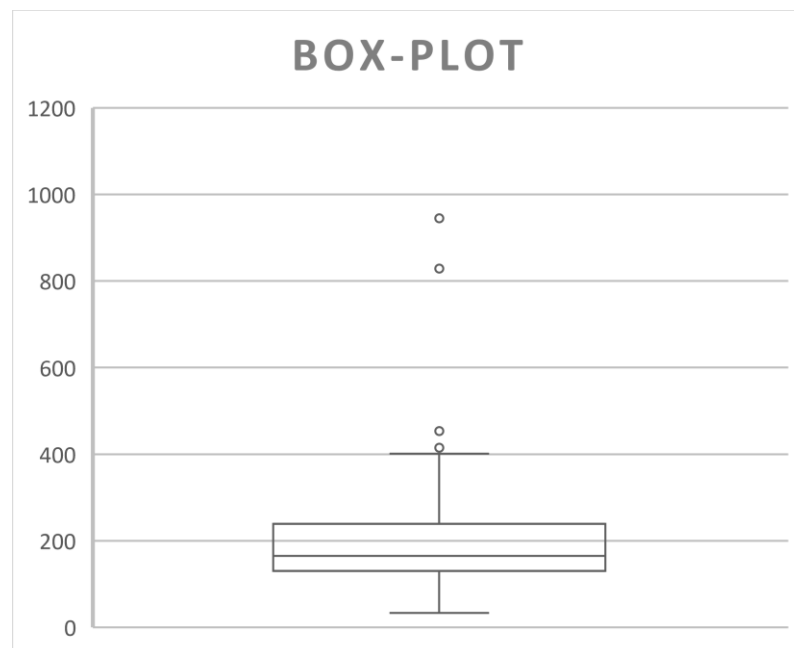
Medidas de posição	Média	200,03
	Mediana	165,25
	Moda	114,8
	Máximo	958,37
	Mínimo	33,12
Medidas de dispersão	Amplitude	925,25
	Desvio-padrão	120,6555
	Variância	14557,76
	Coefficiente de variância	0,603195
	Coefficiente de assimetria	3,519345

FONTE: A autora (2018).

O tempo médio de atendimento para o médico 1 é de 200,03 segundos. No entanto, assim como nos processos anteriores, a amplitude dos tempos se mostrou alta com a diferença de 925,25 segundos entre o tempo máximo e mínimo de atendimento. Visto isso, desvio-padrão e variância confirmam a grande amplitude com valores altos.

A análise seguinte com o gráfico de *box-plot* (GRÁFICO 6) indicou a presença de *outliers*.

GRÁFICO 6 - BOX-PLOT DO PROCESSO CONSULTA 1



FONTE: A autora (2018).

Seguindo com as análises, o tratamento de dados também foi feito pelo *software ExpertFit*, comparando os dados com e sem *outliers*. Optou-se por usar os tempos sem *outliers*, pois as distribuições detectadas pelo *software* como compatíveis tiveram avaliação indeterminada. Sendo assim, usando os tempos de processo sem *outliers*, o *software* apresentou as três distribuições com o melhor *score* como mostrado na FIGURA 9.

FIGURA 9 - AVALIAÇÃO DOS SCORES DO PROCESSO CONSULTA 1

Relative Evaluation of Candidate Models

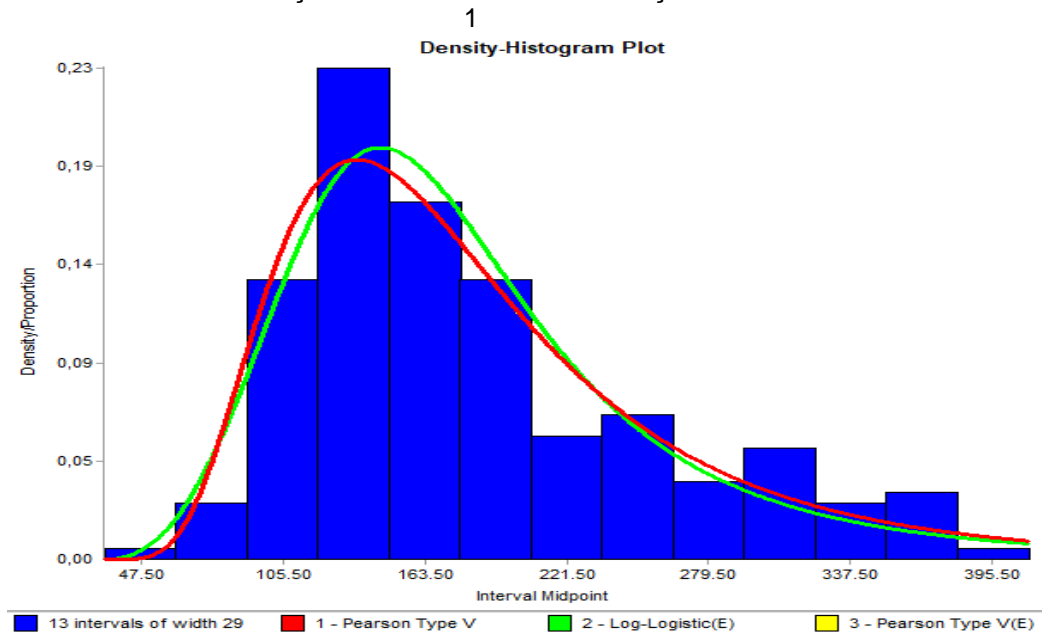
Model	Relative Score	Parameters
1 - Pearson Type V	94.17	Location 0.00000
		Scale 956.11124
		Shape 6.01810
2 - Log-Logistic(E)	93.33	Location 31.75935
		Scale 136.51748
		Shape 3.38499
3 - Pearson Type V(E)	92.50	Location 0.00924
		Scale 955.91315
		Shape 6.01728

31 models are defined with scores between 0.00 and 94.17

FONTE: A autora (2018).

A distribuição que melhor se aplica ao conjunto de dados referentes a consulta 1 foi a Pearson Type V com um *score* no valor de 94,17, indicando uma alta confiabilidade da curva da distribuição em relação aos dados, como mostra o comparativo no GRÁFICO 7.

GRÁFICO 7 - COMPARAÇÃO CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO CONSULTA



FONTE: A autora (2018).

Dada a comparação do GRÁFICO 7, a distribuição escolhida para a simulação computacional no processo denominado consulta 1 foi a Pearson Type V, por sua melhor aderência aos dados segundo o gráfico de comparação e seu score.

4.1.5 Consulta 2

A “consulta 2” é o mesmo processo de atendimento da “consulta 1”, porém com um médico diferente, por isso possui tempos de atendimento ligeiramente diferentes, assim como o número de coletas foi diferente totalizando 188 tempos na amostra.

A análise, assim como as anteriores, começou com o levantamento da análise de estatística descritiva que é detalhada na TABELA 5.

TABELA 5 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO CONSULTA 2

Medidas de posição	Média	171,28
	Mediana	147,70
	Moda	115,3
	Máximo	684,3
	Mínimo	9,2
Medidas de dispersão	Amplitude	675,1
	Desvio-padrão	106,0464
	Variância	11245,84
	Coefficiente de variância	0,619128
	Coefficiente de assimetria	1,805548

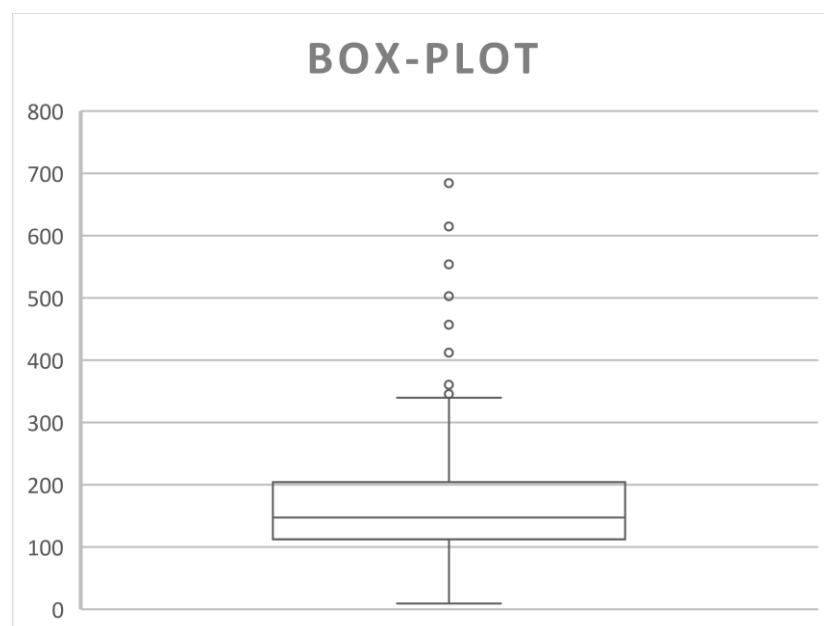
FONTE: A autora (2018).

Pode-se observar que o tempo médio de atendimento do médico 2 é de 171,28 segundos, sendo no mínimo um atendimento de 9,2 segundos e no máximo 684,3. Dada essa grande amplitude, os dados também tiveram grande desvio-padrão e grande variância.

O coeficiente de assimetria mostra de que se trata de uma assimetria positiva com tendência de uma curva de distribuição com cauda mais para a direita.

Dito isso, segue a análise do gráfico de *box-plot* (GRÁFICO 8) para realização da identificação de *outliers* na amostra:

GRÁFICO 8 - BOX-PLOT DO PROCESSO CONSULTA 2



FONTE: A autora (2018).

O gráfico de *box-plot* detectou alguns *outliers* representados pelos pontos fora no limite. Por esse motivo, o tratamento de dados realizado no *ExpertFit* foi feito também em duas fases, sendo uma fase com *outliers* e a segunda fase sem *outliers*. A análise mais consistente entre as duas foi a com *outliers*, pois a outra fase apresentou avaliação indeterminada.

Sendo assim, a FIGURA 10 mostra as distribuições que mais aderem aos dados dessa amostra.

FIGURA 10 - AVALIAÇÃO DOS SCORES DO PROCESSO CONSULTA 2

Relative Evaluation of Candidate Models

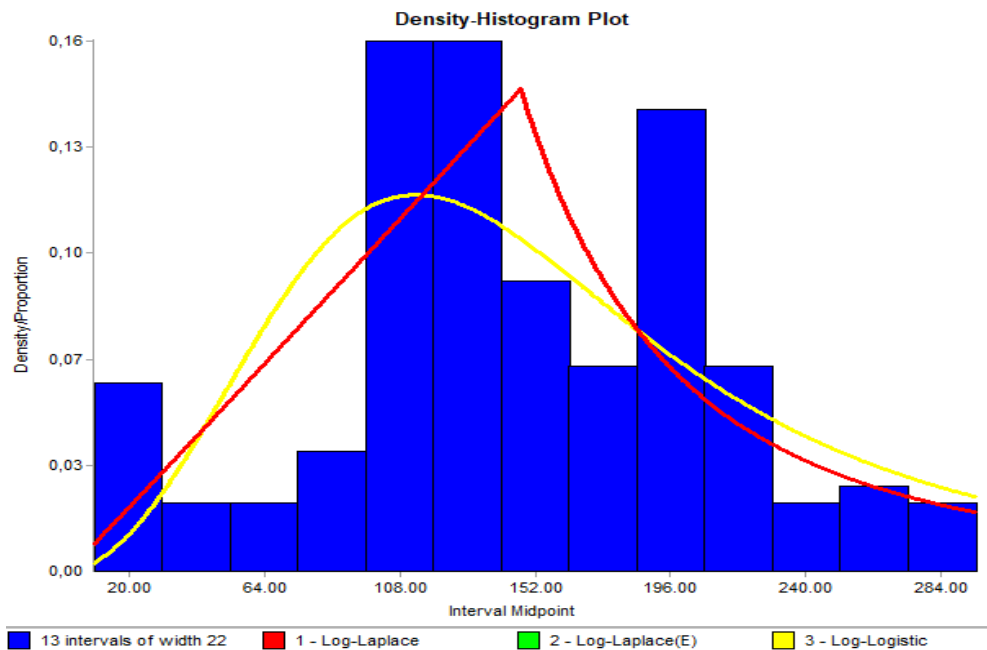
Model	Relative Score	Parameters
1 - Log-Laplace	100.00	Location 0.00000
		Scale 147.49915
		Shape 2.01399
2 - Log-Laplace(E)	95.65	Location 3.67689 e -4
		Scale 147.49878
		Shape 2.01399
3 - Log-Logistic	83.70	Location 0.00000
		Scale 148.93507
		Shape 2.78165

24 models are defined with scores between 1.09 and 100.00

FONTE: A autora (2018).

Assim como pode ser observado na tabela, a distribuição que melhor adere aos dados da amostra foi a Log-Laplace com o *score* de 100. Além disso, foi comparada as distribuições com as curvas das três distribuições estatísticas em questão, apresentado no GRÁFICO 9.

GRÁFICO 9 - COMPARAÇÃO CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO CONSULTA 2



FONTE: A autora (2018).

Após a análise de *score* e da comparação do histograma feito a partir dos tempos desse processo foi escolhida a distribuição de Log-Laplace para representar os tempos do processo “consulta 2” no modelo computacional.

4.1.6 Audiometria

A audiometria é o exame da audição presente no conjunto de serviços de saúde prestados pela empresa. E, levando em consideração que cada paciente possui um conjunto de exames específicos para serem feitos, o número de tempos coletados foi abaixo dos demais processos até agora, totalizando 63 tempos coletados.

A análise de estatística descritiva é mostrada na TABELA 6.

TABELA 6 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO AUDIOMETRIA

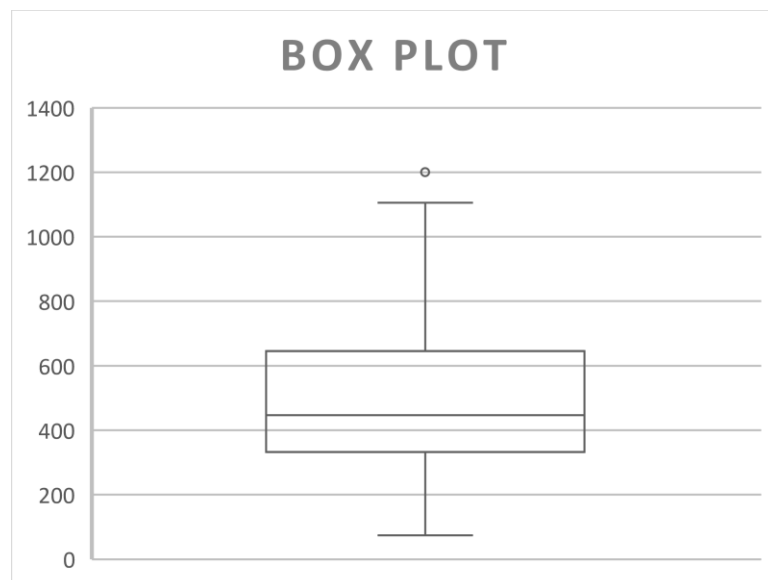
Medidas de posição	Média	531,34
	Mediana	446,87
	Moda	1023,87
	Máximo	1201,36
	Mínimo	73,8
Medidas de dispersão	Amplitude	1127,56
	Desvio-padrão	273,3793
	Variância	74736,26
	Coefficiente de variância	0,514508
	Coefficiente de assimetria	0,839225

FONTE: A autora (2018).

O tempo médio de atendimento é de 446,87 segundos, com amplitude de 1127,56 segundos mostrando a grande variabilidade nos tempos, confirmados pelo desvio-padrão de 273,37 segundos e a variância de 74736,26 segundos.

Com o gráfico de *box-plot* (GRÁFICO 10), foi possível identificar a presença de um *outlier*.

GRÁFICO 10 - BOX-PLOT DO PROCESSO AUDIOMETRIA

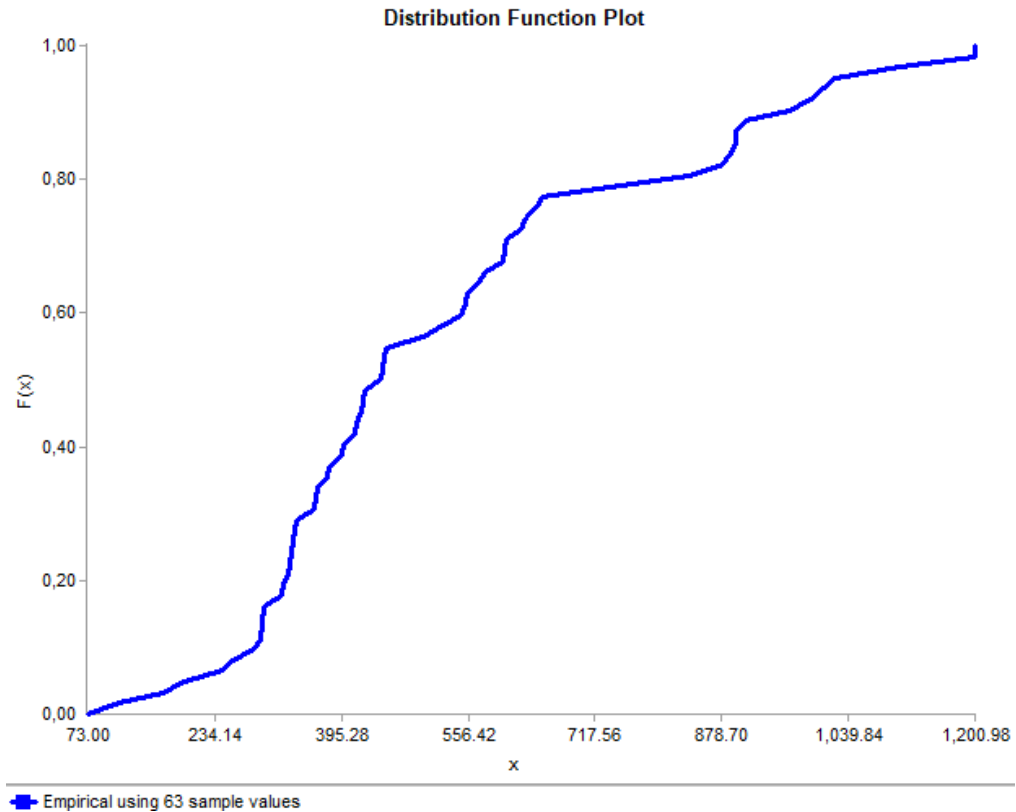


FONTE: A autora (2018).

Seguindo as análises, o tratamento de dados feito pelo *software ExpertFit* não identificou distribuições estatística que se ajustam aos dados fornecidos e por

esse motivo foi escolhido o uso da distribuição empírica que se caracteriza pela curva de dados apresentada no GRÁFICO 11.

GRÁFICO 11 - CURVA DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO AUDIOMETRIA



FONTE: A autora (2018).

4.1.7 Laboratório

O processo denominado “laboratório” é onde acontece a realização de diversos exames laboratoriais. Este também não é um processo necessariamente obrigatório para todos os pacientes, acarretando em poucas amostras nos dias de coletas de dados. Por essa razão, o total de tempos coletados foram 39 tempos e a análise de estatística descritiva é apresentada na TABELA 7.

TABELA 7 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO LABORATÓRIO

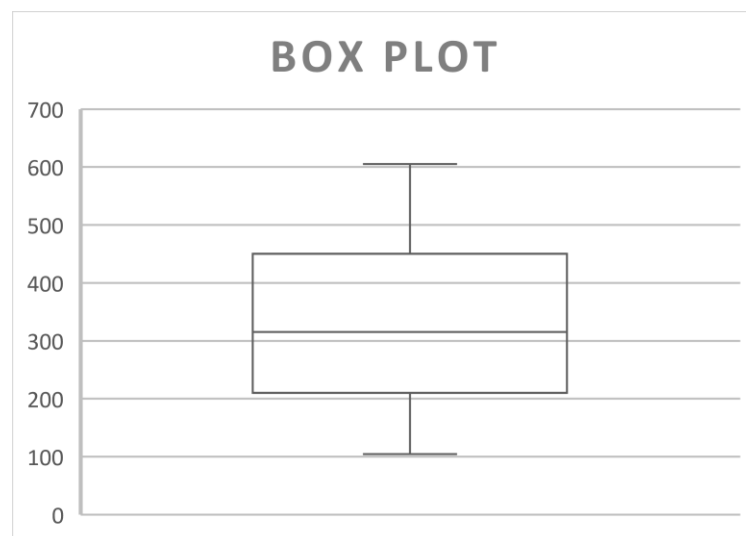
Medidas de posição	Média	320,79
	Mediana	315,32
	Moda	315,6
	Máximo	605,12
	Mínimo	104,71
Medidas de dispersão	Amplitude	500,41
	Desvio-padrão	135,3492
	Variância	18319,41
	Coefficiente de variância	0,421924
	Coefficiente de assimetria	0,330544

FONTE: A autora (2018).

O tempo de atendimento dos exames laboratoriais é, em média, de 320,79 segundos, tendo um tempo mínimo de atendimento de 104,71 segundos e máximo de 605,12 segundos. A grande amplitude novamente é retratada também pelos altos valores do desvio-padrão e variância. O coeficiente de assimetria por sua vez sugere uma assimetria positiva com uma curva se aproximando do simétrico, pois o valor se aproxima do zero.

A análise seguinte foi com o gráfico de *box-plot* (GRÁFICO 12) que não detectou a presença de *outliers*.

GRÁFICO 12 - BOX-PLOT DO PROCESSO LABORATÓRIO

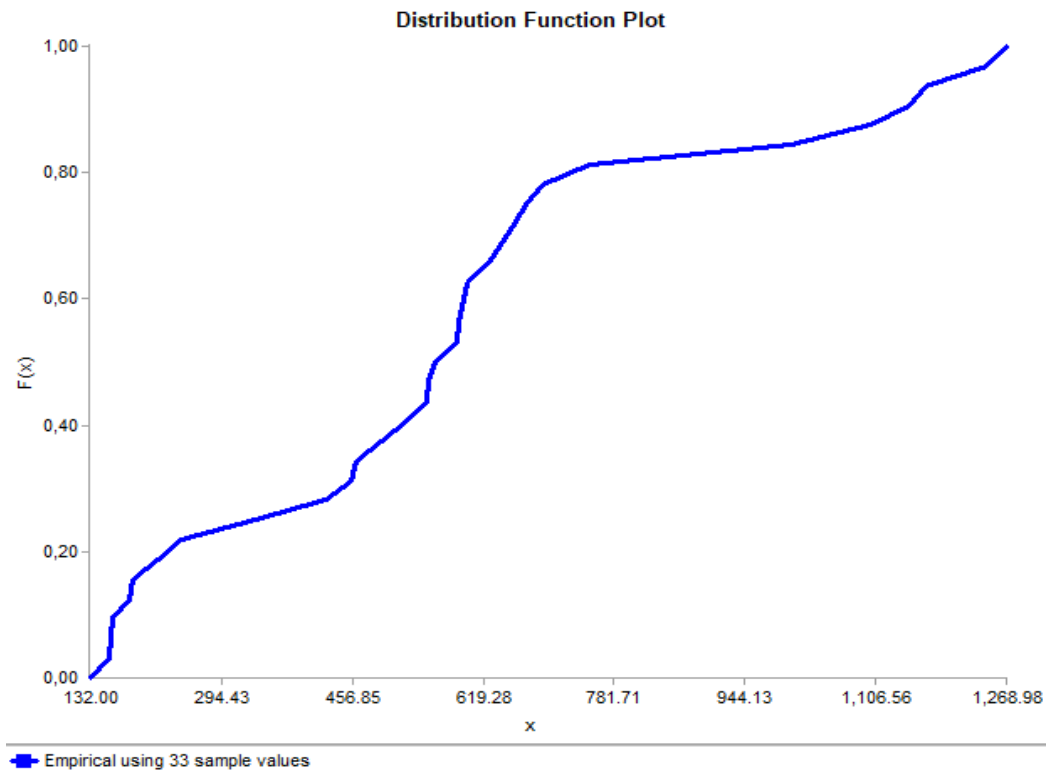


FONTE: A autora (2018).

O passo seguinte foi o tratamento de dados no *software ExpertFit*. No entanto, assim como na simulação anterior, o *software* não identificou distribuições

compatíveis com os dados da amostra. Por essa razão, a distribuição escolhida foi a distribuição empírica que possui a curva apresentada no GRÁFICO 13.

GRÁFICO 13 - CURVA DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO LABORATÓRIO



FONTE: A autora (2018).

4.1.8 Auxílio diagnóstico

No processo de auxílio diagnóstico, o paciente passa por exames complementares a fim de monitorar e avaliar sua saúde. Assim como nos processos anteriores, o auxílio diagnóstico não é um processo obrigatório para todos os pacientes, logo o número de amostras coletadas foi menor que os demais, totalizando 33 tempos.

A análise de estatística descritiva é apresentada na TABELA 8.

TABELA 8 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO LABORATÓRIO

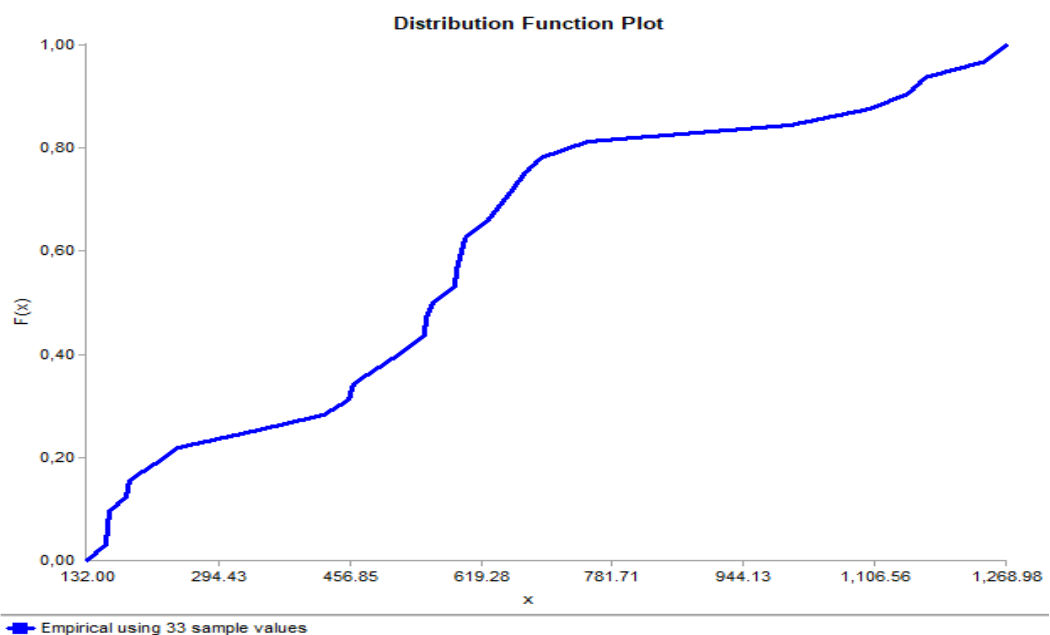
Medidas de posição	Média	580,64
	Mediana	560,20
	Moda	600,23
	Máximo	1269,43
	Mínimo	132,9
Medidas de dispersão	Amplitude	1136,53
	Desvio-padrão	331,8731
	Variância	110139,8
	Coefficiente de variância	0,571566
	Coefficiente de assimetria	0,615

FONTE: A autora (2018).

Através dos 33 tempos coletados, é possível observar que o tempo de processamento médio é de 580,64 segundos, tendo uma amplitude de 1136,53 segundos. O desvio-padrão e variância seguem a tendência de valores altos indo de acordo com a alta amplitude dos dados.

Por conta do número restrito de dados fornecidos ao software ExpertFit não foi possível encontrar distribuições, e novamente a distribuição escolhida para representar o presente conjunto de dados foi a distribuição empírica, que apresenta a curva característica apresentada no GRÁFICO 14.

GRÁFICO 14 - CURVA DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO AUXÍLIO DIAGNÓSTICO



FONTE: A autora (2018).

4.1.9 Retirada do Atestado de Saúde Ocupacional (ASO)

O processo de retirada do Atestado de Saúde Ocupacional (ASO) é o último processo pelo qual o paciente passa e consiste em retirar o Atestado de Saúde Ocupacional (ASO) na recepção. Esse processo teve um total de 392 tempos coletados e sua análise estatística descritiva é detalhada na TABELA 9.

TABELA 9 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO PROCESSO RETIRADA DO ATESTADO DE SAÚDE OCUPACIONAL

Medidas de posição	Média	37,19
	Mediana	30,90
	Moda	0
	Máximo	213,5
	Mínimo	0
Medidas de dispersão	Amplitude	213,5
	Desvio-padrão	36,04334
	Variância	1299,123
	Coefficiente de variância	0,969067
	Coefficiente de assimetria	2,156432

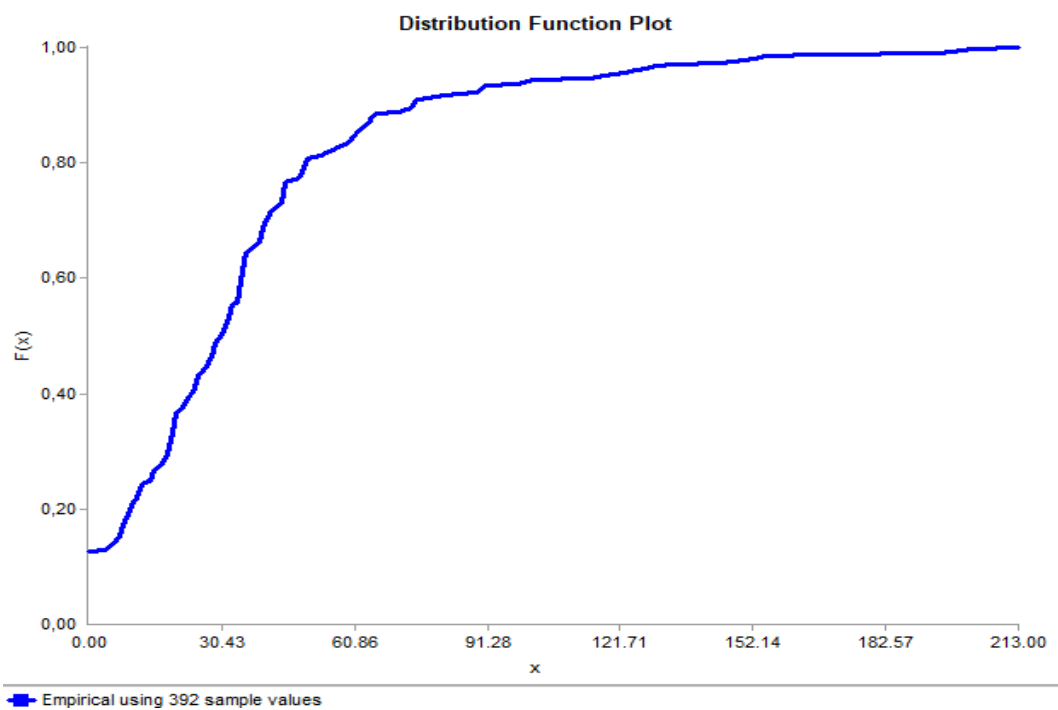
FONTE: A autora (2018).

O tempo médio para retirada da ASO é de 37,19 segundos, podendo chegar a um atendimento de 213,5 segundos ou 0 segundos caso o paciente já tenha retirado a ASO no próprio consultório médico e não necessite passar pela recepção.

Dada as características dos tempos coletados, o *software ExpertFit* não identificou distribuições estatísticas compatíveis. Logo, a distribuição estatística escolhida foi a distribuição empírica com a curva apresentada no

GRÁFICO 15.

GRÁFICO 15 - CURVA DE DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO RETIRADA DA ASO



FONTE: A autora (2018).

Além do tratamento dos dados de todos os processos acima feitos com o auxílio de *softwares* estatísticos e programas de planilha eletrônica, a inferência dos dados coletados foi feita também através de observações em visitas a empresa a fim de identificar características dos processos.

Na seção 4.2 a fase de implementação será detalhada.

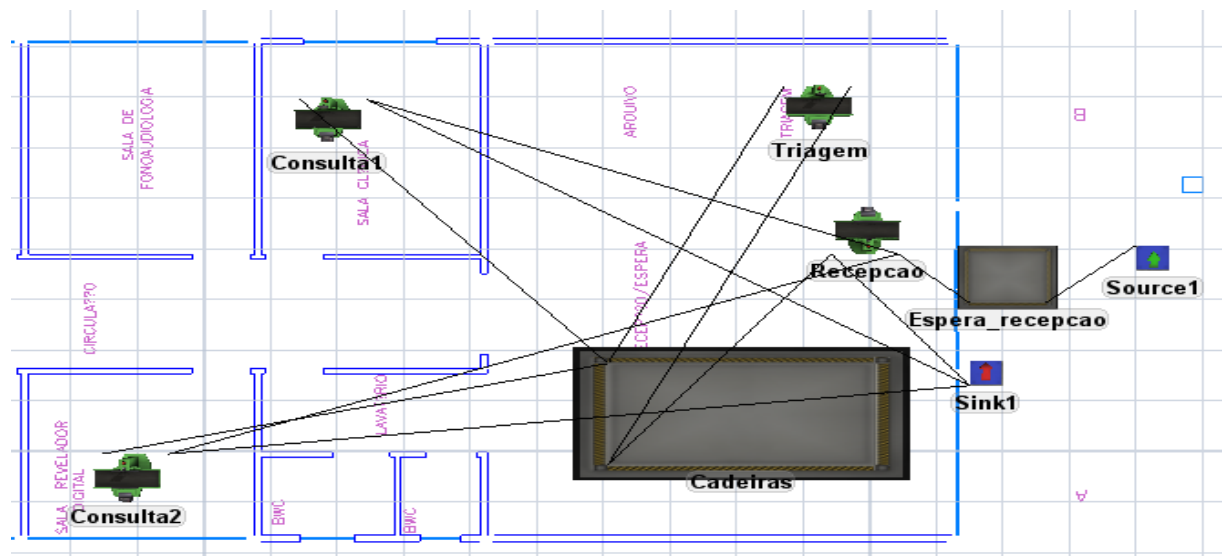
4.2 FASE DE IMPLEMENTAÇÃO

Após a fase de concepção, é dado início a fase de implementação que tem por objetivo transformar o modelo conceitual em um modelo computacional para a resolução dos problemas.

Essa fase teve duas etapas, sendo a primeira um modelo simplificado baseado apenas no *layout*, fornecido pela empresa em formato compatível com o *software*, e fluxo do processo que foi apresentado através da FIGURA 5 na seção 4.1. Já a segunda etapa passou por uma breve fase de verificação e validação para realização das devidas adequações. Vale ressaltar também que ambas etapas fazem parte da simulação 1 descrita no capítulo 3.4.

A primeira etapa foi estruturada no *software FlexSim* e pode ser observada na FIGURA 11.

FIGURA 11 - LAYOUT PROPOSTO PARA SIMULAÇÃO 1



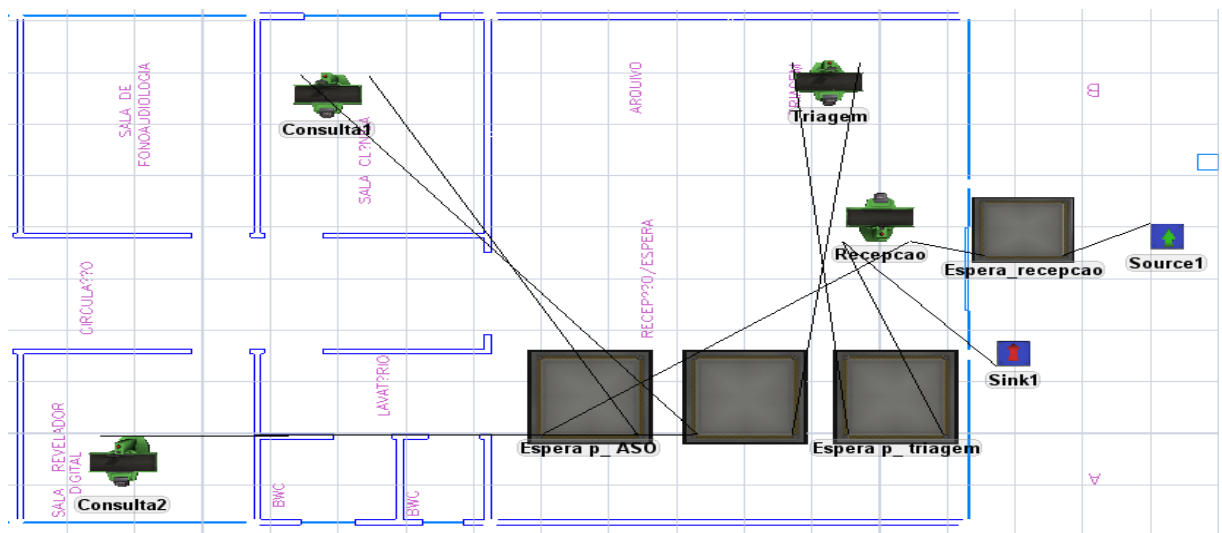
FONTE: A autora (2018).

Para a lógica do modelo apresentado na FIGURA 11, foi considerado principalmente o fluxo de processos iniciais, seguindo a ordem simples de chegada de pessoas (*Source1*), espera para recepção (*espera_recepcao*), recepção, espera para a triagem (*Cadeiras*), triagem - já mencionada como pré-consulta -, novamente espera (*Cadeiras*), consulta médica (*Consulta1* ou *Consulta2*), novamente espera (*Cadeiras*), recepção e saída (*Sink1*).

Com a identificação da presença de espera para os diversos processos e considerando que um dos objetivos do trabalho é a verificação das filas no sistema, deu-se início na segunda etapa, em que foi proposto um novo modelo computacional diferenciando e dividindo em esperas para cada um dos processos que necessitam

de fila para atendimento. Desse modo, o novo modelo é apresentado na FIGURA 12.

FIGURA 12 - LAYOUT PROPOSTO PARA SIMULAÇÃO 1 COM SEPARAÇÃO DE ESPERAS



FONTE: A autora (2018).

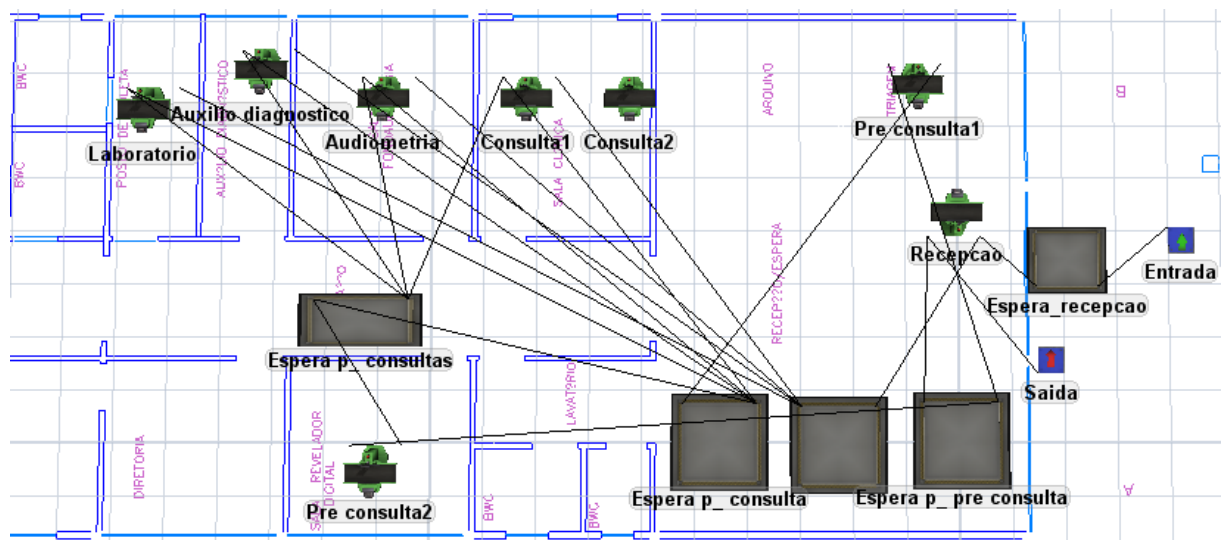
Sendo assim, a fila denominada “Cadeiras” deu origem a três novas filas: a fila para a triagem ou pré-consulta, a fila para a consulta médica e a fila para retirar o Atestado de Saúde Ocupacional.

Ao final das adequações citadas, o modelo foi validado através de observações na empresa a fim de verificar se as esperas e os processos que foram identificados como gargalo realmente representavam a realidade do sistema.

Após verificação e validação feitas e confirmadas, a fase de implementação passou para a simulação 2 com o acréscimo do restante dos serviços existentes na empresa, sendo audiometria, laboratório e auxílio diagnóstico.

Logo, o modelo computacional ficou caracterizado conforme a FIGURA 13.

FIGURA 13 - LAYOUT PROPOSTO PARA SIMULAÇÃO 2



FONTE: A autora (2018).

Além da adequação do modelo para a extração dos resultados desejados, algumas lógicas foram inseridas no sistema a fim de retratar mais fielmente o sistema real. Sendo assim, algumas características foram consideradas tais como:

- a) Para a simulação 2, o processo antes chamado de triagem e agora denominado pré-consulta tem dois locais de atendimento. Originalmente, a pré-consulta 1 é mais próxima da recepção e funciona normalmente durante todo o horário de funcionamento da empresa, enquanto a pré-consulta 2 passou a ser realizada onde era o segundo consultório médico e só entra em atendimento caso haja mais de 40 atendimentos para serem feitos.
- b) Uma nova espera foi introduzida ao sistema de forma a tornar o modelo mais familiar com o *layout* real da empresa, ficando assim com duas esperas para consultas e demais procedimentos.

- c) Considerando que existem dois médicos realizando as consultas médicas, é notável, através de observações, que os médicos possuem diferentes tempos de atendimento e não trabalham simultaneamente. Logo, a consulta 1 representa os tempos de atendimento do médico 1 e funciona durante duas horas no período da manhã e a consulta 2 representa os tempos de atendimento do médico 2 e funciona durante duas horas no período da tarde.
- d) O direcionamento dos pacientes para as consultas e procedimentos disponíveis foram definidos na simulação através da proporção entre processos baseado no número total de coletas feitas em comparação com o número de coletas realizadas para cada procedimento.

Através dessas considerações, foi possível definir *triggers* que são programações para as condições características do sistema. A seguir serão apresentados os resultados da análise do modelo.

4.3 FASE DE ANÁLISE

Para a realização da fase de análise, foram criados cenários a partir do cenário atual para extrair os resultados desejados de acordo com o objetivo do presente trabalho. Logo, para melhor entendimento e verificação dos resultados três critérios foram escolhidos para avaliar os cenários, sendo o tempo de permanência das pessoas nos processos e nas esperas, a taxa de utilização dos processos e a taxa de atendimento.

Além disso, foram construídos um total de três cenários, desconsiderando o cenário 1 que é o cenário atual e foi descrito na seção 4.2. Os demais cenários são:

- a) Cenário 2: Esse cenário conta com as características do cenário 1, porém foi retirada a restrição presente no funcionamento da pré-consulta 2, ou seja, a pré-consulta 1 e a pré-consulta 2 funcionam simultaneamente desde o início do funcionamento do sistema;
- b) Cenário 3: Nesse cenário, as características do cenário 2 permanecem. No entanto os consultórios possuem tempos melhor aproveitados, isto é, o consultório 1 funciona durante todo o período da manhã e o consultório 2 funciona durante todo o período da tarde.

- c) Cenário 4: O presente cenário é a combinação dos últimos cenários citados, com uma condição diferente na entrada. Essa condição limita a entrada de pessoas de 5 em 5 pacientes.

A seguir será feita a verificação do comportamento de cenário seguindo os critérios estabelecidos, utilizando a ferramenta *dashboard* presente no *software FlexSim*.

4.3.1 Tempo de permanência

O tempo de permanência denominado “*staytime*” no *software FlexSim* foi avaliado tanto nos processos quanto nas esperas. Os tempos associados aos processos podem ser interpretados como tempos de atendimento e, os tempos associados às esperas são os tempos de espera dos pacientes para o atendimento.

Para o cenário 1, os tempos de permanência dos processos estão explicitados na FIGURA 14.

FIGURA 14 -TEMPO DE PERMANÊNCIA DOS PROCESSOS NO CENÁRIO 1

Staytime Processos			
Object	Avg Staytime	Min Staytime	Max Staytime
Recepcao	33.41	0.97	438.39
Pre_consulta1	309.22	98.57	842.77
Consulta1	179.33	97.79	359.97
Pre_consulta2	326.91	120.64	689.22
Audiometria	630.26	168.00	1201.00
Laboratorio	319.94	119.00	605.00
Auxilio diagnostico	655.80	154.00	1269.00
Consulta2	188.93	63.63	675.18

FONTE: A autora (2018).

Na FIGURA 14 podem ser observados os processos existentes no modelo, seguidos dos tempos médios, mínimos e máximos de permanência.

Logo, pode-se destacar que a recepção é o processo com menor tempo de permanência, sendo considerado o atendimento, em média, mais rápido do sistema, tendo a possibilidade de chegar a um atendimento de 438,39 segundos.

Por outro lado, os processos com maior tempo de permanência médio são a audiometria e o auxílio diagnóstico, podendo chegar a um atendimento de 1201 segundos e 1269 segundos, respectivamente.

Além disso, foram verificados também os tempos de permanência nas esperas que são apresentados na FIGURA 15.

FIGURA 15 - TEMPO DE PERMANÊNCIA DAS ESPERAS NO CENÁRIO 1

Staytime Esperas			
Object	Avg Staytime	Min Staytime	Max Staytime
Espera_recepcao	90.73	0.00	575.21
Espera p_ pre consulta	8724.09	0.00	15524.28
Espera p_ consultas	344.89	0.00	1577.29
Espera p_ ASO	169.58	0.00	855.49
Espera p_ consulta	180.24	0.00	1184.86

FONTE: A autora (2018).

Observa-se que o menor tempo médio de permanência relacionado às esperas é na espera para recepção com 90,73 segundos. Esse tempo pode estar diretamente ligado ao tempo de atendimento rápido constatado anteriormente.

Em contrapartida, o maior tempo médio de permanência é da espera para as pré-consultas chegando a 15524,28 segundos ou 4,31 horas.

Já no cenário 2 foi possível verificar os tempos de permanência dos processos presentes na FIGURA 16.

FIGURA 16 - TEMPO DE PERMANÊNCIA DOS PROCESSOS NO CENÁRIO 2

Staytime Processos			
Object	Avg Staytime	Min Staytime	Max Staytime
Recepcao	40.00	0.97	478.38
Pre_consulta1	315.25	88.20	1038.43
Consulta1	171.77	70.49	338.72
Pre_consulta2	301.54	74.10	834.36
Audiometria	487.64	168.00	1201.00
Laboratorio	334.85	119.00	605.00
Auxilio diagnostico	560.52	154.00	1269.00
Consulta2	192.90	30.83	649.36

FONTE: A autora (2018).

Não há diferenças significativas nos tempos de permanência em comparação com o cenário anterior, como pode ser observado nos tempos

tabelados. Logo, a verificação seguiu para os tempos de permanência na espera tabelados na FIGURA 17.

FIGURA 17 - TEMPO DE PERMANÊNCIA DAS ESPERAS NO CENÁRIO 2

Staytime Esperas			
Object	Avg Staytime	Min Staytime	Max Staytime
Espera_recepcao	97.79	0.00	541.66
Espera p_ pre consulta	2413.44	0.00	5947.14
Espera p_ consultas	293.61	0.00	1440.10
Espera p_ ASO	148.28	0.00	1197.56
Espera p_ consulta	79.31	0.00	631.97

FONTE: A autora (2018).

Considerando que a principal mudança nesse cenário é o funcionamento da pré-consulta sem restrição, é notável a diminuição do tempo de espera para a pré-consulta com uma diferença de 6310,65 segundos.

Verificou-se também os mesmos parâmetros para o cenário 3. Os tempos de permanência para os processos são apresentados na FIGURA 18.

FIGURA 18 - TEMPO DE PERMANÊNCIA DOS PROCESSOS NO CENÁRIO 3

Staytime Processos			
Object	Avg Staytime	Min Staytime	Max Staytime
Recepcao	34.77	1.69	289.16
Pre_consulta1	332.19	106.47	1270.05
Consulta1	202.45	78.78	453.72
Pre_consulta2	309.78	80.31	665.20
Audiometria	509.35	113.00	1201.00
Laboratorio	311.54	119.00	605.00
Auxilio diagnostico	581.52	154.00	1269.00
Consulta2	180.55	9.51	640.93

FONTE: A autora (2018).

Assim como no cenário anterior, não houve mudanças significativas nos tempos de permanência dos processos. Logo, a verificação passou a ser feita nos tempos de permanência nas esperas, apresentado na FIGURA 19.

FIGURA 19 - TEMPO DE PERMANÊNCIA DAS ESPERAS NO CENÁRIO 3

Staytime Esperas			
Object	Avg Staytime	Min Staytime	Max Staytime
Espera_recepcao	81.97	0.00	689.14
Espera p_ pre consulta	6049.11	0.00	12281.30
Espera p_ consultas	265.53	0.00	976.72
Espera p_ ASO	165.26	0.00	1261.10
Espera p_ consulta	51.01	0.00	470.82

FONTE: A autora (2018).

A principal mudança nesse cenário é a retirada da restrição de duas horas de funcionamento das consultas. Visto isso, observa-se uma diminuição pouco significativa no tempo de espera para a consulta de 28,08 segundos, contrariando as expectativas para esse cenário.

Por fim, tem-se o cenário 4 que tem por objetivo representar a condição de agendamento de atendimento. Na FIGURA 20 são apresentados os tempos de permanência dos processos.

FIGURA 20 - TEMPO DE PERMANÊNCIA DOS PROCESSOS NO CENÁRIO 4

Staytime Processos			
Object	Avg Staytime	Min Staytime	Max Staytime
Recepcao	34.14	1.32	324.24
Pre_consulta1	326.71	106.62	834.36
Consulta1	184.81	75.54	384.55
Pre_consulta2	324.81	96.94	686.23
Audiometria	516.27	113.00	1201.00
Laboratorio	322.45	119.00	605.00
Auxilio diagnostico	568.20	154.00	1269.00
Consulta2	223.86	48.75	1429.12

FONTE: A autora (2018).

Os tempos de permanência do cenário 4 não destoaram do restante dos cenários, por essa razão deu-se seguimento para a verificação dos tempos de permanência nas esperas. Os tempos de espera são apresentados na FIGURA 21.

FIGURA 21 - TEMPO DE PERMANÊNCIA DAS ESPERAS NO CENÁRIO 4

Staytime Esperas			
Object	Avg Staytime	Min Staytime	Max Staytime
Espera_recepcao	334.83	5.00	839.71
Espera p_ pré consulta	4565.88	0.00	8530.15
Espera p_ consultas	312.96	0.00	963.98
Espera p_ ASO	161.73	0.00	1655.50
Espera p_ consulta	29.12	0.00	406.74

FONTE: A autora (2018).

Com o cenário proposto, é possível notar um aumento na espera da recepção de 252,86 segundos, que acarretou em mais uma diminuição no tempo de espera para as pré-consultas de 1483,23 segundos em relação ao cenário anterior.

A seguir serão apresentados os resultados relacionados a taxa de utilização.

4.3.2 Taxa de utilização

A taxa de utilização foi verificada para todos os processos envolvidos no sistema a fim de identificar o aproveitamento de tempo em relação a demanda desses processos.

Deu-se início a verificação com o processo de recepção que variou de 46% a 52% entre todos os cenários já apresentados, não tendo diferença significativa.

Já para o processo de pré-consultas, foi verificado a taxa de utilização da pré-consulta 1 e pré-consulta 2. No primeiro cenário a taxa oscilou entre 94% e 100%, enquanto que a pré-consulta 2, no cenário 1 que contava com uma restrição no seu funcionamento apresentou uma taxa de 84%, que passou a oscilar entre 95% e 100% nos outros cenários sem as restrições.

Os processos de audiometria, laboratório e auxílio diagnóstico não apresentaram oscilações significativas em relação aos diferentes cenários. No entanto, o processo denominado laboratório possui uma taxa de utilização de 62% a 77%, sendo um dos processos menos aproveitados do sistema.

Por fim, os processos de consulta tiveram baixa taxa de utilização para todos os cenários simulados oscilando entre 16% e 24% para os cenários 1 e 2 que envolvem a restrição de funcionamento das consultas 1 e 2 e, oscilando de 47% a 49% para os cenários 3 e 4 em que a restrição para esses processos foi reduzida.

Em seguida, o critério verificado será a taxa de atendimento.

4.3.3 Taxa de atendimento

A taxa de atendimento foi calculada a partir do número de entradas em relação ao número de saídas, ou seja, quantas finalizaram o processo de atendimento dentro do horário de funcionamento do estabelecimento.

As taxas de atendimentos calculadas baseadas em 10 repetições para os cenários são apresentadas na TABELA 10.

TABELA 10 - TAXA DE ATENDIMENTO DOS CENÁRIOS

Cenários	Taxa de atendimento	Número de entradas	Número de saídas
Cenário 1	66,7%	274 < 284 < 322	177 < 186 < 196
Cenário 2	75,4%	245 < 282 < 319	200 < 210 < 220
Cenário 3	79,1%	225 < 262 < 298	193 < 204 < 216
Cenário 4	74,5%	252 < 274 < 296	193 < 202 < 212

FONTE: A autora (2018).

Além disso, um teste Anova (TABELA 11) foi realizado para verificar a existência de um cenário com diferenças significativas dentre os demais.

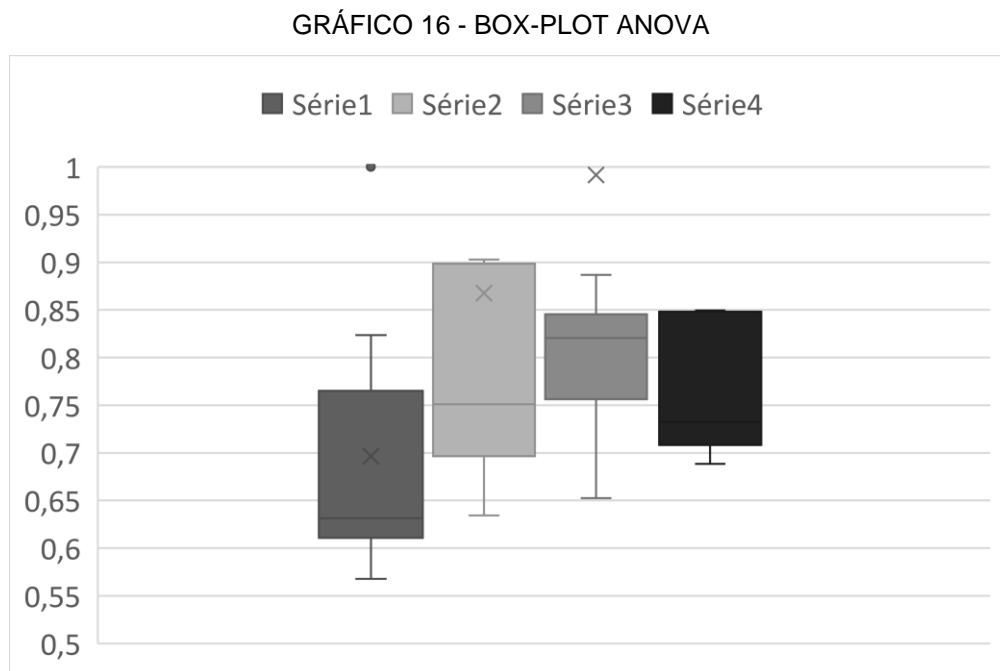
TABELA 11 - TESTE ANOVA

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,0824255	3	0,0274751	4,731567455	0,00696453	2,866265551

FONTE: A autora (2018).

Através do valor de F e F crítico pode-se observar que há diferença significativa entre cenários.

Para identificar o cenário em questão foi realizado um gráfico de *box-plot*, que pode ser visto no GRÁFICO 16, em que apresenta o cenário 2 como o cenário que possui a maior diferença dentre os outros cenários.



FONTE: A autora (2018).

Logo, pode-se observar que o melhor cenário em relação a taxa de atendimento foi o cenário 2, em que é retirada a restrição da pré-consulta 2, enquanto a pior taxa de atendimento foi 53,95% no cenário 1 que representa o cenário atual da empresa.

No capítulo 5 são apresentadas as considerações finais sobre resultados e limitações do trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No início do trabalho, foram determinados alguns objetivos para nortear a revisão bibliográfica, procedimentos metodológicos e demais ações para cumprir os propósitos propostos.

O primeiro objetivo foi referente a coleta de dados realizada através da cronometragem dos tempos e observação do funcionamento dos processos. Este objetivo foi cumprido e registrado no Apêndice A.

O cumprimento do objetivo anterior influenciou diretamente o progresso do trabalho, pois por meio de observações do processo foi possível realizar o modelo conceitual do sistema registrado na seção 4.1.

Além disso, com a cronometragem dos tempos aplicados nas ferramentas de análise, como o *software ExpertFit*, cumpriu-se o objetivo proposto de analisar estatisticamente os dados coletados, proporcionando a visualização da confiabilidade dos dados coletados e a curva de distribuição de probabilidade ajustada aos dados necessária para a representação do modelo na simulação.

O objetivo seguinte foi a elaboração do modelo de simulação no *software FlexSim* com as características específicas da empresa, explicitado na seção 4.2, a fim de extrair os resultados das análises desejadas.

Pode-se concluir que através da simulação foi possível analisar diferentes cenários em relação a capacidade de atendimento, tempo de espera e nível de utilização dos processos.

O cenário que apresentou o melhor desempenho em relação a taxa de permanência foi o cenário 2. Em relação a taxa de utilização os destaques foram os cenários 2, 3 e 4 com a retirada de restrição nas pré-consultas e cenários 3 e 4 com a retirada das restrições nas consultas. Já em relação a taxa de atendimento os melhores desempenhos foram nos cenários 2, 3 e 4.

Logo, uma alternativa para a empresa seria manter o funcionamento do processo de pré-consulta durante todo o horário de funcionamento do estabelecimento sem restrições.

Pode-se ressaltar também que o número máximo de dados coletados em um dia foi de 52 atendimentos, e com a simulação foi possível perceber uma capacidade de no mínimo 198 atendimentos nos cenários simulados.

Apesar de alguns limitantes presentes na pesquisa, como número de coletas reduzidas em alguns processos dificultando a identificação das curvas de distribuição de probabilidade, o presente trabalho contribui para o meio acadêmico com o estudo de modelagem e simulação no âmbito da prestação de serviços.

4.4 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Algumas ideias podem ser sugeridas a partir das discussões do presente trabalho como a utilização do *People Module* que possui processos mais específicos em relação ao *layout* e funcionamento e movimentação mais interativa baseado principalmente em pessoas, contribuindo com uma simulação mais realista.

Outra sugestão é o *FlexSim Healthcare* usado principalmente para representar serviços hospitalares e serviria como uma outra abordagem para a empresa estudada no presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- CHWIF, LEONARDO; MEDINA, AFONSO C. Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria & aplicações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- FREITAS, PAULO JOSÉ. Introdução à modelagem e simulação de sistemas. 2 ed. Visual Books, 2008.
- HARREL, CHARLES R.; HICKS, DONALD A. Simulation software component architecture for simulation-based enterprise applications. Utah, EUA, 1998.
- LAW, AVERILL M.; KELTON, W. DAVID. Simulation modeling & analysis. 2 ed.1991.
- MARTINS, ROBERTO ANTÔNIO. Guia para elaboração de monografia e TCC em Engenharia de Produção. São Paulo: Atlas, 2014.
- MIGUEL, PAULO AUGUSTO. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.
- PEREIRA, I. C. Proposta de sistematização da simulação para fabricação em lotes. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá.
- SILVA, EDNA LÚCIA; MENEZES, ESTERA MUSZKAT. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.
- VICENT, Stephen. Input data analysis. In: BANKS, J. (ed.). Handbook of Simulation. Nova York: John Wiley and Sons, 1998.

APÊNDICE A – TEMPOS COLETADOS

ENTRADA	RECEPÇÃO	PRÉ-CONSULTA	CONSULTA	SAÍDA	AUDIOMETRIA	LAB	AUX. DIAG
DIA 2 (05/12/2017)							
0	9	181,64	150	40,3			
0	12,1	263	119	35,2			
0	8,8	231	121,3	27,3			
0	6,8	230	125,5	25,3			
0	5,3	470,5	114,8	36,7			
0	10,3	647,5	157,6	35,6			
0	4,8	429,2	160,1	42,6			
0	13,4	347,3	354,6	23,9			
0	29,4	222,5	106,5	32,1			
0	27,2	207,7	130,9	36,7			
93,1	266,2	233,4		29,1			
205,2	79,6	193	118,1	20,9			
54,4	32,1	237,9	113,6	29,5			
134,6	29,2	181,6	147,2	45,3			
0	10	290,9	130,1	21,9			
217	40	274,4	237,2	36			
0	4	200,5	148,9	28,1			
10,2	10	316,2	128,4	28,6			
0	11,5	277,4	124,3	30			
127,5	12,8	332,9	111,8	42,9			
130,4	15,2	425,2	135,9	24,6			
101	84,3	280,2	99,4	32,1			
1340,12	4,4	256	110,7	29,2			
489,5	71,5	374,1	126,9	30,6			
DIA (08/12/2017)							
0	33,38	210,2	222	28,4			
0	6,3	296,7	148,1	20,1			
10	17,6	482	100,3	35,4			
20	8,3	466,2	122,8	40,3			
41,5	11,2	379	258,6	200			
1123,7	7,4	429,3	114,8	7,2			
206,5	4,5	579,3	332,9	45,3			
161,8	5,8	175,8	133,2	61,2			
0	2,5	442,1	109,4	25,7			
22,18	11,9	725,2	140,1	31,2			
0	7	130,1	153,5	20			
0	4,2	754,5	132,6	65,4			
10,6	7,1	289,5	136,7	75,2			
0	6,9	350,1	120,3	91,3			

4,5	9,4	280,6	154,3	35,1			
5,2	5,3	143,5	133,8	29,9			
206,8	12,3	105,6	102,9	42,3			
14,84	8,9	135	187,1	31,2			
DIA (12/12/2017)							
0	10,2	604,7	130,1	48,2			
0	65,9	256,9	168,7	20,3			
0	78,1	325,9	108,4	16,2			
28	50,1	258,2	185,9	50,2			
534	25,4	803,6	171	18,9			
0	15,3	769,6	140,5	20,4			
1215,9	22,9	445,9	220	35,6			
260,2	10,2	192,2	119,1	31,9			
1815,2	15,2	375,4	142,3	20,1			
DIA (13/12/17)							
0	48	220,2	944,9	195,2			
0	37,9	369,1	214,9	130,1			
0	452,9	247,9	133,5	48,1			
0	291,7	111,7	205,3	25,2			
0	182,8	270,2	119,6	40,3			
0	141,4	209,4	145,6	41,2			
8,3	50,2	410,9	165,3	45,9			
211,2	25,9	460,2	190,5	50,5			
263,3	46,5	335,3	203,5	35,4			
92,2	59,2	380,4	147,6	29,3			
318,4	81,5	150,9	157,6	45,3			
279,1	222,2	275,4	189,5	49,9			
186,9	61,2	180,3	203,7	35,6			
0	35,3	189,9	201,4	33,2			
169,2	45,2	205,6	140,2	62,1			
605,9	120,3	218,2	133,9	43,2			
414,2	39,2	129,4	149,1	32,1			
período da tarde							
0	80,3	155,2	297,9	15,2			
11	50,4	340,3	645,9	20,3			
0	35,2	275,9	661,1	35,4			
14	10,1	463,1	489,1	18,2			
15	5,2	267,9	430,2	9,2			
0	30,9	401	645,9	15,4			
0	32,4	465,9	733,2	11,2			
0	42,3	550,2	651,8	9,6			
0	29,4	340,9	661,2	19,2			
0	45,9	503,01	608,8	28,6			
0	40,9	557,08	328	33,4			
0	20,9	330,1	290,5	24,4			

0	65,9	392,5	198,3	12,9		
925	29,3	267,4	283,6	64,7		
0	65,1	280,9	312,8	33,6		
20	35,8	420,3	330,7	65,1		
60	45,9	288,4	480,3	39,8		
0	78,1	325,8	601,9	58,2		
DIA (14/12/17)						
0	7	223,6	159,02	120,34		
0	52	268,3	370,1	34,5		
0	6,8	280,9	241,5	223,54		
0	10,3	243,9	828,4	24,4		
0	55,2	310,5	109,2	50,2		
0	63,2	294,7	125,4	18,9		
960	3,1	324,8	116,9	20,4		
0	89,5	312,6	167,9	35,6		
0	10,2	264,5	111,2	31,9		
0	1,3	304,2	117,7	170,8		
0	10,4	182,5	155,5	63,2		
500	29,4	230,4	116,7	45,78		
0	18,4	205,2	136,1	32,9		
0	16,7	213,8	119,09	91,83		
0	25,6	211,5	167,9	155,89		
632	68,2	249,3	110,2	15,23		
0	45,6	229,5	225,1	12,9		
0	25,1	243,6	120,1	64,7		
0	9,3	228,2	155,4	8,9		
1000	1,3	250,8	220,2	15,4		
25	45	273,5	210,6	50,2		
0	60,2	299,5	121,9	12,3		
0	19,3	229,8	179,1	56,79		
0	18,4	160,4	105,9	89,2		
36	7,2	160,4	156,1	29,83		
0	18,1	260	206,1	131,23		
0	7,2	238,5	118,9	0		
0	7,6	368,7	199,1	20,3		
800	19,7	292,1	158,4	55,1		
0	14,9	217,5	122,7	8,9		
0	15,2	206,7	146,9	15,4		
56	44,8	215,3	166,9	192,9		
0	26,3	183,2	108	121,3		
0	64,6	200,8	128,1	15,43		
865	35,3	201,1	115,3	45,9		
0	3,2	301,9	105,02	26,1		
0	45,2	225,9	139,5	41,3		
0	120,3	145,2	173,9	39,4		

0	22,3	133,9	201,9	36,5			
0	33,9	169,3	117,8	60,1			
0	29,4	181,1	339,8	19,1			
0	16	185,2	233,9	75,4			
0	17,5	215,3	197,4	40,9			
0	65	204,6	124,1	35,4			
0	40,1	196,3	174,5	18,9			
789	15,2	145,8	151,9	23,47			
0	18,2	189,6	195,8	20,3			
0	8,9	241,02	123,4	55,1			
0	16,6	235,6	192,7	20,3			
0	19,3	216,8	187,9	55,1			
DIA (15/12/17)							
0	40,2	321,2	453,7	45,9			
0	8,9	200,1	150,3	50,6			
0	64,6	120,4	139,5	71,5			
0	3,2	562,6	148,2	129,2			
14,5	60,2	62,3	192,1	52,3			
30,4	40,1	229,2	101,2	20,3			
754,2	8,9	255,4	99,6	40,9			
152,2	30,1	325,1	203,1	35,4			
38,6	15,3	195,1	154,9	18,9			
100,4	49,1	374,5	197,4	7,5			
860,1	41,16	158,9	204,4	155,2			
543,5	10,4	859,7	195	75,1			
316,6	22,3	165,2	73,8	50,2			
0	33,9	390,9	113,8	19,1			
490,1	16,6	434,3	108,2	75,4			
192,4	16	1215,9	111,5	20,3			
54,5	19,3	211	105,3	55,1			
74,1	15,2	325,4	186,3	8,9			
0	10,9	255,3	87,6	15,4			
0	25,2	222,8	87,4	10,2			
0	13,3	198,3	187,9	33,8			
0	10,4	190,3	164,9	25,4			
0	41,9	205,9	178,3	19,4			
período da tarde							
0	10,1	151,6	684,3	35,2			
0	30,1	341,3	325,9	27,3			
541,7	10,13	343,1	263,3	25,3			
64,7	16,23	346,1	460,7	36,7			
242,3	12,55	362,3	614,4	35,6			
208,5	53,12	383,9	295,6	42,6			
308,9	10,7	463,9	456,7	23,9			
295,9	11,8	340,8	167,6	32,1			

52,5	23,5	610,5	198,2	36,7			
150,1	8,5	312,2	218,6	29,1			
75	15,4	378	205,2	75,1			
451,9	12,8	290,4	120,1	50,2			
79,6	19,3	500,2	503	19,1			
78,5	14,9	212,2	192,6	75,4			
77,3	16,7	258,2	345,8	20,3			
99,3	18,1	258,2	228,3	55,1			
214,1	7,2	428,4	227,8	8,9			
46,7	18,4	360,6	275,4	15,4			
12,2	19,7	415,3	510,7	50,2			
272,5	25,1	300,9	297,9	12,3			
0	9,3	288,4	327,9	10,2			
0	15,3	196,3	412	33,8			
0	21,3	155,2	292,4	25,4			
350,2	36,2	315,9	553,7	19,4			
0	4,5	413,9	360,6	5,4			
DIA (18/12/17)							
0	17	263,6	109,7	18,9			
0	1,03	135,9	155,5	35,1			
8,2	8,6	95,7	198,6	45,1			
0	180,5	177,7	155,3	28,4			
12,01	10,4	208,4	165,2	16,7			
126,5	9,3	307,1	178,6	19,6			
702	8,9	267,7	255,3	26,8			
817	70,2	154,8	145,6	45,6			
120,1	40,9	356,7	166,7	39,7			
345,7	15,9	280,7	245,3	27,1			
27,1	4,9	265,6	255,1	19,4			
101,6	85,9	362,6	142,3	66,7			
97,9	32,1	278,2	168,1	30,1			
203,1	8,3	368,1	197,3	26,1			
0	75,1	256,4	199,9	41,3			
111,7	25,6	335,6	187,3	39,4			
277,1	43,2	380,5	133,8	36,5			
79,06	66,8	340,4	132,9	60,1			
259,6	26,5	328,8	124,7	57,3			
14,79	35,9	331	198,6	12,3			
0	61,2	265,02	245,8	19,2			
0	15,2	394,2	215,3	23,1			
90,5	21,9	248,1	210,3	20,9			
67,8	10,3	330,2	202,8	49,2			
83,7	7,9	258,7	143,9	61,3			
74,3	14,3	245,3	171,3	21,3			
206	19,2	322,6	289,6	14,6			

445,7	9,2	337,6	317,9	20,9			
257,7	36,2	315,3	115,3	17,9			
0	45,3	346,9	326,7	13,5			
58,13	22,1	291,7	200,9	28,4			
0	6,3	326,9	267,3	50,2			
0	45,2	235,3	115,3	18,5			
63,2	3,6	231,8	126,9	11,3			
0	8,2	211,5	102,3	45,2			
42,1	4,5	376,6	100,9	44,1			
15,7	15,2	321,9	261,8	9,1			
DIA 03/09/2018							
0	25,38	455,1	155,29	72,1	396,29	165,38	
0	23,02	518,45	162,3	35,2	1105,12		
38	128,35	389,38	192,1	61,1	645,1		
40	20,48	482,22	172,38	40,15	910,85		
120	149,86	448,39	160,31	30,34			
61,15	15,13			120,2			
34,25	21,15			43,58			
104,19	205,1			98,23			
DIA 04/09/2018							
0	40,89	410,35	155,1	8,9	452,47	375,91	
0	10,55	438,29	143,4	15,4	297,05	263,45	
0	5,2	505,1	83,87	50,2	168,96	458,15	
300	18,93	421,39	82,33	12,3	890,46		
0	30,17	664,25	84,73	10,2	629,38		
200	45,1	492,18	68,57	33,8			
100	10,6	418,41	119,18	25,4			
50	32,11	315,22	121,15	60,1			
500	75,18	532,23	270,76	19,1			
650	45,28	414,15	198,26	75,4			
0	496	458,23	155,15	40,9			
0	155,1			126,3			
150	123,4	602,57	87,34	35,4	420,78	534,89	
DIA 05/09/2018							
0	110,92	356,77	165,9	8,36	379,34	119,24	1269,43
0	78,1	387,64	183,66	19,4	966,53	173,15	1243,76
58,22	61,53	401,74	303,67	66,7	377,79	245,01	1149,42
934,48	10,35		145,11	30,1	448,45	172,71	1168,2
555,25	12,8		958,37	26,1	257,45	315,13	492,58
0	15,2		458,92	41,3	244,38	232,94	588,57
0	84,3		427,68	39,4	752,42	250,2	461,34
0	33,38			36,5	363,21	218,19	525,44
0	266,8			60,1	415,55	104,71	
0	13,8			150,32	297,08		
94,28	100,87			101,2	577,82		

DIA 06/09/2018							
0	44,75	627,35	210,45	44,1	897,04	244,15	160,17
0	42,01	855,18	146,35	56,39	284,33		
0	75,57	384,78	100,82	28,96	605,12		
0	56,21		178,27	36,45	321,54		
0	132,32		130,32	120,3	335,85		
0	108,66		121,86	64,7	320,28		
0	88,74		168,96	10,2	446,87		
207,35	37,97		155,23	5,6			
0	44,13		116,69	89,4			
0	18,2		108,56	32,17			
DIA 07/09/2018							
0	38,3	502,35		25,3	1201,36	450,6	
0	9,58	672,27		36,7	839,25	315,6	600,23
120	19,25	556,16	265,24	35,6	365,02		
0	34,63	208,45	98,14	42,6			
0	39,25	566,32	128,67	23,9	1023,87		
10	59,65		300,4	32,1			658,9
15	68,2		199,9	36,7		280,96	
101	77,26		187,3	29,1			
30	62,3		133,8	20,9	992,36	318,45	
0	63,49		132,9	12,3	500,2	536,2	693,46
150	101,6		124,7	10,2			
0	90,5		198,6	33,8			
208	14,2		245,8	25,4	398,53		215,6
950	5,68		326,14	60,1			
DIA 10/09/2018							
0	6,3	296,7	148,1	20,1			
10	17,6	482	100,3	35,4			
20	8,3	466,2	122,8	40,3	880,23		
41,5	11,2	379	258,6	200			
1123,7	7,4	429,3	114,8	7,2	1023,87	315,6	600,23
206,5	4,5	579,3	332,9	45,3	525,3		658,9
DIA 11/09/2018							
0	6,9	350,1	120,3	91,3			
4,5	9,4	280,6	154,3	35,1			
452	22,9	445,9	220	35,6			
0	141,4	209,4	145,6	41,2			
134,6	29,2	181,6	147,2	45,3			
0	65,9	392,5	198,3	12,9	569,83		
0	25,6	211,5	167,9	155,89	605,6		
0	60,2	299,5	121,9	12,3			
112	125	102,36		65,6		378,9	752,58
0	75,1	256,4	199,9	41,3	1200,2		
32,6	56,69	368,36		213,5		335,12	

533	7,2	428,4	227,8	8,9			
DIA 12/09/2018							
0	9,3	228,2	155,4	8,9	450,5	538,6	626,36
1000	4,89	250,8	220,2	15,4	896,32	284,33	
25	45	273,5	210,6	50,2	556,5	605,12	586,63
DIA 10/10/2018							
0	9,3	472	127,25	203,9	332,91	132,18	424,5
0	4,89	276,87	82,61	10,4			
0	45	470,8	119,37	62,93		164,44	
14	141,4	344,07	122,54	115,98	425,9		
250	29,2	543,9	112,54	78,45			
0	65,9	612,34	104,93	36,87	601,32	183,92	550,4
12	25,6	421,8	100,45	9,83			
0	100,9	188,7	121,63	90,21			
14	125,9	392,5	127,68	74,89			
0	56,69	231,84	110,03	23,4			
0	7,2	299,5	120,01	7,8			
110	25,67	401,2	92,2	129,3			
12	34,9	394,89	79,82	10			
DIA 11/10/2018							
90,23	17,41	472	138,22	120,38	332,91		180,02
0	10,28	276,37	89,92	59,23	425,31	500,2	336,29
879,78	84,22	344,07	186,68	34,6	337,18		132,9
0	54,31	334,01	127,25	48,23	546,11		1002,4
229,72	30,66	300,48	82,61	101,23	333,65	432,9	156,34
46,23	167,21	274,84	119,37	32,4	623,89		
DIA 12/10/2018							
133,71	8,73	465,57	122,54	102	297,9	450,2	154,44
314,42	40,55	332,77	112,51	35,67	327,9		
1015,05	101,38	332,4	104,93	91,34	412	315,32	560,2
0	85,32	243,89	100,24	39,83	292,4		
216,22	70,33	421,34	133,25	124,78	553,7	210,32	185,4
322,49	110,05	501,2	156,24	134,92	360,6	178,39	1100,2
96	15,47	312,45	99,14	15,99			
92,29	130,2	450	121	45,9			
0	10,34	612,1	127,68	26,1			
0	25,67	309,38	110,03	41,3			
0	75,3	123,45	101,93	39,4			
900	85,09	469,92	119,62	168,2			
0	8,9	256,93	120,01	153,9			
DIA 15/10/2018							
0	42,3	550,2	156,32	9,6	195	459,29	456,28
500	115,67	312,45	235,83	123,8	73,8	383,99	672,1
0	103,56	267,4	117,4	79,23	113,8	521,8	245,6
123	10,35	348,9	321,4	45,1			

15,69	65,9	392,5	198,3	12,9	651,8	345,2	552,18
2,1	29,3	562,4	132,42	64,7			
0	65,1	280,9	312,8	33,6			
0	247,8	456,34	283,6	145,67			

ANEXO 1 – TABELA DE COMPARAÇÃO PARA ESCOLHA DE SOFTWARE

Nome do Software:	_____
Versão:	_____
Fabricante:	_____

Classe	Características	Peso (1 a 3)	Nota (1-5)	Total (Nota x Peso)
Características desejáveis gerais	Software barato			
	Animação “progressiva”			
	<i>Bugs e crashes</i>			
	Reputação companhia			
	Fácil uso			
Subtotal 1 (S1):				_____

Classe	Características	Peso (1 a 3)	Nota (1-5)	Total (Nota x Peso)
Módulos incorporados	Módulo <i>run-time</i>			
	Módulo análise de dados de entrada			
	Módulo de análise estatística dos resultados			
	Módulo de otimização			
	Capacidade de geração de arquivos multimídia			
	<i>Debugger</i>			
	Integração com outros softwares (CAD, Excel, Visio etc.)			
	Funções de dist. probabilidades			
Subtotal 2 (S2):				_____

Classe	Características	Peso (1 a 3)	Nota (1-5)	Total (Nota x Peso)
Construção de modelos	Capacidade de construção de <i>templates</i>			
	Capacidade de <i>merge</i>			
	Capacidade de modelagem hierárquica			
	Capacidade de modelagem por objetos			
Subtotal 3 (S3):				_____

Classe	Características	Peso (1 a 3)	Nota (1-5)	Total (Nota x Peso)
Suporte e documentação	Bom manual (impresso/ <i>help on-line</i>)			
	Sites úteis e atualizados			
	Treinamento			
	Conferência de usuários			
Subtotal 4 (S4):				_____

Classe	Peso Classe (1-3)	Subtotais	Total (Peso x Subt)
1. Características gerais		S1=	
2. Módulos incorporados		S2=	
3. Construção de modelos		S3=	
4. Documentação e suporte		S4=	
		Total Geral:	_____