

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CURSO DE ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO**

EDWARD SEABRA JÚNIOR

**SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ATENDIMENTO DE
UMA UNIDADE DE SAÚDE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2015

EDWARD SEABRA JÚNIOR

SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ATENDIMENTO DE UMA UNIDADE DE SAÚDE

Projeto de Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Medianeira, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador(a): Prof. Dr José Airton dos Santos
Co-orientador(a): Profa. Dra. Carla Adriana Pizarro Schmidt

MEDIANEIRA
2015



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Medianeira
Coordenação de Engenharia de Produção
Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO

SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ATENDIMENTO DE UMA UNIDADE DE SAÚDE

POR

EDWARD SEABRA JÚNIOR

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado no dia 09 de junho de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **aprovado**.

Prof. José Airton Azevedo dos Santos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(Orientador)

Profa. Dra. Carla Adriana Pizarro Schmidt
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(Co-orientadora)

Prof. Dr. Carlos Aparecido Fernandes
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(Membro da Banca)

Prof. Ms. Milton Soares
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(Membro da Banca)

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso –

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, pela perseverança e conhecimentos para superar os obstáculos.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por ter me aberto as portas e concedido a oportunidade de colocar à prova meu potencial.

A minha família, pela orientação, dedicação incentivo e apoio financeiro nesta fase do curso de graduação e durante toda minha vida.

Ao meu orientador professor Dr. José Airton dos Santos pelas orientações ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus professores, meus grandes mestres dos ciclos iniciais de graduação, Pedro Elton Weber e Odair Camargo que além de compartilhar conhecimentos imensuráveis me transmitiram enorme incentivo e motivação.

A todos meus amigos que aqui fiz, em especial, aqueles que compartilharam as primeiras e mais importantes experiências no início desta minha jornada de estudos.

A minha mãe pelo dom da vida, sem ela não estaria aqui.

A minha querida companheira Marina Aparecida de Oliveira Soares a quem devo agradecer imensamente, por acreditar nos meus propósitos, por ter estado ao meu lado desde o início, sempre me apoiando, sem você seria impossível. Muito grato por tudo, pelo amor, carinho, confiança, dedicação, compreensão.

Enfim, sou grato a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho de conclusão de curso.

“Cresci sob um teto sossegado,
Meu sonho era um pequenino sonho meu.
Na Ciência dos cuidados fui treinado.
Agora, entre meu ser e o ser alheio,
A linha de fronteira se rompeu.” (Waly Salomão).

RESUMO

JÚNIOR, Edward. **Simulação e otimização do processo de atendimento em uma unidade de saúde**. 2015. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2015.

Em um ambiente dinâmico, é essencial que as organizações busquem novas técnicas de planejamento para melhorar a qualidade dos serviços prestados. Um bom atendimento ao cliente é essencial para o sucesso de qualquer organização. Nesta linha, este trabalho teve por objetivo melhorar, através de técnicas de simulação de eventos discretos (DES) e de otimização, a dinâmica operacional do processo de atendimento de uma unidade básica de saúde localizada na região oeste paranaense. A simulação e a otimização foram executadas utilizando o pacote de simulação Arena®, que inclui o software de otimização Optquest. A metodologia utilizada foi a de modelagem através de simulação computacional, de caráter quantitativo e foi caracterizada como participativa. A aplicação destas técnicas resultaram na otimização do número de consultas médicas da unidade básica de saúde.

Palavras-Chave: Arena®, Simulação, Unidade Básica de Saúde.

ABSTRACT

JÚNIOR, Edward. **Simulação e otimização do processo de atendimento em uma unidade de saúde**. 2015. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2015.

In a dynamic environment, it is essential that the organizations seek new planning techniques to improve the quality of services provided. A good customer service is essential to the success of any organization. In this sense, this work aims to improve, through techniques of discrete simulation (DES) and optimization, the attending process operational dynamics of a health unit located in the west region of Paraná. The simulation and optimization were performed using the Arena® simulation package, which includes the OptQuest optimization software. The methodology used was the modeling through computer simulation of quantitative character and it is characterized as participative. The application of these techniques resulted in the optimization of the number of medical consultations of the basic health unit.

KEYWORDS: Arena®, Simulation, Basic Health Unit.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 Realidade x Modelo..... | 9 |
| Figura 2 Software ARENA®..... | 10 |
| Figura 3 OptQuest..... | 12 |
| Figura 4 Simuladores que utilizam o OptQuest® | 13 |
| Figura 5 Layout do sistema | 15 |
| Figura 6 Fluxograma do sistema | 15 |
| Figura 7 Modelo computacional..... | 21 |
| Figura 8 Gráfico de dispersão - TEP..... | 22 |
| Figura 9 Boxplot - TEP | 23 |
| Figura 10 Distribuição de probabilidade - TC | 24 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 Análise dos dados - TEP | 21 |
| Tabela 2 Identificação de outliers | 23 |
| Tabela 3 Distribuição de probabilidades..... | 24 |
| Tabela 4 Dados do sistema real e do modelo | 25 |
| Tabela 5 Resultados de simulação dos cenários 1 e 2 | 27 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 4 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 5 |
| 2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO | 5 |
| 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 6 |
| 3.1 CARACTERÍSTICA DO SETOR DE SERVIÇOS | 6 |
| 3.3 FILAS | 6 |
| 3.4 O SOFTWARE ARENA® | 10 |
| 3.5 A TÉCNICA DE CRONOANÁLISE | 11 |
| 3.6 O SOFTWARE OptQuest® | 11 |
| 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 14 |
| 4.1 LOCAL DA PESQUISA | 14 |
| 4.1.1 Estrutura Física da Unidade de Saúde..... | 14 |
| 4.2 TIPO DE PESQUISA..... | 16 |
| 4.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA..... | 16 |
| 4.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS..... | 17 |
| 4.6 VALIDAÇÃO DO MODELO | 18 |
| 4.8 SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO..... | 19 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 21 |
| 5.1 TRATAMENTO DE DADOS | 21 |
| 5.2 VALIDAÇÃO DO MODELO IMPLEMENTADO | 24 |
| 5.3 OTIMIZAÇÃO | 25 |
| 5.4 SIMULAÇÃO | 27 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 29 |
| REFERÊNCIAS | 30 |

1 INTRODUÇÃO

As unidades básicas de saúde (UBS) podem variar em sua formatação, adequando-se às necessidades de cada região. Cada unidade é responsável pela saúde dos habitantes de uma determinada região, chamada área de abrangência. Todo planejamento das ações de saúde da unidade é voltada para esta comunidade.

O atendimento é gratuito e destina-se exclusivamente à prevenção. Os casos mais graves e/ou urgências, emergências, devem se encaminhar diretamente a um pronto-socorro, onde há recursos adequados para tais atendimentos.

A falta de estrutura e profissionais da saúde são apontadas como causas do aumento da demanda por consultas nas unidades básicas de saúde.

Tal fato, conseqüentemente, gera a formação de filas, causando demora no atendimento do paciente, sendo esse um fator de insatisfação e queda na qualidade da prestação de serviço.

O fenômeno de formação de filas já é rotineiro na vida atual, ocorre em diversas aplicações, como uma peça esperando para ser lixada ou polida (na indústria), um avião esperando para decolar (em um aeroporto), um programa de computador esperando para ser executado, e, é claro, uma fila de seres humanos esperando serviço (BANKS, 2009).

As filas se formam em decorrência do aumento dos consumidores e da incapacidade do sistema em atender a essa demanda. Assim, através de técnicas de simulação, busca-se encontrar um ponto de equilíbrio que satisfaça os clientes e seja viável economicamente para o provedor do serviço (ALVES et al., 2014).

Segundo Banks (2009), simulação é uma técnica de solução de um problema pela análise de um modelo que descreve o comportamento de um sistema usando um computador digital. A simulação de um modelo permite entender a dinâmica de um sistema assim como analisar e prever o efeito de mudanças que se introduzam no mesmo. É uma representação próxima da realidade, e será tanto mais real quanto mais características significativas do sistema seja capaz de representar. Por outro lado, o modelo deve ser simples, de forma que não se torne demasiado complexo para se construir, mas ao mesmo tempo o modelo deve ser o mais fiel possível ao sistema real (CHIWF; MEDINA, 2007).

A otimização é o processo de tentar diferentes combinações de valores para variáveis que podem ser controladas buscando uma combinação de valores que provê a saída mais desejada de um modelo de simulação. Existem atualmente vários softwares que permitem a realização da otimização a partir de uma simulação, dentre eles pode-se citar: AutoStat, OptQuest, OPTIMIZ, SimRunner® e WITNESS Optimizier. Os mesmos fazem parte de pacotes comerciais onde também está incluso o módulo de simulação (BAUMGATNER et al., 2013).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo melhorar, através de técnicas de simulação e de otimização, a dinâmica operacional do processo de atendimento de uma unidade básica de saúde localizada na região oeste paranaense.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Para que o objetivo geral seja alcançado, é notório o fato de que etapas devem ser cumpridas, sendo estas definidas como objetivos específicos, seguindo neste trabalho a seguinte ordem:

- a) Fazer uma revisão bibliográfica sobre Simulação e Otimização de processos;
- b) Construir e verificar o modelo conceitual do sistema;
- c) Construir e verificar o modelo computacional;
- d) Validar o modelo computacional;
- e) Otimizar, através de técnicas de simulação e otimização, o processo de atendimento da unidade de saúde.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 CARACTERÍSTICA DO SETOR DE SERVIÇOS

O setor de serviços sofreu expressiva alavancagem após a primeira guerra mundial, uma vez que nesse contexto houve crescimento significativo das corporações, logo, intensificou-se uma tendência que as organizações migrassem para uma administração mais eficiente. Esta tendência se potencializou com a segunda guerra mundial e início da globalização, desta forma houve a necessidade de uma administração mais estruturada e organizada, pois iniciava-se neste momento crescente demanda por serviços externos (BRANDÃO; FERREIRA, 1992)

No cenário econômico nacional, o setor de serviços é, na atualidade, emergente. Segundo o IBGE (2012), o setor representa aproximadamente setenta por cento do PIB brasileiro, liderando a geração de empregos formais no Brasil.

Nos diversos tipos de serviços, a relação direta ou indireta com o cliente sempre envolve esperas ou filas. No entanto, oferecer um serviço de qualidade significa entender a demanda de clientes. Organizar sistemas no intuito de alinhar a capacidade de atendimento em função da demanda, buscando diminuir a espera e mantendo um serviço eficiente para o cliente (GIANESE; CORRÊA, 1996).

A satisfação dos clientes está diretamente ligada qualidade dos serviços que estão sendo consumidos e da qualidade que deles advém (PAULINS, 2005).

Estudos mostram que, há uma fidelização maior do cliente quando o serviço é oferecido com maior eficiência e qualidade, diminuindo em grande escala a opção do cliente por outro fornecedor (ANDERSON; FORNELL, 1999).

3.2 UNIDADES DE SAÚDE

No Brasil, uma unidade de saúde é o local onde se encontram médicos para atender à população de bairro ou região específica. Não há ônus para quem utiliza o serviço e destina-se exclusivamente à prevenção. Na unidade de saúde, o paciente

agenda as consultas e recebe atendimento. O ministério da saúde, define que a saúde é um direito de todos os cidadãos (BRASIL, 2013).

No período recente, as longas filas de espera por serviços nas unidades de saúde no Brasil vêm sendo um indicador de desempenho ineficiente deste setor (GRAÇA, 1996). Os pacientes sofrem de maneira significativa, tanto em termos de desconforto e dor quanto em relação ao risco de redução permanente no seu estado de saúde. Além disso, quanto maior o período de espera, mais altos são os custos para o paciente. Os indivíduos não gostam de esperar por atendimentos e a redução do tempo de espera requer investimentos adicionais por parte de quem oferta os serviços.

O encaminhamento dos pacientes deve ser o mais rápido possível, para que o quadro clínico do paciente não se agrave ou possibilite o risco de contágio, se for o caso (CAMPINA GRANDE, 2003).

As unidades de saúde reconhecem as vantagens de se ter em mãos indicadores que possibilitem melhorar decisões, dimensionar de forma eficiente o espaço físico e os processos da organização. Algumas práticas já são utilizadas nos ambientes privados com objetivo de obter maior eficiência dos serviços, tais como é possível observar na pesquisa de BRAND, TOLFO, PEREIRA & ALMEIDA (2004). Nestes locais privados, ao contrário dos locais públicos, existem avaliações de desempenho, programas de treinamento e desenvolvimento, programas de benefícios e remuneração, além das ações voltadas à projetos de melhorias ligados ao desenvolvimento dos colaboradores, do clima organizacional e produtividade no trabalho que acarretam em melhorias no serviço prestado ao cliente.

3.3 FILAS

Todas as pessoas já passaram pelo aborrecimento de ter que esperar em filas. Nós esperamos em filas quando estamos no supermercado aguardando para pagar nossas compras, nos bancos e em muitas outras situações.

As filas estão presentes em muitos estabelecimentos de serviço e são formadas devido à diferença entre a demanda de clientes por um serviço e a capacidade instantânea de atendimento. As filas são fenômenos regidos por variáveis com comportamento aleatório. O problema maior das filas é que muitas vezes, o cliente generaliza a avaliação do serviço ofertado baseado no tempo esperado na fila e no

tamanho dela, podendo as filas gerar desistências que significam perda de receita para a organização.

Nesse sentido, observa-se que a boa administração do atendimento aos clientes reflete diretamente nos anseios organizacionais. Segundo Prado (2010), as filas e como elas são gerenciadas são aspectos dos mais sensíveis e importantes na percepção do cliente quanto a qualidade do serviço prestado, devendo merecer, na maioria das vezes, grande atenção gerencial.

Segundo Carneiro (2008), as dificuldades da administração das filas acabam gerando um constante dilema para as organizações de serviços. Este dilema está em tomar decisões operacionais para assegurar a prestação de um serviço com qualidade que seja apropriado em termos de custo. Para os mesmo autores, a questão que então se coloca para o administrador é como tomar decisões otimizantes.

Considerando essa necessidade de administração de sistema de filas, as técnicas disponíveis e que vem sendo usadas para estudo de filas são a teoria analítica das filas e a simulação computacional.

Devido às deficiências próprias dos modelos analíticos, há várias razões para o uso da simulação, tais como (PRADO, 2009):

- Indisponibilidade de modelos analíticos;
- Complexidade de modelos analíticos;
- Resultados estatísticos de modelos analíticos são insuficientes;
- Modelos analíticos só fornecem médias, não evidenciam a variabilidade e os extremos;
- Modelos analíticos não podem identificar os “gargalos” de processo ou recomendar mudanças de projeto;
- Modelos analíticos frequentemente não fornecem detalhes suficientes nem podem identificar interações;
- Animação é um melhor método para demonstrar resultados para administração.

Portanto, em se tratando de experimentação, a simulação computacional se torna a técnica mais indicada para o estudo em sistemas de filas.

3.3 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Simulação é uma atividade ou situação que reproduz uma condição real, mas tem uma aparência realística, sendo usada para testar qualquer coisa. Segundo Freitas Filho (2008) é a imitação de um sistema real, modelado em computador, para avaliação e melhoria de seu desempenho. Ou seja, simulação é a importação da realidade para um ambiente controlado onde se pode estudar o comportamento do mesmo, sob diversas condições, sem riscos físicos e/ou grandes custos envolvidos. Banks (2009) afirma que a simulação envolve a criação de uma história artificial da realidade e, com base nesta história artificial, são realizadas observações e inferências nas características de operação do sistema real representado. A (Figura 1) esquematiza este conceito da transformação da realidade em modelo e novamente dos resultados em realidade.

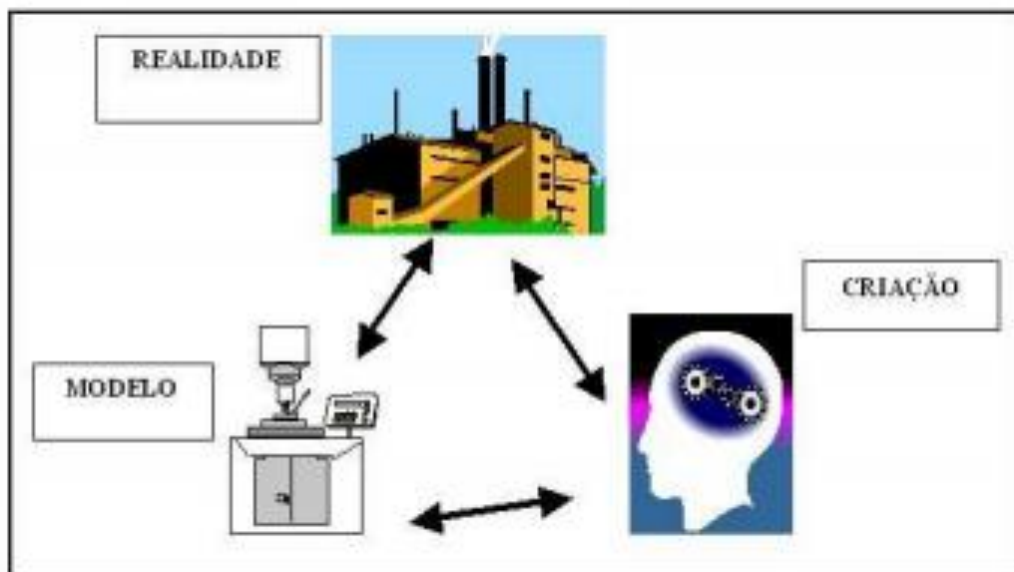


Figura 1 Realidade x Modelo.
Fonte: Duarte (2003)

A simulação não é uma ferramenta mágica que substitui o trabalho de interpretação, mas sim uma ferramenta poderosa, capaz de fornecer resultados para uma análise elaborada a respeito da dinâmica do sistema. Desta maneira, a simulação permite uma interpretação mais profunda e abrangente do sistema estudado (DUARTE, 2003).

Um estudo que adota como princípio a simulação se bem conduzido, torna-se chave no auxílio à organização do processo de tomada de decisão da empresa e identificação de evidências de áreas problemáticas (LOWERY, 1996).

A abordagem da modelagem através simulação oferece uma maneira confiável de lidar com a singularidade inerente aos processos das organizações de saúde (BRAILSFORD, 2007).

3.4 O SOFTWARE ARENA®

O Arena®, é um software que apresenta um sistema integrado de simulação (Figura 2), que contém vários recursos para modelagem, animação, análise estatística e análise de resultados. O software Arena®, segundo Kelton e Sadowski (1998), possui as seguintes ferramentas:

- I. Analisador de dados de entrada (*Input Analyzer*);
- II. Analisador de resultados (*Output Analyzer*);
- III. Analisador de processos (*Process Analyzer*);
- IV. Otimizador (*Optquest*).

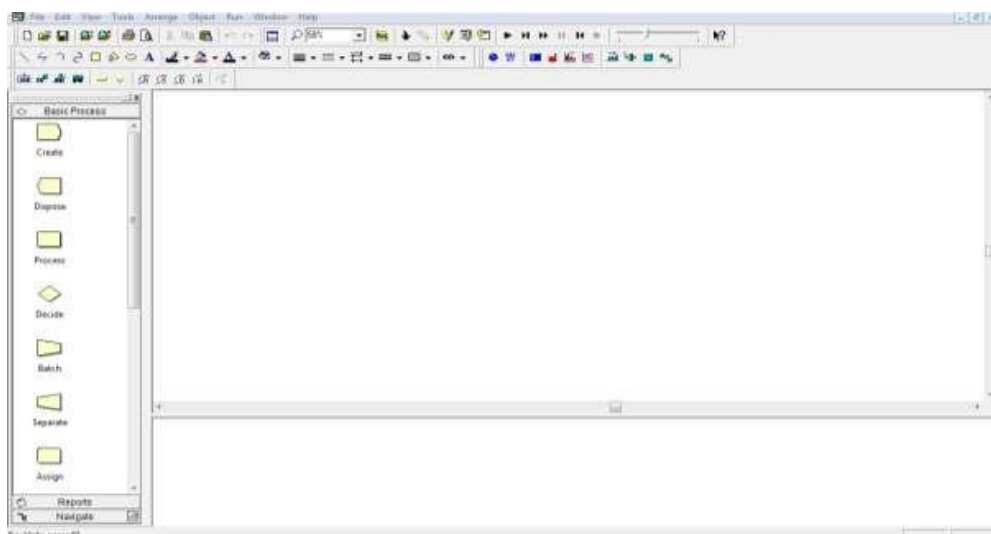


Figura 2 Software ARENA®
Fonte: O Autor

Este software, é composto por um conjunto de diferentes funções, utilizadas para descrever uma aplicação que trabalha a partir de uma linguagem de programação. Os elementos fundamentais de utilização do Arena®, são as entidades que representam as pessoas, objetos, transações, que se movimentam por todo sistema; a interface de trabalho mostra onde será realizado algum serviço ou transformação, e finalmente, o fluxo que a entidade percorrerá ao longo de estações.

Segundo Chiwf e Medina (2007) o Arena® é um dos softwares de simulação discreta mais utilizado no mundo empresarial e acadêmico, por isso optou-se pela sua utilização neste trabalho.

3.5 A TÉCNICA DE CRONOANÁLISE

Segundo Rudener (2011) a Cronoanálise, é uma técnica que visa a melhoria dos processos produtivos e foi desenvolvida no passado pelos trabalhos desenvolvidos por Frederick Taylor, que direcionou o estudo de tempos com a divisão das operações em elementos bem definidos associados ao ritmo de trabalho do operador.

A Técnica pode ser resumida como, aferição temporal na qual um trabalhador deve tomar para realizar determinada atividade, tarefa ou operação, com um desempenho razoável. Essa técnica de aferição, é denominada cronometragem.

Esse tempo demandado pelo trabalhador para realizar determinada atividade, é denominado tempo padrão. Esse tempo, pode variar de acordo com a experiência e julgamento do observador (ABREU et al, 2006).

3.6 O SOFTWARE OptQuest®

A simulação do posto de saúde foi realizada no software Arena e a otimização no software Optquest® (Figura 3).

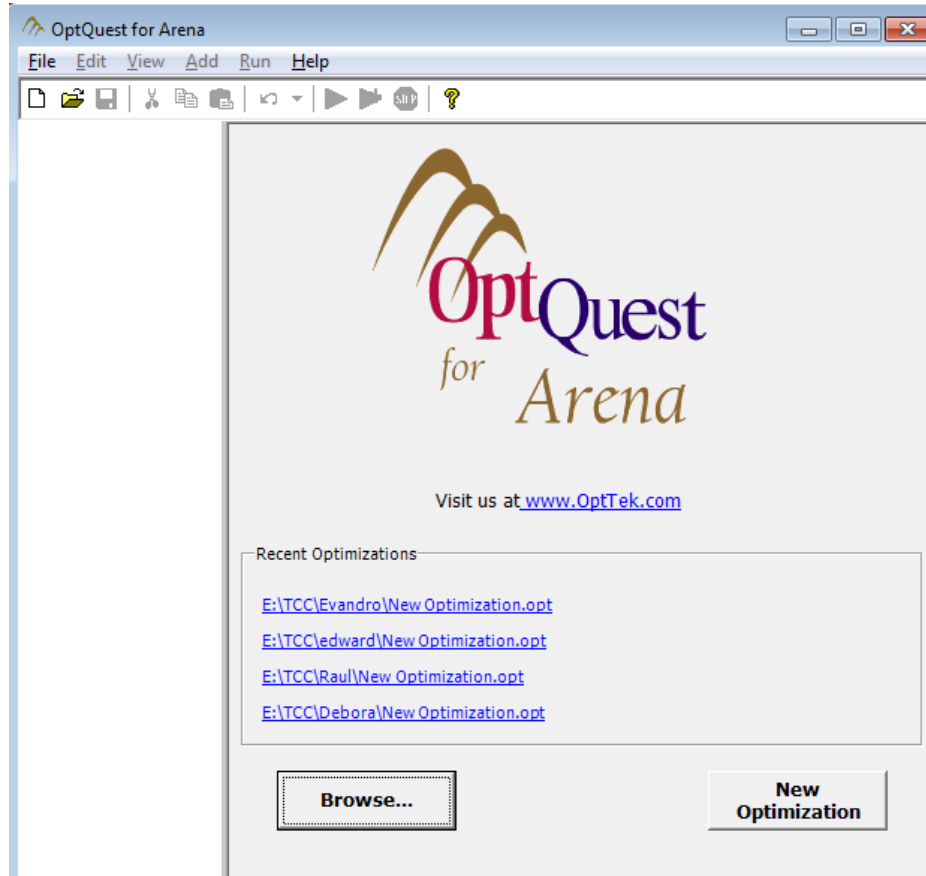


Figura 3 OptQuest
Fonte: O Autor

O OptQuest® é um aplicativo desenvolvido pela OptTek Systems, Inc., servindo como ferramenta de otimização customizada e aperfeiçoada para analisar e otimizar os resultados de simulações realizadas em software.

Exemplos de aplicações desse otimizador incluem:

- Calcular a melhor combinação de capacidades de recursos para maximizar a produtividade de um sistema;
- Requisitar condições, tais como medidas de satisfação do cliente para busca de soluções viáveis;
- Minimizar os custos e/ou maximizar os lucros.

Na (Figura 4) apresentam-se os softwares de simulação que utilizam o OptQuest®.












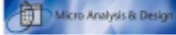




| APLICATIVO OTIMIZADOR | EMPRESA DESENVOLVEDORA | PAÍS SEDE | SOFTWARES DE SIMULAÇÃO | |
|--|--|--|--|--|
| | | | SOFTWARES | PARCERIA |
| OPTQUEST  | OPTEK SYSTEMS, INC  | ESTADOS UNIDOS  | ANYLOGIC <small>(EU TECHNOLOGIES, RUSSIA)</small> |  |
| | | | ARENA STANDARD EDITION |  |
| | | | ARENA PROFESSIONAL EDITION <small>(ROCKWELL AUTOMATION, EUA)</small> |  |
| | | | CRYSTAL BALL PROFESSIONAL <small>(DECISIONEERING, EUA)</small> |  |
| | | | CSIM 19 <small>(MESQUITE SOFTWARE, EUA)</small> |  |
| | | | ENTERPRISE DYNAMICS SIMULATION SOFTWARE <small>(PRODUCTION MODELING CORP, EUA)</small> |  <small>Data driven productivity solutions</small> |
| | | | ENTERPRISE DYNAMICS STUDIO <small>(CONTROL ENTERPRISE DYNAMICS, HOLANDA)</small> |  |
| | | | FLEXSIM <small>(FLEXSIM SOFTWARE PRODUCTS, INC., EUA)</small> |  |
| | | | MICRO SANT CHARP <small>(MICRO ANALYSIS & DESIGN, EUA)</small> |  |
| | | | PROMODEL OPTIMIZATION SUITE <small>(PROMODEL CORP., EUA)</small> |  |
| | | | SERVICE MODEL OPTIMIZATION SUITE <small>(PROMODEL CORP., EUA)</small> |  |
| | | | SIMUL8 PROFESSIONAL <small>(SIMUL8 CORP., EUA)</small> |  |
| SIMUL8 STANDARD <small>(SIMUL8 CORP., EUA)</small> |  | | | |

Figura 4 Simuladores que utilizam o OptQuest®
 Fonte: Nascimento; Cruz, 2008.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 LOCAL DA PESQUISA

A Unidade de Saúde estudada, presta serviços destinados a suprir uma carência do bairro onde situa-se e tem como objetivo, o atendimento básico de saúde e atendimentos de menor urgência. A equipe de trabalho é composta por 1 Médico Clínico Geral, 1 Enfermeira, 2 Técnicos em Enfermagem 1 Secretária, 1 Fisioterapeuta e 1 Dentista.

A unidade, funciona cinco dias por semana (de Segunda-Feira a Sexta-Feira) 9 horas por dia. Possui capacidade para receber em média 100 pacientes por dia. A divisão dos atendimentos é feita em dois períodos, inicia-se na parte da manhã as 7:30 horas e estende-se até 12:00. No período da tarde o retorno ocorre as 12:30 e encerra-se as 17:00.

Em cada turno, são distribuídas até 50 fichas para atendimento, que são entregues geralmente por ordem de chegada, mas pode variar de acordo com a urgência, idade ou tipo de atendimento médico solicitado. No caso das fichas se esgotarem ou em casos de emergências, os pacientes são encaminhados para outra Unidade de Saúde, situada no centro da cidade, que possui maior estrutura e capacidade de atendimento.

4.1.1 Estrutura Física da Unidade de Saúde

A Unidade de Saúde, conta com uma sala de espera, onde ocorre a primeira triagem (entrega de senhas), com capacidade para alocar até 16 (dezesesseis) pacientes, três salas de atendimento médico, uma sala de injetáveis para pequenas medicações de emergência, uma sala destinada para a Pré Consulta, na qual é realizada a segunda triagem, antes dos pacientes receberem atendimento médico. Na (Figura 5) apresenta-se o *layout* da unidade de saúde.

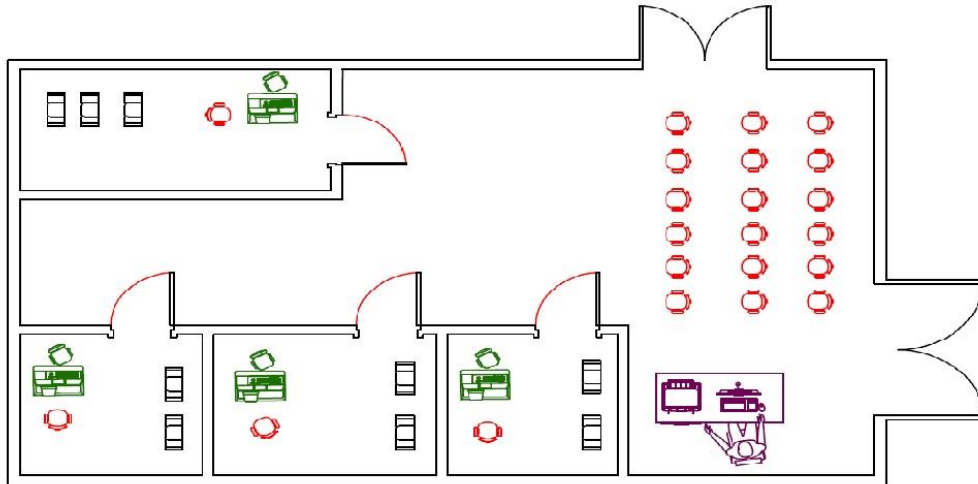


Figura 5 Layout do sistema
Fonte: O Autor

Delimitado o sistema a ser simulado e definido o objetivo do trabalho partiu-se então para a construção do modelo conceitual. A etapa de criação do modelo conceitual é o aspecto mais importante de um estudo de simulação (SARTOR et al., 2014).

O ponto de partida deste trabalho foi o modelo conceitual, que forneceu informações ao modelo computacional. A representação do modelo conceitual, na forma de Fluxograma, é apresentada na (Figura 6).



Figura 6 Fluxograma do sistema
Fonte: O Autor

4.2 TIPO DE PESQUISA

De acordo com Gil (2013), a pesquisa pode ser classificada como descritiva, uma vez que, ressalta as peculiaridades de determinada população, ou seja, visou analisar a demanda local que foi atendida pela unidade de saúde.

Exploratória, pois utilizou-se do intermédio de técnicas padronizadas como base na coleta de dados, como exemplo a observação contínua e sistemática na busca de melhor contextualização do objeto de estudo assim como breves entrevistas com a equipe envolvida.

Pode ser classificada também como estudo de campo, devido a ter analisado de forma aprofundada uma realidade específica, através da observação direta, buscando as explicações para os fatos, que na pauta do estudo, visou avaliar o tempo ocupado pelos pacientes no atendimento, fator este, que impactou diretamente na eficiência do serviço prestado.

A pesquisa, também teve abordagem quantitativa, que de acordo com Kauark, Manhães, Medeiros (2010) considera o que pode ser quantificável no estudo, em outras palavras, traduzir em números as informações a fim de analisá-las.

A técnica de Cronoanálise, foi utilizada e caracterizou de maneira marcante o caráter quantitativo da pesquisa, pois foi ser responsável por toda aferição temporal dos processos, sendo a base para coleta dos dados, que contribuíram para simulação no Software Arena.

4.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população de amostra para o estudo, foi constituída principalmente por pessoas que residem no bairro, uma vez que, estas unidades de saúde tem o enfoque direcionado ao atendimento de uma demanda local. Os pacientes foram selecionados aleatoriamente. À medida que adentravam na instalação física iniciava-se a marcação do tempo.

O tamanho de cada uma das amostras a serem cronometradas neste trabalho, foi obtida, para um nível de confiança de 95%, através da Equação (1) (MARROCO, 2003):

$$n_A = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \times S}{E} \right)^2 \quad (1)$$

onde:

n_A : número de indivíduos da amostra;

$Z_{\alpha/2}$: valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado;

S: desvio padrão;

E: erro máximo estimado.

4.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados, a partir da cronometragem do tempo em que os pacientes levavam para receber o atendimento na Unidade de Saúde. Para marcar o tempo foi utilizado um cronômetro, que possibilitou dividir o tempo em minutos, segundos e milésimos de segundos.

4.5 IDENTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS DO PROBLEMA

Após a visita ao local, identificou-se que para o estudo da simulação era preciso analisar os cinco processos básicos existentes no atendimento, assim, as variáveis de entrada consideradas foram:

I. **TEP (Tempo de Entrada dos Pacientes):** Representa o tempo, no qual, as pessoas que buscam atendimento gastavam para atravessar o portão de entrada até chegarem na portaria do estabelecimento.

- II. **TAR (Tempo de Atendimento na Recepção):** Tempo no qual o paciente levou para se deslocar para a retirada de senha.
- III. **TPP (Tempo de Pré Consulta):** Tempo de serviço que as enfermeiras levavam para aferir a pressão e realizar a pesagem do paciente.
- IV. **TF (Tempo de Fila):** Tempo que o paciente aguardava pelo atendimento do médico. Usado para validação do modelo.
- V. **TC (Tempo de Consulta):** Tempo que o paciente levava para ser atendido pelo médico.

4.6 VALIDAÇÃO DO MODELO

Uma das etapas mais importantes da simulação é a verificação e validação do modelo. Se o modelo não refletir o sistema real, as saídas do modelo vão influenciar negativamente na qualidade da decisão. A ideia principal da verificação é assegurar que o modelo não contenha erros de implementação das lógicas de funcionamento do sistema, tais como: rotinas de decisão, fluxo de entidades, atribuição de variáveis, entre outras. A validação tem como objetivo garantir que o modelo inicial está representando com acuracidade o sistema real.

Durante a verificação e validação do modelo foi seguida a orientação metodológica proposta por Sargent (2012). Destacando, neste caso, a consistência dos dados com as pessoas familiarizadas com o processo, no caso a enfermeira e o médico da unidade de saúde.

Na execução do procedimento de validação, para o sistema em estudo, utilizou-se também o erro médio estimado (Equação 3) (Montgomery, 2005):

$$SE = \sqrt{\frac{(SR-MD)^2}{GLR}} \quad (2)$$

onde:

SE – erro médio estimado;

SR – valor obtido a partir do sistema real;

MD – média dos valores gerados pelo modelo;

GLR – grau de liberdade considerando o número de replicações do modelo.

4.7 NÚMERO DE REPLICAÇÕES

Segundo Freitas Filho (2008), de uma maneira geral, a coleta de dados para a composição de uma amostra a partir da simulação de um modelo pode ser realizada de duas formas:

1. Fazer uso das observações individuais dentro de cada replicação. Por exemplo, pode-se simular o processo de atendimento de um caixa, em um banco, e utilizar o tempo que cada cliente esperou na fila do caixa para realizar uma estimativa do tempo médio de espera na fila. Neste caso, o tamanho da amostra será igual à quantidade de clientes que passaram pela fila ao longo do período simulado.

2. A segunda maneira de gerar a amostra é realizar n simulações (replicações). Assim, cada replicação gera um elemento para a amostra. Uma vez que estamos lidando com um sistema terminal no qual as condições iniciais e o período de simulação são fixos, a melhor maneira de garantir que os valores da amostra sejam estatisticamente independentes é obtê-los a partir de replicações independentes.

Neste trabalho, o número de replicações (n^*) foi obtido através da Equação (1) (Montgomery, 2005):

$$n^* = n \times \left(\frac{h}{h^*}\right)^2 \quad (3)$$

4.8 SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO

Para Fu (2002), na interação entre simulação e otimização, a última deve ser vista como uma ferramenta complementar à simulação. Neste processo, a otimização fornece as variáveis de uma possível solução (*inputs*) à simulação; esta, após todo o processo de simulação, fornece respostas (*outputs*) para a situação proposta, que retornam à otimização.

A otimização gera novas variáveis, utilizando técnicas específicas, que serão novamente testadas pela simulação. Este ciclo é repetido até sua parada, definida de acordo com o método de otimização utilizado.

A combinação entre simulação e otimização faz com que as respostas sejam mais eficientes, possibilitando uma melhor tomada de decisão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na (Figura 7) apresenta-se o modelo computacional implementado neste trabalho.

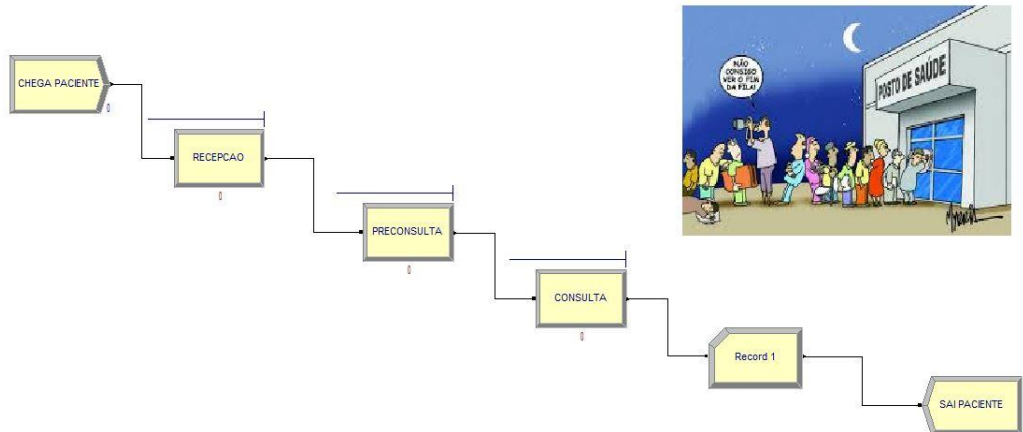


Figura 7 Modelo computacional
Fonte: O Autor

5.1 TRATAMENTO DE DADOS

Foi realizada uma avaliação descritiva completa dos dados coletados na unidade de saúde no software Statistica® versão 10. A Tabela 1 apresenta, como exemplo, os dados coletados dos Tempos entre Chegadas dos Pacientes (TEP).

-

Tabela 1 Análise dos dados - TEP

| Parâmetro analisado | TEP |
|-----------------------------|--------|
| Pontos | 200 |
| Média | 244,96 |
| Mediana | 250,89 |
| Mínimo | 136,4 |
| Máximo | 342,9 |
| 1 Quartil (Q ¹) | 212,5 |
| 3 Quartil (Q ³) | 275,1 |
| Desvio Padrão | 45,1 |
| Coefficiente de Variação | 18,43% |

Segundo Pimentel (2000), nos experimentos de campo, se o coeficiente de variação for inferior a 10% tem-se um coeficiente de variação baixo, de 10 a 20% médio, de 20 a 30% alto e acima de 30% muito alto.

Após a análise exploratória, realizou-se à análise de correlação entre os dados, ou seja, verificou se há dependência entre os valores das amostras. Na (Figura 8) é apresentado, como exemplo, o gráfico de dispersão dos Tempos entre Chegadas dos Pacientes no posto. Nessa figura pode-se observar que não há correlação entre as observações da amostra.

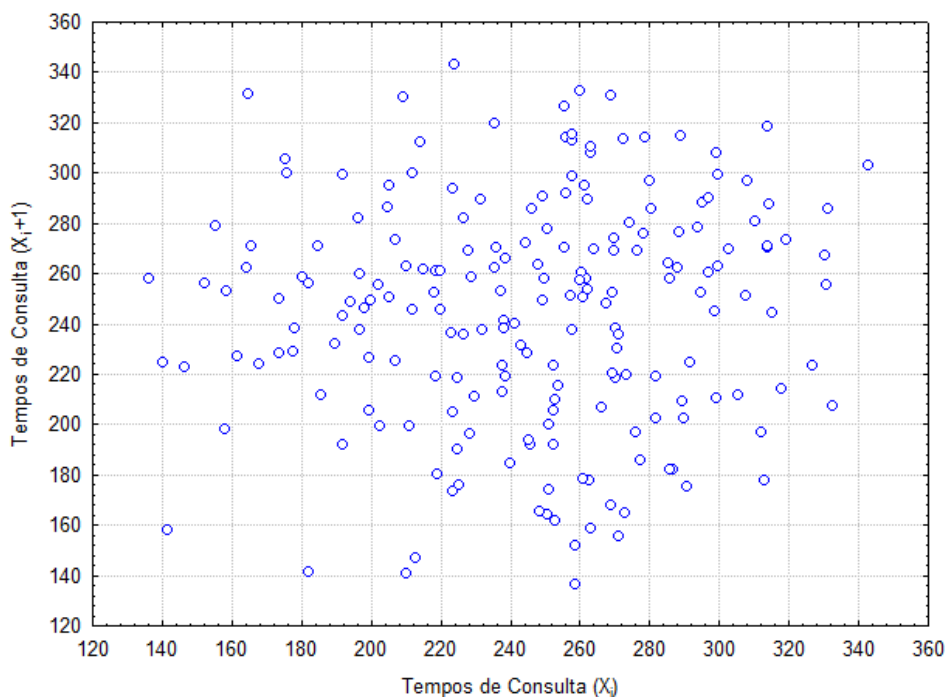


Figura 8 Gráfico de dispersão - TEP
Fonte – O Autor, 2013.

Na sequência, os dados foram plotados em forma de *boxplot* (Figura 9) para uma análise preliminar do comportamento das observações. A seguir, aplicou-se a técnica de identificação de *outliers* (valores fora da normalidade) apresentada na Tabela 2 (MORROCO, 2003). As razões mais comuns para o surgimento desses valores são os erros na coleta de dados ou eventos raros e inesperados. Os *outliers* considerados como extremos só foram descartados, das amostras, depois de uma análise criteriosa de suas causas. Os valores julgados como possíveis de ocorrer foram mantidos nas amostras.

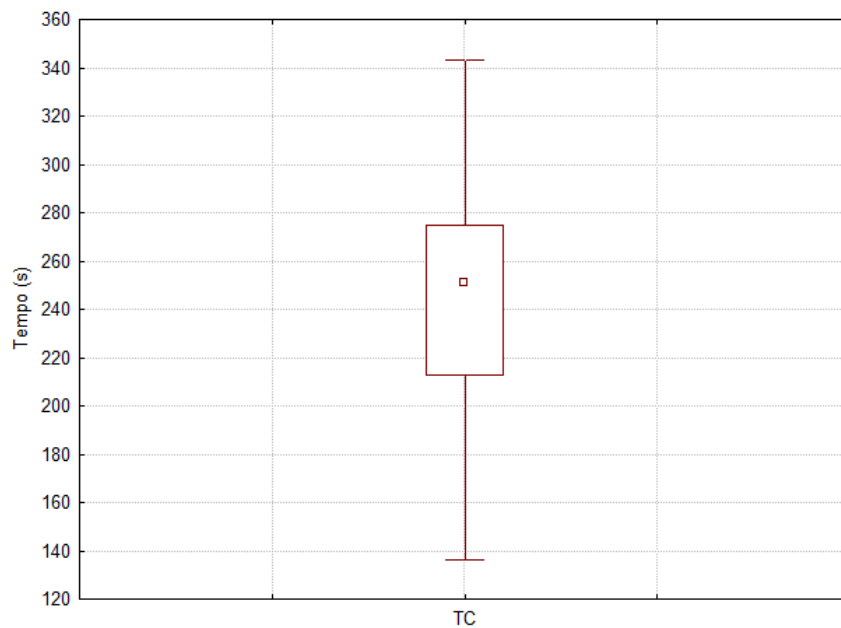


Figura 9 Boxplot - TEP
Fonte – O Autor, 2013.

Tabela 2 Identificação de outliers

| Outliers |
|--|
| $A=Q^3-Q^1$ |
| Valor < $Q^1-1,5A$ - <i>Outlier Moderado</i> |
| Valor > $Q^3+1,5A$ - <i>Outlier Moderado</i> |
| Valor < $Q^1-3,0A$ - <i>Outlier Extremo</i> |
| Valor > $Q^3+3,0A$ - <i>Outlier Extremo</i> |

Onde Q^1 e Q^3 são, respectivamente, os valores do primeiro e terceiro quartis, assim a amplitude entre inter-quartil “A” é calculada pela diferença: $A=Q^3-Q^1$.

Após a análise dos dados cronometrados no sistema, através de técnicas estatísticas (MARIN; TOMI, 2010), o passo seguinte foi determinar as curvas de distribuição teórica de probabilidades que melhor representem o comportamento estocástico do sistema em estudo, através da ferramenta *Input Analyzer* do Arena®. Como os *p-values* dos testes de aderência: teste Chi Square e do teste Kolmogorov-Smirnov são maiores que o nível de significância adotado (0,1) (CHIWF; MEDINA,

2007), concluiu-se que as distribuições, apresentadas na Tabela 3, são as expressões que melhor se adaptaram aos dados coletados no sistema.

Tabela 3 Distribuição de probabilidades

| Item | Distribuição |
|------|-----------------------|
| TEP | 9+ GAMM(3.34,0.867) |
| TAR | UNIF(3.21,8.36) |
| TPP | UNIF(121,330) |
| TC | TRIA(125,251,350) |

Na (Figura 10) apresenta-se, como exemplo, a distribuição de probabilidade para o Tempo de consulta (TC).

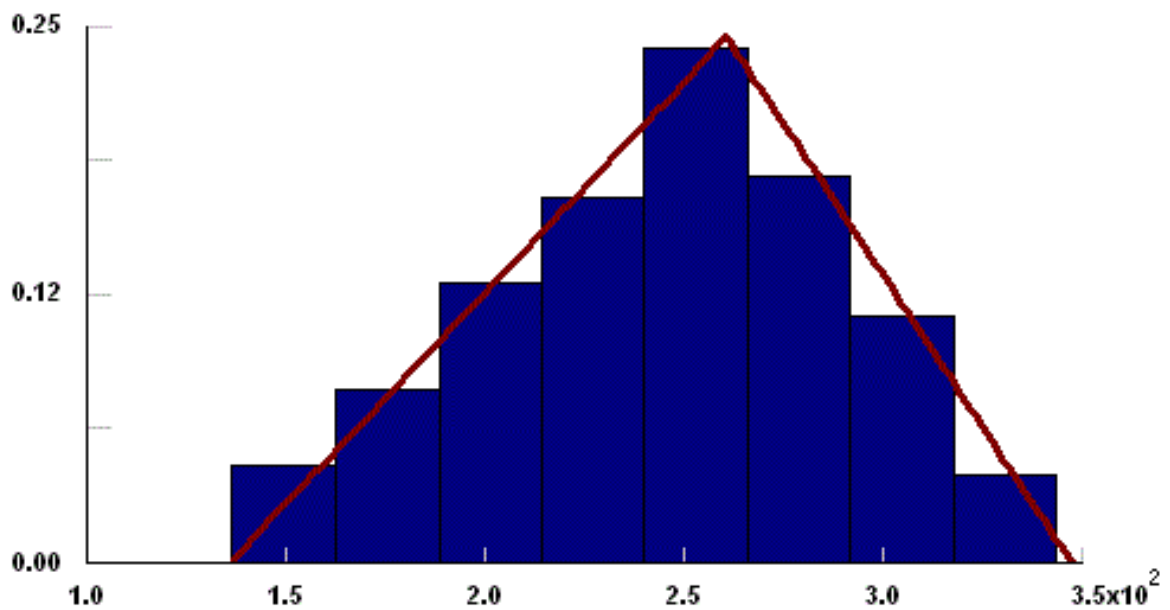


Figura 10 Distribuição de probabilidade - TC
Fonte – O Autor, 2013.

JJ

5.2 VALIDAÇÃO DO MODELO IMPLEMENTADO

Inicialmente, a validação, do modelo computacional, foi realizada por meio da técnica face a face onde o modelo foi executado para os funcionários da unidade de

saúde, que o consideraram correto. Na sequência realizou-se uma comparação (Tabela 4) entre a média dos Tempos de Espera na Fila da Consulta, obtida do sistema real, com a média gerada pelo modelo para a variável Tempo Médio de Espera na Fila de Consulta (TFC). Nesta tabela apresenta-se, também, o erro médio estimado (SE, em decimal).

Tabela 4 Dados do sistema real e do modelo

| Tempo de Espera na Fila de Consulta (min) - TFC | | |
|--|-----------------------------|-----------|
| Sistema Real | Modelo Computacional | SE |
| 8,2 | 8,99±0,77 | 0,085 |

Através da análise dos resultados da Tabela 4 pode-se concluir que o modelo computacional apresenta uma boa aproximação, em relação ao Tempo de Espera na Fila da Consulta, com o sistema real.

5.3 OTIMIZAÇÃO

Identificou-se, através de observação *in loco*, que o “gargalo” do sistema em estudo, está na capacidade da sala de espera (máximo de 16 pacientes). Em dias de agendamento máximo, 50 consultas, a sala fica superlotada. Portanto, decidiu-se encontrar, por meio do software *optquest*, o número máximo de pacientes que podem ser atendidos na unidade de saúde no turno da manhã, com a condição de não ultrapassar a capacidade máxima da sala de espera.

O problema foi definido da seguinte forma:

- Função Objetivo:

Maximizar o número de pacientes atendidos na unidade de saúde no turno da manhã.

- Restrição:

(Fila Peso/Pressão + Fila Consultórios) \leq 16 pacientes

- Variáveis de controle:

Número de Agendamentos - Mínimo:35 - Máximo: 50.

O *Optquest* realizou 200 simulações, para encontrar a melhor solução segundo as opções e os parâmetros definidos. O melhor valor obtido para função objetivo, número máximo de pacientes atendidos no posto, são apresentados na (Figura 11 e 12).

| Best Solutions | | | | | |
|----------------|-------------------------------------|------------|-----------------|----------|-----------|
| | Select | Simulation | Objective Value | Status | num |
| ▶ | <input checked="" type="checkbox"/> | 20 | 41,000000 | Feasible | 41,399678 |
| | <input type="checkbox"/> | 21 | 41,000000 | Feasible | 41,099517 |
| | <input type="checkbox"/> | 35 | 41,000000 | Feasible | 41,438286 |
| | <input type="checkbox"/> | 36 | 41,000000 | Feasible | 41,016482 |
| | <input type="checkbox"/> | 38 | 41,000000 | Feasible | 41,585827 |
| | <input type="checkbox"/> | 39 | 41,000000 | Feasible | 41,326134 |
| | <input type="checkbox"/> | 46 | 41,000000 | Feasible | 41,709086 |
| | <input type="checkbox"/> | 48 | 41,000000 | Feasible | 41,063453 |
| | <input type="checkbox"/> | 50 | 41,000000 | Feasible | 41,221533 |
| | <input type="checkbox"/> | 52 | 41,000000 | Feasible | 41,837820 |

Figura 11 – Valor da função objetivo.
Fonte: O Autor.

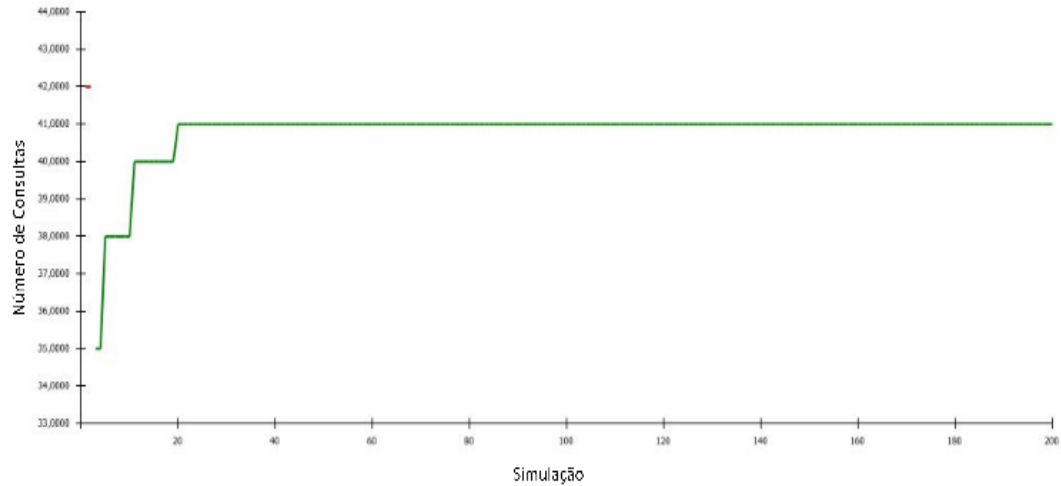


Figura 12 – Número máximo de pacientes
Fonte: O Autor.

5.4 SIMULAÇÃO

Para a realização da análise do sistema em estudo, são propostos dois cenários com o objetivo de observar a resposta do sistema a partir de alterações no número máximo de consultas. Os indicadores de desempenho utilizados para a análise são: a porcentagem de utilização dos funcionários (enfermeira e médico) e o tamanho da fila da sala de espera (Fila Peso/Pressão + Fila Consultório).

- Cenário 1 (Cenário atual): Número Máximo de 50 consultas.
- Cenário 2: (Otimização) Número Máximo de 41 consultas.

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos da simulação do sistema, para os dois cenários.

Tabela 5 Resultados de simulação dos cenários 1 e 2

| Cenários | Utilização | | | |
|----------|-------------------|-------------------|------------|---------|
| | Fila Peso/Pressão | Fila Consultórios | Enfermeira | Médicos |
| 1 | 20,68 | 2,14 | 89,5% | 95,7% |
| 2 | 13,91 | 1,33 | 73,5% | 78,5% |

Por meio dos resultados obtidos de simulação constatou-se que o cenário 1 é impraticável devido a superlotação da sala (23 pacientes) e ao alto grau de utilização do médico (95,7%) e da enfermeira (89,5%). Portanto, considerando os resultados apresentados na Tabela 5, pode-se afirmar que o cenário 2 é o melhor cenário simulado neste trabalho.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho apresentou-se a metodologia utilizada na implementação do modelo computacional usado para simular a dinâmica operacional do sistema de atendimento de uma unidade básica de saúde na região oeste paranaense.

Um das vantagens de se utilizar técnicas de simulação e otimização em conjunto é a possibilidade de descobrir com antecedência, o melhor resultado para um determinado contexto e se este é realmente possível.

De acordo com os resultados das análises procedidas concluiu-se que:

- o número máximo de consultas adotado atualmente na unidade de saúde é impraticável, devido ao alto grau de utilização dos funcionários (médico e enfermeira) e da superlotação da sala de espera;
- para melhorar o sistema de atendimento da unidade de saúde, deve-se atender no máximo 41 consultas.

A aplicação da simulação computacional gerou um conhecimento adicional à cerca do processo de atendimento para todos os envolvidos e possibilitou a identificação de oportunidades de melhorar o sistema de atendimento da unidade básica de saúde.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Y. F. M. de; SANTOS, G. P. S.; CARDOSO, L.; NUSS, L. F.; LIMA, F. N de. **Melhoria de processo: ganho no fluxo produtivo em linha de montagem.** Associação Educacional Dom Bosco (AEDB), Resende, 2006.
- ALMEIDA, M. R. I. de. **Atuação Estratégica da área de Gestão de Pessoas em Organizações de Saúde: Um estudo á luz da percepção dos profissionais da área. Gestão & Regionalidade.** v. 24. n. 71. Edição Especial. XI Semead, 2008.
- ALVES, R.; SANTOS, J. A. A.; SCHMIDT, C. A. P. **Aplicação dos princípios da teoria das restrições e de técnicas de simulação na gestão da dinâmica operacional de um pequeno restaurante: um estudo de caso.** *Revista Espacios*, v. 35, p. 21, 2014
- ANDERSON, E. W. & FORNELL, C. **The costumer satisfaction index as a leading indicator.** In: IACOBUCCI, D. & SWARTZ, T. (Org) *Handbook of Services Marketing and Management.* New York: Sage Publications, 1999.
- ARENALES, M. et al. **Pesquisa operacional: para cursos de engenharia.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- BALLOU, R. H. **Logística empresarial.** São Paulo: Editora Atlas, 1993.
- BAUMGARTHER, M.F AND MUSSULOINE, S. E. (2013). "A generalized baleen whale call detection and classification system," *J. Acoust. Soc. Am.* 129, 2889–2902.
- BANKS, J. **Discrete event system simulation.** New Jersey: Prentice Hall, 2009.
- BANKS, J. **Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications, and Practice.** New York: John Wiley & Sons, 1998.
- BRAILSFORD, S. C. **Advances and challenges in healthcare simulation modeling: Tutorial.** In: WINTER SIMULATION CONFERENCE, Washington, 2007.
- BRAND, A. F.; TOLFO, S. R.; PEREIRA, M. F.; ALMEIDA, M. I. R. de. **Atuação Estratégica da área de Gestão de Pessoas em Organizações de Saúde: Um estudo á luz da percepção dos profissionais da área.** 2004.
- BRANDÃO, S. M. C.; FERREIRA, S. P. **Setor Terciário, Dificuldades para sua definição.** São Paulo em Perspectiva, São Paulo, vol. 6. 1992.
- BRASIL **Ministério da Saúde. Manual do Humaniza: SUS.** Ministério da Saúde, 2013.
- CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e simulação de eventos discretos, teoria & aplicações.** São Paulo: Brazilian Books, 2007

CARNEIRO, W. M. **Experimento em um sistemas de filas utilizando a simulação computacional: um estudo de caso**. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2009, Rio de Janeiro, 2008.

DUARTE, R. N. **Simulação computacional: Análise de uma célula de manufatura em lotes do setor de auto-peças**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Itajubá, MG, UNIFEI, 2003.

FREITAS FILHO, P. J. de. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em Arena**. Florianópolis: Visual Books, 2008.

FU, M. C. Optimization for Simulation: Theory vs.Practice. **Journal on Computing**, v.14, n. 3, 2002.

GIANESI, I. G. N. & CORRÊA, L. H. **Administração Estratégica de Serviços: operações para a satisfação do cliente**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

GRAÇA, L. **Evolução do Sistema Hospitalar: Uma perspectiva sociológica**. Lisboa: Escola Nacional de Saúde Pública da Universidade Livre de Lisboa, 1996.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Anual de Serviços – PAS/2002**. Rio de Janeiro, 2002.

KAUARK, F. da S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da Pesquisa: Um Guia Prático**. Bahia: Via Litterarum, 2010.

KELTON, W. D.; SADOWSKI, R. **Simulation with arena**. New York: McGraw-Hill, 1998.

LOWERY, J. C. **Introduction to simulation in health care**. In: WINTER SIMULATION CONFERENCE, 1996, Coronado. Proceedings. Coronado: 1996. p. 78-84.

MARIN, T.; TOMI, G. F. C. **Modelagem de dados de entrada para simulação estocástica del lavra**. *Revista Escola de Minas*, v. 60, p. 559-62. 2010.

MARROCO, J. **Análise estatística de dados – com utilização do SPSS**. Lisboa: Sílabo, 2003.

MONTGOMERY, D. C. **Design and Analysis of Experiments**. New York: Wiley, 2005.

NASCIMENTO, M. R.; CRUZ, M. M. C. **A evolução do uso de aplicativos otimizadores em simulação de cadeia de suprimentos**. In: XXVIII CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO DE TRANSPORTES, 2009, Rio de Janeiro, 2008.

PAULINS, V. A. **Na analysis of customer service quality to college students as influenced by costumer appearance through dress during the in-store shopping process.** *Journal Retailing Consumer Service*, v.12, p.345-355, 2005.

PIMENTEL, F. G. **Curso de estatística experimental.** Piracicaba: Degaspari, Piracicaba, 2000.

PRADO, D. S. **Teoria das filas e simulação.** Série Pesquisa Operacional. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE, PB. **Regionalização do serviço de atendimento móvel de urgência de Campina Grande. Projeto de Regionalização do SAMU de Campina Grande-PB, elaborado de acordo com as Normas de Cooperação Técnica e Financeira de Programas e Projetos do Ministério da Saúde.** 2. ed. Campina Grande, 2003.

RUDENER, U. **Cronoanálise,** 2011. Disponível em:
<<http://www.mr.com.br/Artigos/ArtigosMr.aspx?ida=17&idc=1>>. Acesso: 20/05/12.

SARGENT, R. G. **Verification and validation of simulation models.** *Journal of Simulation*, v. 7, p. 12-24. 2012.

SARTOR, F.; SANTOS, J. A. A.; SCHMIDT, C. A. P. **Teoria das restrições e simulação aplicadas no gerenciamento de demanda de uma unidade de pronto atendimento.** *Revista Espacios*, v. 35, p. 19, 2014.