



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



**VICTOR MOURÃO E SILVA**

**ANÁLISE DO CONTROLE DE ESTOQUE DE MEDICAMENTOS EM UMA  
FARMÁCIA MUNICIPAL UTILIZANDO CLASSIFICAÇÃO ABC, XYZ, 123  
PREVISÃO DE DEMANDA E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL**

**OURO PRETO - MG 2024  
victor.mourao@aluno.ufop.edu.br**

**ANÁLISE DO CONTROLE DE ESTOQUE DE MEDICAMENTOS EM UMA FARMÁCIA MUNICIPAL UTILIZANDO CLASSIFICAÇÃO ABC, XYZ, 123 PREVISÃO DE DEMANDA E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

**Professor orientador:** Prof<sup>o</sup> Irce Fernandes Gomes Guimarães  
**Professor coorientador:** Prof<sup>o</sup> Aloísio de Castro Gomes Junior

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S586a Silva, Victor Mourão e.

Análise do controle de estoque de medicamentos em uma farmácia municipal utilizando classificação ABC, XYZ, 123 previsão de demanda e simulação computacional. [manuscrito] / Victor Mourão e Silva. - 2024. 80 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Irce Fernandes Gomes Guimarães.

Coorientador: Prof. Dr. Aloísio de Castro Gomes Junior.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia de Produção .

1. Farmácia. 2. Classificação. 3. Simulação (Computadores). 4. Arena (Programa de computador). 5. Controle de estoque. I. Guimarães, Irce Fernandes Gomes. II. Gomes Junior, Aloísio de Castro. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 658.5

Bibliotecário(a) Responsável: Cristiane Maria da Silva - CRB6-3046



**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**VICTOR MOURÃO E SILVA**

**ANÁLISE DO CONTROLE DE ESTOQUE DE MEDICAMENTOS EM UMA  
FARMÁCIA MUNICIPAL UTILIZANDO CLASSIFICAÇÃO ABC, XYZ, 123  
PREVISÃO DE DEMANDA E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção

Aprovada em 1 de outubro de 2024

Membros da banca

Dra. Irce Fernandes Gomes Guimarães - Orientadora (Universidade Federal de Ouro Preto)  
Dr. Aloísio de Castro Gomes Junior - Orientador ( Universidade Federal de Ouro Preto)  
Dr. Helton Cristiano Gomes - Membro UFOP ( Universidade Federal de Ouro Preto)

Dra. Irce Fernandes Gomes Guimarães , orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 03/10/2024



Documento assinado eletronicamente por **Irce Fernandes Gomes Guimaraes, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 02/10/2024, às 20:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0787333** e o código CRC **5F7795F2**.

## **AGRADECIMENTO**

À minha família pelo amor, apoio e confiança. Aos meus pais, por sempre acreditarem em mim e me ensinarem o valor do esforço e da dedicação. Aos meus irmãos, pela parceria e incentivo constantes, que tornaram essa caminhada mais leve e motivadora. A minha namorada Luisa, pela compreensão, paciência e apoio incondicional, especialmente nos momentos mais desafiadores. Aos meus colegas Talles, Luiz e Tiago por toda ajuda e parceria na montagem da simulação. E, por fim, aos meus orientadores, Prof<sup>a</sup> Irce Guimarães e Prof<sup>o</sup> Aloísio, cujos ensinamentos e orientações foram fundamentais para a realização deste trabalho. Agradeço pela paciência, dedicação e por sempre me incentivarem a buscar o melhor. Sem vocês, este projeto não teria alcançado os resultados que obtive.

*"O controle eficiente do Depósito de medicamentos em farmácias hospitalares é mais do que uma questão de logística; é uma questão de vida ou morte para muitos pacientes. A disponibilidade oportuna de medicamentos essenciais não apenas alivia o sofrimento, mas também salva vidas, garantindo que cada indivíduo receba o tratamento necessário quando mais precisa. Em um mundo onde a saúde é um direito fundamental, o controle eficaz do estoque é a base sobre a qual construímos um sistema de saúde verdadeiramente acessível e equitativo para todos."*

*Dr. Tedros Adhanom Ghebreyesus, Diretor-Geral da Organização Mundial da Saúde  
(OMS)*

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise do controle de estoque em uma farmácia municipal no Brasil, com foco na utilização das classificações ABC, XYZ e 123 para desenvolver uma gestão mais eficiente dos medicamentos. A abordagem inclui a aplicação de métodos quantitativos para previsão de demanda, destacando como técnicas estatísticas podem melhorar a acurácia das previsões. Além disso, os resultados de uma simulação computacional, realizada com o software Arena<sup>®</sup>, são apresentados, com o objetivo de analisar o uso de recursos e a redução de custos operacionais. O estudo também incorpora o uso do módulo OptQuest para otimizar as políticas de reposição e identificar cenários ideais. Os resultados demonstram uma redução significativa nos níveis de estoque sem comprometer o atendimento aos pacientes, com uma economia de até 15% nos custos de manutenção de estoque ao comparar o cenário atual com o proposto. O estudo reforça a importância de integrar sistemas de gestão de inventário e utilizar ferramentas tecnológicas para melhorar a eficiência na distribuição de medicamentos.

**Palavras-chave:** Controle de estoque, Farmácia Municipal, Classificação ABC, XYZ, 123, Simulação, Software Arena, OptQuest.

## ABSTRACT

This work presents an analysis of stock control in a municipal pharmacy in Brazil, focusing on the use of ABC, XYZ and 123 classifications to develop more efficient medication management. The approach includes the application of quantitative methods to forecast demand, highlighting how statistical techniques can improve the accuracy of forecasts. Furthermore, the results of a computer simulation, carried out with the Arena® software, are presented, with the aim of analyzing the use of resources and the reduction of operational costs. The study also incorporates the use of the OptQuest module to optimize replenishment policies and identify ideal scenarios. The results demonstrate a significant reduction in stock levels without compromising patient care, with savings of up to 15% in stock maintenance costs when comparing the current scenario with the proposed one. The study reinforces the importance of integrating inventory management systems and using technological tools to improve efficiency in the distribution of medicines.

**Keywords:** Inventory control, Municipal Pharmacy, ABC Classification, XYZ, 123, Simulation, Arena Software, OptQuest.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Armazenagem de medicamentos em prateleiras.....	20
Figura 2 Etapas da chegada de medicamentos.....	26
Figura 3 Interface do software Arena .....	44
Figura 4 Modelo conceitual .....	58
Figura 5 Gráfico de comportamento da distribuição do Diazepam .....	60
Figura 6 Gráfico de comportamento da distribuição do Clonazepam.....	60
Figura 7 Gráfico de comportamento da distribuição do Clonazepam frascos .....	60
Figura 8 Modelo do Arena.....	63
Figura 9 Diagrama de chegada de Diazepam.....	64
Figura 10 Fluxo do Diazepam.....	64
Figura 11 Comportamento da demanda de diazepam 10 mg durante a simulação.....	66
Figura 12 Comportamento da demanda de clonazepam 2 mg durante a simulação .....	67
Figura 13 Comportamento da demanda de clonazepam 2,5 mg durante a simulação .....	67
Figura 14 Sequência de simulações do OptQuest.....	69
Figura 15 Segunda sequência de simulações do OptQuest.....	72
Figura 16 Simulação de cenários no Process Analyzer .....	74

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Aspectos do Armazenamento e Distribuição de Ansiolíticos .....	25
Tabela 2 Processo de Chegada de Medicamentos.....	29
Tabela 3 Métodos de Previsão de Demanda em Farmácias Municipais .....	36
Tabela 4 Resultados do Input Analyzer .....	61
Tabela 5 Variáveis de controle e limites iniciais .....	68
Tabela 6 Resultados da primeira execução do OptQuest.....	71
Tabela 7 Variáveis de controle refinadas .....	71
Tabela 8 Resultados da segunda execução do OptQuest .....	72
Tabela 9 Resultado sugerido pelo OptQuest.....	72

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	12
1.1.	Considerações iniciais .....	12
1.2.	Objetivos .....	13
1.2.1.	Objetivo geral.....	13
1.2.2.	Objetivos específicos .....	14
1.2.3.	Hipóteses da pesquisa .....	14
1.3.	Relevância do estudo.....	14
1.4.	Estrutura do trabalho de final de curso .....	16
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1.	Cadeia de suprimentos.....	17
2.2.	Armazenamento e distribuição de medicamentos.....	18
2.2.1.	Métodos de armazenamento.....	19
2.2.2.	Armazenagem de medicamentos.....	20
2.2.3.	Organização do armazenamento .....	21
2.2.4.	Preparação para distribuição.....	22
2.2.5.	Distribuição de medicamentos .....	23
2.3.	Desafios e considerações para o armazenamento e distribuição de medicamentos .....	24
2.4.	Processo de chegada de medicamentos.....	25
2.5.	Recepção de entregas .....	27
2.6.	Recebimento pelos clientes .....	28
2.7.	Conferência de quantidades .....	29
2.8.	Entrega e transporte .....	30
2.9.	Previsão de demanda .....	31
2.9.1.	Métodos qualitativos .....	32
2.9.2.	Métodos quantitativos.....	33
2.10.	Implementação prática .....	34
2.11.	Simulação de eventos discretos e diagrama de ciclos de atividades (DCA) ...	36
3.	GESTÃO DE ESTOQUE .....	38
3.1.	Classificação de inventário .....	39
3.2.	Classificação ABC .....	40
3.3.	Classificação XYZ .....	41
3.4.	Classificação 123 .....	41
3.5.	Métodos de controle de estoque: ponto de pedido e revisão periódica.....	42

3.6.	Tecnologias utilizadas em gestão de estoque farmacêutico .....	42
3.7.	Método de análise de estoque pela simulação computacional .....	43
3.7.1.	Fundamentos da simulação computacional .....	44
3.7.2.	Ferramentas de simulação na gestão farmacêutica .....	44
3.8.	Tipos de modelos de simulação .....	46
3.8.1.	Simulação na gestão de estoque de medicamentos .....	47
3.9.	Elementos e fases de um estudo de simulação .....	48
3.10.	Otimização da simulação .....	48
3.11.	Benefícios e desafios da simulação computacional .....	49
3.11.1.	Contextualização da simulação .....	50
3.11.2.	Aplicação da simulação no controle de estoques de medicamentos .....	50
4.	<b>SOFTWARE ARENA E SUAS FERRAMENTAS</b> .....	51
4.1.	O papel do optquest na otimização .....	51
4.2.	Análise do input analyzer .....	52
4.3.	Integração do optquest e input analyzer no contexto de estoque .....	52
4.4.	Aplicações práticas e resultados obtidos com o software arena .....	53
4.5.	Integração de simulação e otimização na gestão de estoques .....	53
5.	<b>METODOLOGIA</b> .....	54
5.1.	Classificações dos medicamentos .....	55
5.2.	Construção do diagramas de ciclos de atividade .....	58
5.3.	Coleta e tratamento de dados .....	58
5.4.	Modelo no software arena .....	62
5.5.	Descrição do modelo .....	63
5.6.	Gráficos de estoque .....	65
5.7.	Optquest .....	68
5.8.	Process analyzer .....	72
6.	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	75
6.1.	Discussão das hipóteses .....	75
6.2.	Objetivos alcançados .....	76
6.3.	Detalhamento das melhores práticas identificadas .....	76
6.4.	Impacto da simulação em diferentes cenários de estoque .....	76
6.5.	Optquest .....	77
6.6.	Primeira fase dos resultados .....	77
6.7.	Segunda fase dos resultados .....	77
6.8.	Resultado sugerido pelo optquest .....	78

<b>6.9.</b>	<b>Aplicação prática.....</b>	<b>79</b>
<b>6.9.1.</b>	<b>Limitações e sugestões.....</b>	<b>79</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>80</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>81</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A gestão de inventários no setor farmacêutico, especialmente em farmácias municipais, tem se tornado cada vez mais relevante devido à influência da globalização e ao avanço das tecnologias. Esses fatores complexificaram as cadeias de suprimentos e exigiram uma adaptação contínua dos métodos de previsão de demanda e controle de estoques para garantir o abastecimento eficiente de medicamentos. Neste contexto, torna-se fundamental evitar tanto o desperdício quanto o desabastecimento, equilibrando a oferta e a demanda de produtos essenciais para a saúde pública.

O presente estudo examina o impacto desses desafios, com ênfase na importância de uma gestão estratégica de estoques nas farmácias que atuam em parceria com o Sistema Único de Saúde (SUS). Além de assegurar a disponibilidade de remédios à população, essa gestão influencia diretamente a qualidade do atendimento farmacêutico, reforçando a necessidade de práticas eficientes que promovam a sustentabilidade operacional e o bem-estar dos pacientes. Para otimizar ainda mais essa gestão, o estudo utiliza o OptQuest, integrado ao software de simulação Arena®, como ferramenta de otimização das políticas de reposição de estoque, permitindo a exploração de cenários ideais e a minimização de custos operacionais.

### 1.1. Considerações Iniciais

No contexto da globalização e do avanço tecnológico, a gestão de inventário tornou-se um setor vital para a eficiência operacional, especialmente em segmentos como o farmacêutico. A globalização aumentou a complexidade das cadeias de suprimentos, modificando a forma como as farmácias gerenciam seus fornecedores e seus estoques. Historicamente, a proximidade geográfica entre fornecedores e farmácias era um fator determinante na escolha dos mesmos. No entanto, com o avanço das tecnologias e a integração global, fatores como qualidade, prazo e confiabilidade passaram a ter maior relevância, tornando a gestão de fornecedores e estoques uma tarefa mais complexa (Chopra; Meindl, 2016).

No setor farmacêutico, a globalização impacta diretamente a disponibilidade e a gestão de medicamentos. Farmácias municipais enfrentam o desafio de equilibrar o fornecimento e a demanda de medicamentos para atender às necessidades da população, ao mesmo tempo em que evitam excessos, que podem resultar em desperdícios e aumento dos custos operacionais. Uma gestão de estoques eficiente é importante para garantir que os medicamentos estejam

disponíveis quando necessários, minimizando tanto a escassez quanto o excesso de produtos (Christopher, 2019).

Além disso, a utilização de modelos estatísticos na previsão da demanda de medicamentos é uma ferramenta importante para melhorar a gestão de estoques, contribuindo para a redução de custos e melhorando a disponibilidade dos itens (Hillier e Lieberman, 2013). Dessa forma, a integração de tecnologias e a análise preditiva tornam-se importantes para a eficiência das operações na cadeia de suprimentos global. Conclui-se, portanto, que o uso dessas ferramentas não apenas aumenta a precisão no controle de estoques, mas também promove uma cadeia de suprimentos mais ágil e responsiva, capaz de atender de forma eficiente às flutuações da demanda e garantir a continuidade no abastecimento de medicamentos essenciais.

O tema central deste trabalho é o controle de estoques de medicamentos em uma farmácia pública, onde a demanda é incerta e existe um tempo significativo de reabastecimento. O objetivo é melhorar a gestão dos estoques, minimizando tanto o desperdício quanto a falta de medicamentos essenciais. A variabilidade da demanda de medicamentos e as incertezas relacionadas ao tempo de reposição tornam o problema um desafio típico de otimização combinatória estocástica.

## **1.2. Objetivos**

Este estudo visa aprofundar a compreensão sobre as práticas de previsão de demanda e controle de estoque em farmácias municipais, com foco na análise de sua influência na disponibilidade de medicamentos. A partir de um diagnóstico detalhado, o trabalho busca não apenas identificar as práticas existentes, mas também propor melhorias que possam otimizar a gestão e o atendimento ao paciente. Com isso, almeja-se contribuir para a eficiência operacional das farmácias e garantir um serviço de saúde de qualidade para a população. A seguir, são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos que guiarão esta pesquisa, assim como as hipóteses a serem testadas e a relevância do estudo para o contexto atual da saúde pública.

### **1.2.1. Objetivo Geral**

O objetivo geral deste estudo é aplicar classificações ABC, XYZ, 123 e técnicas de previsão de demanda, integradas à simulação computacional por meio do software Arena, para otimizar o controle de estoque de medicamentos em uma farmácia municipal, visando à redução

de custos operacionais e à melhoria da eficiência no atendimento ao paciente.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Avaliar se o uso da simulação para previsão de demanda e administração de inventários contribui para uma gestão de estoque mais eficiente em farmácias.
- Avaliar como a aplicação das classificações ABC, XYZ e 123 pode contribuir para uma gestão de estoque mais eficiente em farmácias municipais.
- Comparar a eficácia da gestão de estoque entre farmácias que utilizam e não utilizam a simulação.
- Verificar como a classificação dos produtos pode auxiliar na gestão dos estoques.
- Analisar como os métodos de previsão de demanda propostos pela literatura podem melhorar a gestão de estoque e o atendimento ao paciente em farmácias municipais.
- Buscar otimização do cenário atual do estoque de ansiolíticos da farmácia, utilizando a ferramenta OptQuest.

### **1.2.3. Hipóteses da pesquisa**

- Farmácias que não utilizam a Curva ABC para a compra de medicamentos enfrentam maior dificuldade na gestão de estoque e na disponibilidade de produtos.
- A implementação de métodos de previsão de demanda pode melhorar significativamente a eficiência na administração de suprimentos em farmácias municipais, reduzindo a variabilidade e os desabastecimentos.
- O estudo por meio da simulação computacional pode possibilitar encontrar um cenário ideal ao comparar os resultados da simulação em diferentes cenários propostos.

## **1.3. Relevância do Estudo**

A administração de suprimentos em farmácias municipais é relevante para garantir a continuidade e a qualidade do atendimento à saúde pública. A gestão adequada dos estoques de medicamentos nas farmácias assegura a disponibilidade contínua dos produtos necessários,

especialmente em momentos de alta demanda e em situações emergenciais (Chopra; Meindl, 2016). O presente estudo se destaca por suas contribuições práticas e teóricas, beneficiando tanto a eficiência operacional quanto o avanço acadêmico.

Sob uma perspectiva prática, a implementação de métodos eficientes de controle de estoque pode minimizar o desperdício, evita a falta de medicamentos e otimiza o uso dos recursos disponíveis (Christopher, 2019). Esses fatores resultam em um atendimento mais consistente para os pacientes, com redução dos custos operacionais e aumento da satisfação dos usuários do sistema de saúde. Um controle de estoque bem executado previne desabastecimentos que podem comprometer a saúde da comunidade, principalmente em situações críticas.

No aspecto teórico, o estudo oferece uma contribuição relevante para o conhecimento da gestão de estoques em farmácias municipais, área ainda pouco explorada em comparação com outros setores da cadeia de suprimentos (Christopher, 2019). A aplicação de técnicas avançadas, como matrizes de qualidade e simulações computacionais, permite novas abordagens para a otimização da gestão de inventários e previsão de demanda. Esse conhecimento é útil tanto para futuras pesquisas quanto para a formulação de políticas públicas mais eficazes no setor de saúde (Chopra; Meindl, 2016).

Nos últimos anos, várias pesquisas têm se concentrado na gestão de estoques e na previsão de demanda no setor farmacêutico, evidenciando a crescente relevância dessas práticas para a eficiência dos sistemas de saúde. Entre os avanços mais notáveis estão os métodos de previsão de demanda, que utilizam técnicas estatísticas e algoritmos de aprendizado de máquina, demonstrando grande potencial para aumentar a precisão das previsões e, conseqüentemente, melhorar a gestão de estoques (Chopra; Meindl, 2016).

Outro aspecto importante a ser considerado é o papel das políticas públicas, especialmente no contexto do Sistema Único de Saúde (SUS), que influenciam diretamente a disponibilidade e a distribuição de medicamentos nas farmácias municipais. Estudos recentes mostram que essas diretrizes são fundamentais para o sucesso na gestão de suprimentos (Bowersox et al. 2013).

Portanto, o campo da gestão de estoques em farmácias municipais está em constante evolução, e o estudo das práticas atuais, aliado à aplicação de novas metodologias, contribui de forma significativa para a melhoria da eficiência e eficácia dos serviços farmacêuticos.

#### **1.4. Estrutura do Trabalho de Final de Curso**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) está organizado em seis seções principais, cada uma abordando aspectos fundamentais da pesquisa sobre a gestão de estoques e previsão de demanda em farmácias municipais.

- Capítulo 1: Introdução. Neste capítulo, são apresentadas as considerações iniciais, os objetivos da pesquisa, as hipóteses formuladas, e a relevância do estudo no contexto da saúde pública.

- Capítulo 2: Revisão Bibliográfica. Este capítulo aborda a fundamentação teórica necessária para entender a cadeia de suprimentos, com foco na gestão farmacêutica, além de discutir a previsão de demanda, gestão de estoque, e simulação computacional. A estrutura deste capítulo é subdividida em tópicos que detalham conceitos, desafios e metodologias relevantes.

- Capítulo 3: Metodologia. Este capítulo descreve a abordagem metodológica utilizada para a realização da pesquisa, incluindo a definição do tipo de estudo, a coleta de dados, e as técnicas de análise adotadas.

- Capítulo 4: Resultados e Discussão. Neste capítulo, os resultados obtidos são apresentados e discutidos à luz dos objetivos propostos, analisando as implicações práticas e teóricas dos achados da pesquisa.

- Capítulo 5: Considerações Finais. Por fim, este capítulo sintetiza as conclusões do estudo, destaca as contribuições para a prática da gestão de estoques em farmácias, e sugere direções para pesquisas futuras.

A estrutura delineada visa proporcionar uma compreensão abrangente e sistemática do tema, contribuindo tanto para a academia quanto para a prática profissional na área de saúde.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Este capítulo inicia com uma introdução ao conceito geral de cadeias de suprimentos, explorando em profundidade tópicos importantes de planejamento e controle da produção, como gerenciamento e classificação de estoques, além da previsão de demanda. O setor em que o estudo é conduzido também é contextualizado. Por fim, são discutidas as ferramentas de simulação e os métodos de classificação, que serão utilizados como metodologia no desenvolvimento da monografia.

Em seguida, realiza-se uma análise detalhada dos diferentes tipos de cadeias de suprimentos, destacando suas principais características e as variações que podem ocorrer conforme o setor de atuação. A relevância da integração entre os diversos elos da cadeia é enfatizada, demonstrando como a colaboração e a comunicação eficazes podem melhorar a eficiência e reduzir os custos operacionais.

### **2.1. Cadeia de Suprimentos**

A cadeia de suprimentos farmacêutica é um sistema integrado que abrange todas as fases do processo, desde a fabricação até a entrega dos medicamentos ao consumidor final. Este processo envolve diversos atores, como fabricantes, distribuidores, atacadistas e farmácias, todos desempenhando papéis importantes para garantir que os medicamentos estejam disponíveis quando forem necessários.

A gestão adequada da cadeia de suprimentos é relevante para manter a eficiência, reduzir custos e garantir a segurança dos produtos. A cadeia de suprimentos pode ser descrita como uma rede de organizações, pessoas, atividades, informações e recursos envolvidos no movimento de produtos ou serviços, desde os fornecedores até os consumidores finais. No contexto farmacêutico, essa rede inclui todos os processos relacionados à produção, armazenamento, distribuição e venda de medicamentos (Chopra; Meindl, 2016). A principal função desse tipo de cadeia de suprimentos é sincronizar a oferta e a demanda, garantindo que os medicamentos sejam entregues no tempo certo e nas quantidades adequadas, minimizando os custos associados ao armazenamento e transporte.

A gestão da cadeia de suprimentos farmacêutica é um processo importante que envolve a coordenação eficiente de atividades desde a fabricação de medicamentos nos laboratórios até a sua entrega ao consumidor final. Essa gestão assegura que os medicamentos estejam

disponíveis no momento certo, na quantidade adequada e em condições apropriadas, garantindo a efetividade do tratamento e a proteção do paciente.

A gestão eficiente da cadeia de suprimentos na indústria farmacêutica é relevante devido à complexidade e à sensibilidade dos produtos envolvidos. Os medicamentos necessitam ser guardados e transportados em condições rigorosamente controladas para evitar degradação, e qualquer falha nesse processo pode trazer sérias consequências para a saúde da população. Segundo Christopher (2016), a gestão da cadeia de suprimentos é um dos fatores que influenciam a capacidade das organizações de responder rapidamente às demandas do mercado, especialmente em setores onde a segurança e a qualidade dos produtos são fundamentais, como o farmacêutico.

Além disso, a globalização e a complexidade das cadeias de suprimentos farmacêuticas apresentam desafios adicionais, como a necessidade de conformidade com diferentes regulamentos internacionais. Para lidar com esses desafios, muitas empresas têm adotado tecnologias avançadas, como sistemas de gerenciamento da cadeia de suprimentos (SCM) e a integração de tecnologias de rastreamento, como a Internet das Coisas (IoT) e blockchain. De acordo com Pilar e Folha (2023), essas tecnologias permitem maior transparência e rastreabilidade ao longo da cadeia de suprimentos, o que é importante para garantir a integridade dos produtos farmacêuticos.

## **2.2. Armazenamento e Distribuição de Medicamentos**

A gestão eficiente do armazenamento de medicamentos pode assegurar que medicamentos ansiolíticos e antidepressivos estejam disponíveis para os cidadãos quando necessário. Esses medicamentos, importantes para o tratamento de condições de saúde mental, exigem uma gestão cuidadosa para garantir a eficácia e a segurança no uso.

Os ansiolíticos e antidepressivos, assim como outros medicamentos sensíveis, requerem cuidados específicos em relação ao seu armazenamento para preservar sua eficácia e garantir a segurança dos pacientes. As condições ambientais são de grande importância nesse contexto, uma vez que esses medicamentos devem ser armazenados em ambientes com temperatura e umidade controladas. De acordo com a Interfarma (2019), a temperatura ideal para o armazenamento desses fármacos compreende entre 15°C e 25°C, enquanto a umidade relativa deve ser mantida abaixo de 60%. Esses parâmetros são fundamentais para impedir a degradação dos princípios ativos e garantir que os medicamentos mantenham suas propriedades terapêuticas até o momento do uso.

Em regiões onde as variações climáticas são extremas, a instalação de sistemas de controle de temperatura e umidade pode ser uma solução eficaz para garantir que as condições ambientais permaneçam estáveis. Além disso, o uso de embalagens especializadas que ofereçam proteção contra umidade e luz também contribui para a preservação dos medicamentos (Chopra; Meindl, 2016).

Um aspecto importante é a segurança no armazenamento desses medicamentos. Devido ao potencial de abuso e à sensibilidade dos ansiolíticos e antidepressivos, é fundamental que sejam armazenados em locais seguros, com acesso restrito a profissionais devidamente autorizados. Isso previne roubos e desvios, além de evitar o uso inadequado ou ilegal. Christopher (2019) destaca que a adoção de protocolos de segurança, como câmeras de vigilância, cofres e sistemas de controle de acesso, é uma estratégia eficaz para assegurar a integridade do estoque.

Além disso, outro ponto importante na gestão desses medicamentos é o controle rigoroso das datas de validade. O vencimento de medicamentos é uma questão crítica, pois o uso de produtos fora da validade pode comprometer a saúde dos pacientes. Medicamentos vencidos perdem sua eficácia e podem gerar efeitos colaterais indesejados ou reações adversas. Christopher (2016) destaca que o monitoramento contínuo das datas de validade deve ser uma prioridade nas farmácias e instituições de saúde, garantindo que todos os medicamentos em uso estejam dentro do prazo recomendado.

### **2.2.1. Métodos de Armazenamento**

O armazenamento adequado de medicamentos é uma prática fundamental para garantir a eficácia dos tratamentos e a segurança dos pacientes. Diversos métodos de armazenamento são aplicados para otimizar a organização dos produtos, facilitar o controle e reduzir o risco de erros ou perdas.

O armazenamento em prateleiras é um dos métodos mais tradicionais e amplamente utilizados em farmácias e unidades de saúde. Nesse método, os medicamentos são organizados de acordo com sua classe terapêutica e frequência de uso, facilitando o acesso dos profissionais e a administração do estoque. Segundo a Interfarma (2019), a disposição dos medicamentos de uso frequente em locais de fácil acesso permite maior eficiência no atendimento, além de contribuir para a redução de erros operacionais durante a dispensação. A figura 1 ilustra o armazenamento em prateleiras.

Figura 1 Armazenagem de medicamentos em prateleiras



Fonte: (COMPROVEI, 2024).

Além do armazenamento físico, os sistemas de gestão de inventário desempenham um papel crucial na modernização e automatização do controle de estoques. A utilização de sistemas informatizados permite monitorar continuamente os níveis de estoque, controlar as datas de validade e gerenciar os abastecimentos de forma eficiente.

Como destacam Chopra e Meindl (2016), esses sistemas garantem que os medicamentos estejam disponíveis no momento certo, evitando tanto a falta quanto o excesso de produtos. Os sistemas informatizados, além de emitir alertas para reabastecimento e vencimento de medicamentos, geram relatórios detalhados que auxiliam na tomada de decisões estratégicas para o gerenciamento dos estoques (Christopher, 2019).

Portanto, tanto o armazenamento em prateleiras quanto o uso de sistemas de gestão informatizados são importantes para uma administração eficiente dos medicamentos, proporcionando segurança e eficácia no atendimento à saúde pública.

### **2.2.2. Armazenagem de Medicamentos**

O monitoramento rigoroso de temperatura e umidade é uma prática essencial para garantir a eficácia e a segurança dos medicamentos armazenados. A preservação das propriedades dos medicamentos depende de condições específicas de armazenamento, que devem ser mantidas dentro dos parâmetros estabelecidos para garantir que os produtos permaneçam eficazes e seguros para o uso. Isso frequentemente envolve a utilização de ambientes climatizados, que mantêm a temperatura e a umidade em níveis ideais. A

monitorização contínua dessas condições é necessária para detectar e corrigir qualquer desvio que possa comprometer a qualidade dos medicamentos (Interfama, 2019).

A adoção de sistemas de monitoramento de temperatura e umidade automatizados pode facilitar a manutenção dessas condições ideais e alertar rapidamente sobre qualquer variação que possa ocorrer. Tais sistemas são projetados para registrar dados em tempo real e fornecer alertas em caso de condições fora dos padrões estabelecidos, permitindo a implementação de ações corretivas imediatas e prevenindo danos aos medicamentos (Kumar, 2017).

O armazenamento de medicamentos também requer medidas rigorosas de segurança para proteger contra roubo e uso inadequado. Os medicamentos devem ser mantidos em locais seguros, com acesso restrito a pessoal autorizado apenas. A implementação de controles de acesso e sistemas de segurança, como câmeras de vigilância e alarmes, é importante para garantir que os produtos sejam protegidos contra possíveis furtos ou abusos. Esses cuidados não apenas protegem o inventário, mas também asseguram que os medicamentos sejam usados exclusivamente para os fins para os quais foram destinados (Interfarma, 2019).

A segurança no armazenamento de medicamentos é uma parte crítica da gestão de inventário, contribuindo para a integridade dos produtos e para a segurança pública. Medidas eficazes de controle e segurança ajudam a prevenir o desvio de medicamentos e asseguram que a distribuição dos produtos seja realizada de forma adequada e segura, atendendo aos requisitos regulamentares e às melhores práticas de mercado (Lopes et al, 2021).

### **2.2.3. Organização do Armazenamento**

O sistema de armazenagem é o conjunto de métodos e práticas que visam organizar e dispor produtos de maneira eficiente em um ambiente de estocagem, facilitando o acesso, controle e segurança dos itens armazenados. No contexto de farmácias municipais, a organização adequada do armazenamento pode garantir a disponibilidade de medicamentos essenciais, evitando tanto o desabastecimento quanto o excesso de produtos. A eficiência na organização de estoques permite melhorar o aproveitamento do espaço, a redução de perdas por vencimento e o aumento da agilidade no atendimento.

Segundo Paoleschi (2014), um sistema de armazenagem eficaz deve ser planejado com base em critérios como o tipo de produto, sua demanda e as condições necessárias para sua conservação. Medicamentos de alta rotatividade, por exemplo, devem ser armazenados em locais de fácil acesso, enquanto itens menos requisitados podem ser dispostos em áreas de menor movimentação. Além disso, a implementação de prateleiras e sistemas de controle

automatizado pode melhorar significativamente a gestão de estoques, garantindo uma organização lógica e ágil.

A correta rotulagem e identificação dos produtos é uma prática essencial em qualquer sistema de armazenagem. Todos os medicamentos devem ser devidamente etiquetados com informações como o nome do produto, data de validade, lote e instruções de conservação, o que facilita tanto a localização quanto o controle de inventário. Paoleschi (2014) reforça que a identificação clara e padronizada minimiza erros e garante a rastreabilidade dos itens, prevenindo falhas operacionais e garantindo que os medicamentos sejam utilizados dentro do prazo de validade.

#### **2.2.4. Preparação para Distribuição**

O processo de separação e embalagem desempenha um papel fundamental na garantia de que os medicamentos sejam distribuídos de maneira correta e segura. Antes de iniciar a distribuição, é importante separar os medicamentos de acordo com os pedidos dos clientes, assegurando que cada remessa esteja completa e corretamente identificada. Esta etapa envolve a organização dos produtos com base em suas prescrições e necessidades específicas, facilitando a precisão e a eficiência na entrega (Interfama, 2019).

A embalagem dos medicamentos deve ser realizada com atenção especial para preservar a qualidade dos produtos durante o transporte. É fundamental que os medicamentos sejam embalados de forma segura, utilizando materiais apropriados que protejam contra danos físicos e alterações nas condições ambientais. A embalagem deve também garantir que os produtos estejam protegidos contra fatores que possam comprometer sua eficácia, como umidade e variações de temperatura. A aplicação de técnicas adequadas de embalagem contribui para manter a integridade dos medicamentos até que eles cheguem ao destino final (Christopher, 2016).

Antes da distribuição dos medicamentos, uma verificação final é realizada para assegurar que todos os produtos embalados correspondam exatamente aos pedidos e estejam em conformidade com as prescrições médicas. Esta etapa é crítica para evitar erros e garantir que o cliente receba o medicamento correto, conforme prescrito. A verificação inclui a conferência das etiquetas, quantidades e qualquer documentação associada, assegurando que todas as informações estejam corretas e completas (Dos Santos; Uliana, 2020).

Essa verificação final serve como um controle de qualidade adicional para identificar e corrigir quaisquer discrepâncias antes que os medicamentos sejam enviados para os clientes. Garantir a precisão neste estágio ajuda a evitar problemas posteriores e assegura que a entrega

dos medicamentos seja realizada de forma eficiente e conforme as exigências regulamentares (Dos Santos; Uliana, 2020).

### **2.2.5. Distribuição de Medicamentos**

A distribuição de medicamentos é uma etapa importante que requer atenção a vários aspectos para garantir a segurança e a eficácia dos produtos fornecidos aos pacientes. Três áreas principais devem ser cuidadosamente gerenciadas durante esse processo: a verificação de prescrições, a entrega e transporte, e a documentação e monitoramento.

Primeiramente, a verificação de prescrições é importante para assegurar que o medicamento correto esteja sendo fornecido ao paciente certo. Essa etapa é fundamental para evitar erros de medicação e garantir a segurança do paciente. De acordo com a Interfarma (2019), a verificação adequada das prescrições ajuda a prevenir a distribuição incorreta e a garantir que os medicamentos atendam às necessidades clínicas específicas dos pacientes.

Em seguida, a entrega e transporte dos medicamentos, especialmente aqueles de natureza sensível como ansiolíticos e antidepressivos, deve ser realizada de forma segura para preservar as condições de armazenamento. É vital manter as condições adequadas de temperatura e umidade durante o transporte para garantir que os medicamentos não percam sua eficácia. Kumar (2017) destaca que a integridade do produto deve ser rigorosamente mantida durante o transporte para assegurar que os medicamentos permaneçam eficazes e seguros para o uso.

Por fim, a documentação e monitoramento das transações de distribuição são indispensáveis para manter registros precisos da origem e do movimento dos medicamentos. Manter uma documentação minuciosa é importante para lidar com problemas de qualidade ou recall, conforme afirmado por Pilar e Folha (2023). Dos Santos e Uliana (2020) enfatizam a importância de registros detalhados e a necessidade de auditorias regulares para garantir a conformidade com os regulamentos de integridade de dados.

Portanto, uma gestão eficaz da distribuição de medicamentos envolve uma combinação de verificação rigorosa de prescrições, cuidados adequados durante o transporte e um sistema robusto de documentação e monitoramento para garantir a segurança e a eficácia dos medicamentos fornecidos aos pacientes.

### **2.3.Desafios e Considerações para o Armazenamento e Distribuição de Medicamentos**

O armazenamento e a distribuição de medicamentos ansiolíticos e antidepressivos envolvem vários desafios e considerações importantes, particularmente no que diz respeito às regulamentações e aos riscos de desvios.

Regulamentações são um aspecto importante na gestão de medicamentos. O armazenamento e a distribuição de ansiolíticos e antidepressivos são altamente regulamentados para garantir a segurança e a eficácia dos tratamentos. As farmácias devem cumprir rigorosamente as normas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e outras autoridades de saúde, que definem requisitos específicos para a conservação e manejo desses medicamentos. De acordo com a Interfarma (2019), a conformidade com as regulamentações de Boas Práticas de Fabricação e Controle (CGMP) é importante para assegurar que os medicamentos sejam armazenados e distribuídos de maneira segura e eficaz.

O risco de desvios também é uma preocupação significativa devido à natureza dos medicamentos ansiolíticos e antidepressivos, que são suscetíveis a desvio e uso inadequado. Medidas rigorosas de controle e segurança são indispensáveis para mitigar esses riscos. Kumar (2017) destaca que a implementação de controles de segurança, como o monitoramento de acesso e o uso de sistemas de rastreamento, é fundamental para prevenir o desvio e garantir que os medicamentos sejam usados exclusivamente para os fins prescritos. Lopes et al (2021) reforçam a importância de medidas preventivas e de um sistema de auditoria robusto para manter a integridade e a conformidade regulatória.

Portanto, enfrentar os desafios relacionados às regulamentações e ao risco de desvios requer um compromisso contínuo com as normas estabelecidas e a implementação de práticas rigorosas de controle e segurança, assegurando que os medicamentos sejam manuseados e distribuídos de forma a proteger a saúde pública e a integridade do sistema de saúde. A tabela 1 que mostra os aspectos do armazenamento de remédios.

Tabela 1 Aspectos do Armazenamento e Distribuição de Ansiolíticos.

Aspecto	Armazenamento	Distribuição
Condições Ambientais	Temperatura controlada (15°C - 25°C)	Manter temperatura e umidade estáveis
Segurança	Acesso restrito	Transporte seguro e protegido
Controle de Validade	Monitoramento contínuo	Verificação de validade na entrega
Organização	Armazenamento por classe terapêutica	Verificação de prescrição
Sistemas de Gestão	Informatizado, controle de inventário	Registros detalhados e rastreabilidade

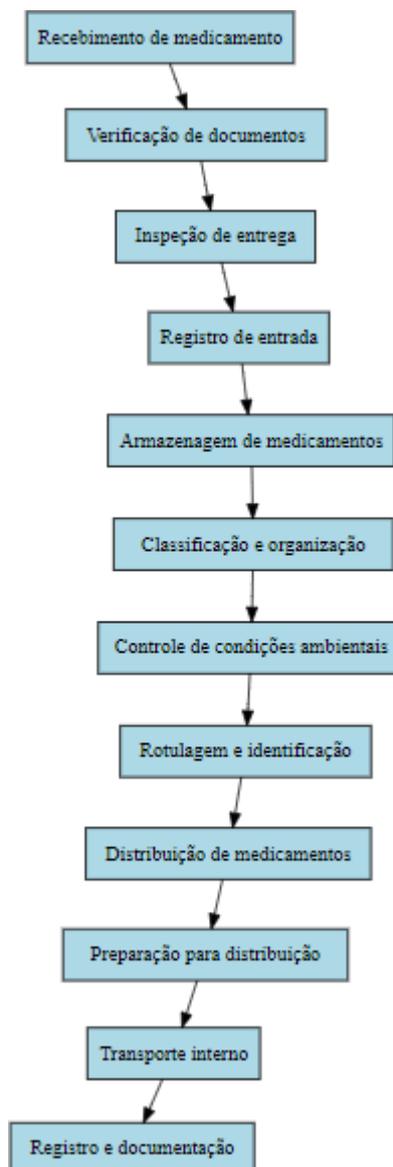
Fonte: (Adaptado de Moreno,1999)

O gerenciamento eficiente do armazenamento e da distribuição de medicamentos ansiolíticos e antidepressivos é crucial para garantir a segurança e a eficácia no tratamento. Compreender e aplicar as práticas recomendadas para armazenamento e distribuição ajuda a manter a integridade dos medicamentos e a satisfação dos pacientes, além de assegurar a conformidade com as regulamentações de saúde.

#### **2.4. Processo de Chegada de Medicamentos**

O processo de chegada de medicamentos em farmácias municipais envolve várias etapas cruciais para garantir que os produtos sejam recebidos, armazenados e distribuídos de maneira adequada e segura. Conforme ilustrado na Figura 2, o fluxo de medicamentos segue um ciclo que começa com o recebimento, passa pela conferência, armazenamento e termina com a disponibilização para distribuição aos pacientes. Cada uma dessas etapas exige cuidados específicos para garantir a integridade e a eficácia dos medicamentos.

Figura 2 Etapas da chegada de medicamentos



Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

Segundo Guedes et al. (2015), o recebimento de medicamentos no setor público envolve uma série de controles rigorosos, que são necessários para garantir a conformidade com as normas sanitárias e de qualidade. Primeiramente, os medicamentos são acompanhados por documentos como notas fiscais e certificados de qualidade, que são verificados no momento da entrega. A conferência desses documentos é essencial para garantir que os medicamentos estejam de acordo com o pedido realizado e dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente.

Após a conferência documental, ocorre a inspeção física dos medicamentos. Nessa fase, é verificado o estado da embalagem, a rotulagem e a integridade dos produtos. Medicamentos que apresentem sinais de dano, irregularidades na embalagem ou problemas na identificação

devem ser imediatamente reportados ao fornecedor, conforme indicado por Guedes et al. (2015). Esse cuidado garante que medicamentos comprometidos não sejam colocados em uso, preservando a segurança dos pacientes.

A etapa seguinte é o armazenamento dos medicamentos em condições adequadas. Guedes et al. (2015) ressaltam que o controle rigoroso de temperatura, umidade e organização é essencial para garantir que os medicamentos mantenham suas propriedades terapêuticas até o momento de seu uso. Farmácias municipais, portanto, devem assegurar que esses parâmetros sejam mantidos em níveis ideais, utilizando sistemas automatizados para monitorar as condições ambientais e alertar para qualquer desvio.

Por fim, a etapa de distribuição envolve a separação dos medicamentos para entrega aos pacientes ou para uso em unidades de saúde. A logística dessa distribuição deve ser cuidadosamente planejada para garantir que os medicamentos cheguem ao destino final dentro do prazo e em condições perfeitas de uso, conforme descrito por Guedes et al. (2015). O processo de distribuição também deve ser acompanhado de relatórios que permitam rastrear o lote e o destino de cada medicamento, garantindo a rastreabilidade e o cumprimento das normas de segurança.

## **2.5. Recepção de Entregas**

Ao receber medicamentos, a verificação da documentação que acompanha a entrega é um passo importante no processo de gestão de inventário. Essa documentação geralmente inclui notas fiscais e certificados de qualidade, que são essenciais para garantir que a remessa esteja correta e que os produtos atendam aos requisitos regulamentares estabelecidos. A conferência minuciosa desses documentos assegura que todos os detalhes da entrega correspondam às especificações da ordem de compra e que os medicamentos recebidos sejam autênticos e seguros para uso (Interfama, 2019).

Além da verificação documental, a inspeção física dos medicamentos é igualmente importante. Essa inspeção deve ser realizada para confirmar que os produtos estão intactos e não apresentam sinais de danos que possam comprometer sua qualidade e eficácia. A checagem física inclui a verificação das condições de embalagem e rotulagem dos medicamentos, assegurando que estes estejam dentro dos padrões exigidos pelas normas regulatórias e pelos requisitos de boas práticas de armazenamento (Interfama, 2019). É crucial que as embalagens estejam devidamente seladas e que os rótulos estejam legíveis e corretamente aplicados, pois

qualquer falha nesses aspectos pode indicar problemas na integridade do produto e afetar sua segurança e eficácia.

De acordo com Guedes et al. (2015), seguir rigorosamente essas etapas de verificação e inspeção não apenas assegura a qualidade e a segurança dos medicamentos, mas também fortalece a eficiência logística no setor público. O processo de recepção bem estruturado reduz o risco de inconsistências e problemas com os produtos, garantindo que os medicamentos cheguem em perfeitas condições e dentro das exigências regulatórias. Além disso, Guedes et al. (2015) enfatizam que uma gestão eficaz do transporte e armazenamento é crucial para manter a integridade dos produtos até a sua distribuição final, assegurando que o acesso aos medicamentos pela população ocorra de forma segura e oportuna.

## 2.6. Recebimento pelos Clientes

Ao chegar às farmácias, os medicamentos devem ser conferidos novamente para garantir que a entrega esteja completa e em conformidade com o pedido. Qualquer discrepância deve ser registrada e tratada conforme os procedimentos estabelecidos. A confirmação de recebimento é importante para assegurar que os produtos estão em boas condições e que a farmácia possa continuar operando de forma eficiente. Abaixo a tabela 2 mostra as etapas do processo de chegada de medicamentos.

Tabela 2 Processo de Chegada de Medicamentos

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>	<b>Aspectos a Considerar</b>
Recebimento	Verificação de documentação e inspeção física	Conferência de quantidades e qualidade
Armazenagem	Controle de temperatura, umidade e segurança	Organização por categorias e rotulagem
Distribuição	Preparação, embalagem, transporte e entrega	Verificação final e documentação de entrega

Fonte: Dados do estudo *in loco*, (2024).

O processo de chegada de medicamentos às farmácias envolve uma série de etapas críticas para garantir que os produtos sejam recebidos, armazenados e distribuídos de maneira segura e eficaz. A gestão adequada desses processos é importante para manter a qualidade dos medicamentos e assegurar que estejam disponíveis para os pacientes de forma oportuna e segura.

### **2.7. Conferência de Quantidades**

A contagem precisa dos produtos recebidos é uma etapa fundamental no processo de recebimento de medicamentos. É necessário conferir a quantidade de medicamentos recebidos com a nota fiscal e o pedido original para assegurar que tudo esteja conforme o solicitado. Caso sejam identificadas discrepâncias, estas devem ser registradas e investigadas de imediato para resolver quaisquer problemas e evitar complicações futuras. A identificação e a resolução rápida de discrepâncias ajudam a manter a integridade do inventário e a assegurar que todos os medicamentos estejam corretos e em quantidade adequada (Pilar; Folha, 2023).

Após a conferência dos medicamentos, é imperativo que as informações sobre os produtos recebidos sejam registradas no sistema de gestão de inventário da farmácia. Esse registro deve incluir a atualização dos níveis de estoque, garantindo que as informações estejam disponíveis e precisas para os processos subsequentes. A inserção correta dos dados no sistema de gestão é importante para manter um controle efetivo sobre o inventário, facilitar a previsão de demanda e assegurar que o reabastecimento e a distribuição sejam geridos de maneira eficiente (Chopra; Meindl, 2016).

A atualização sistemática das informações permite um monitoramento contínuo e preciso do estoque, contribuindo para a otimização dos processos operacionais e a manutenção de um nível adequado de medicamentos para atender às necessidades dos pacientes (Christopher, 2016). A integração eficiente desses procedimentos no sistema de gestão de inventário promove uma gestão mais eficaz e reduz a probabilidade de erros ou faltas de produtos essenciais.

### **2.8. Entrega e Transporte**

O transporte de medicamentos deve ser realizado sob condições rigorosamente controladas para garantir a manutenção da temperatura e a integridade dos produtos. É importante que o transporte seja efetuado utilizando veículos adequados, projetados e equipados especificamente para o transporte de medicamentos.

Esses veículos devem possuir sistemas de controle de temperatura que monitoram continuamente as condições internas, garantindo que os medicamentos sejam transportados em condições ideais e que qualquer variação seja imediatamente detectada e corrigida (Interfama, 2019).

Os veículos utilizados para o transporte de medicamentos devem atender a padrões específicos para assegurar que a qualidade dos produtos não seja comprometida durante o trajeto. É necessário que esses veículos estejam equipados com dispositivos de monitoramento e controle ambiental para manter a temperatura e outras condições adequadas, prevenindo alterações que possam afetar a eficácia dos medicamentos (Christopher, 2016).

O registro detalhado de todas as entregas é uma prática importante para garantir a rastreabilidade e a conformidade com as normas regulamentares. Cada entrega deve ser documentada com informações precisas, incluindo o horário e a data da entrega, o nome do responsável pela entrega e qualquer observação relevante sobre o processo. Esta documentação detalhada não só facilita a resolução de possíveis problemas, mas também assegura que os medicamentos foram entregues corretamente e de acordo com os requisitos estabelecidos (Dos Santos; Uliana, 2020).

## **2.9. Previsão de Demanda**

A previsão de demanda é um componente fundamental da gestão de estoques farmacêuticos, desempenhando um papel importante para garantir a disponibilidade dos produtos na quantidade certa, no momento certo e no lugar certo. Para farmácias municipais, onde a demanda por medicamentos pode ser altamente variável e influenciada por diversos fatores externos, a precisão na previsão de demanda torna-se ainda mais importante. A gestão eficaz dessa previsão permite otimizar os níveis de estoque, minimizar desperdícios, reduzir custos e melhorar a qualidade do atendimento à população.

A previsão de demanda é um componente fundamental na gestão de estoques farmacêuticos, desempenhando um papel importante para garantir a disponibilidade dos produtos na quantidade adequada, no momento certo e no local certo. Este aspecto é particularmente relevante para farmácias municipais, onde a demanda por medicamentos pode ser altamente variável e influenciada por uma série de fatores externos. Uma previsão de demanda precisa e bem gerenciada é importante para otimizar os níveis de estoque, minimizar desperdícios, reduzir custos e melhorar a qualidade do atendimento à população (Cupra; Meindl, 2016).

Chopra e Meindl (2016) destacam que a previsão de demanda em qualquer cadeia de suprimentos deve considerar a variabilidade natural do consumo, as incertezas no ambiente de negócios e as particularidades do mercado onde a organização atua. No setor farmacêutico, esses desafios são exacerbados pela natureza sensível dos produtos, como datas de validade e exigências específicas de armazenamento, e pela responsabilidade de fornecer medicamentos essenciais para a saúde pública. Em farmácias municipais, onde os recursos financeiros e humanos frequentemente são limitados, a precisão na previsão de demanda torna-se ainda mais crucial. Qualquer erro nesse processo pode levar a situações de desabastecimento ou excesso de estoque, ambos com repercussões significativas para a saúde pública e para a gestão financeira da farmácia (Christopher, 2016).

A previsão de demanda pode ser abordada por meio de métodos qualitativos e quantitativos, cada um com suas próprias vantagens e desvantagens. Métodos qualitativos, como previsões baseadas em opiniões de especialistas e pesquisas de mercado, são úteis quando há falta de dados históricos ou quando a demanda é influenciada por fatores subjetivos.

Por outro lado, métodos quantitativos, que utilizam dados históricos e técnicas estatísticas avançadas, podem oferecer maior precisão na previsão, especialmente quando os dados disponíveis são robustos e confiáveis. A escolha do método ou da combinação de métodos deve levar em conta o contexto específico da farmácia, a disponibilidade de dados históricos e a experiência dos profissionais envolvidos no processo de previsão (Kumar, 2017).

A aplicação eficaz de técnicas de previsão de demanda permite não apenas uma melhor gestão dos estoques, mas também contribui para a eficiência operacional e a satisfação dos usuários do sistema de saúde, assegurando que os medicamentos essenciais estejam sempre disponíveis quando necessários.

### **2.9.1. Métodos Qualitativos**

Os métodos qualitativos de previsão de demanda baseiam-se em julgamento e intuição, sendo amplamente utilizados em contextos em que os dados históricos são limitados ou onde se prevê que o futuro seja significativamente diferente do passado. Esses métodos são particularmente relevantes para farmácias municipais, onde mudanças nas políticas de saúde, campanhas de vacinação ou surtos de doenças podem criar padrões de demanda que não são facilmente capturáveis por métodos quantitativos tradicionais (Chwif; Medina, 2006).

Um dos métodos qualitativos mais confiáveis é a consulta a especialistas do setor, como farmacêuticos experientes, médicos e gestores de farmácias. Esses profissionais possuem um

conhecimento profundo sobre os padrões de consumo de medicamentos em suas comunidades, as tendências sazonais e as necessidades específicas da população. Por exemplo, farmacêuticos que atuam em áreas rurais podem prever um aumento na demanda por determinados medicamentos durante as estações chuvosas, devido ao aumento na incidência de doenças respiratórias. Chwif e Medina (2006) ressaltam que a experiência acumulada por esses profissionais é um ativo valioso, permitindo que as farmácias se preparem melhor para mudanças inesperadas na demanda.

Além disso, a opinião de especialistas pode ser usada para ajustar previsões baseadas em dados quantitativos, fornecendo um contexto mais amplo que pode não ser capturado apenas pelos números. Em situações de emergência, como pandemias ou surtos locais de doenças, a opinião de especialistas é crucial para prever a demanda por medicamentos específicos, como antivirais ou antibióticos, antes que os dados quantitativos estejam disponíveis (Chopra e Meindl, 2016).

Outro método qualitativo importante é a realização de grupos de foco, especialmente relevante em farmácias municipais que atendem populações diversas com necessidades específicas. Os grupos de foco reúnem diferentes *stakeholders*, como médicos, enfermeiros, representantes de pacientes e outros profissionais de saúde, para discutir as necessidades de medicamentos e identificar tendências emergentes. Por exemplo, um grupo de foco que incluía pediatras pode prever um aumento na demanda por vacinas ou medicamentos infantis em resposta a uma nova campanha de vacinação escolar.

Christopher (2019) argumentam que os grupos de foco são particularmente eficazes na identificação de necessidades emergentes que podem não ser imediatamente visíveis através de dados históricos. Isso inclui mudanças nos padrões de prescrição médica devido à introdução de novas diretrizes clínicas ou o impacto de campanhas de saúde pública que promovem a utilização de determinados medicamentos. Em farmácias municipais, onde as condições de saúde pública podem mudar rapidamente, os grupos de foco fornecem uma maneira ágil e reativa de ajustar as previsões de demanda.

## **2.9.2. Métodos Quantitativos**

Os métodos quantitativos de previsão de demanda utilizam técnicas estatísticas e matemáticas para analisar dados históricos e prever a demanda futura. Esses métodos se baseiam na premissa de que padrões passados de consumo podem ser projetados para o futuro, desde que não ocorram mudanças drásticas no ambiente de negócios.

Em farmácias municipais, onde o acesso a dados históricos de vendas e prescrições é frequentemente disponível, os métodos quantitativos oferecem uma abordagem sistemática e repetível para a previsão da demanda (Chopra; Meindl, 2016).

Entre os métodos quantitativos, os modelos estatísticos são amplamente utilizados. Os métodos de séries temporais, médias móveis e suavização exponencial são alguns dos mais comuns. As séries temporais analisam dados de demanda ao longo do tempo para identificar padrões sazonais, tendências de longo prazo e flutuações cíclicas.

Este método permite que as farmácias identifiquem e antecipem padrões de demanda baseados em ciclos históricos de consumo. A média móvel é uma técnica relativamente simples que suaviza variações de curto prazo para destacar tendências de longo prazo, enquanto a suavização exponencial atribui maior peso aos dados mais recentes, tornando-a útil em ambientes onde a demanda pode mudar rapidamente (Christopher, 2019).

Esses métodos são particularmente eficazes quando aplicados a produtos farmacêuticos com demanda relativamente estável e previsível, como medicamentos de uso contínuo ou vacinas sazonais. No entanto, como apontado por Chopra e Meindl (2016), esses métodos podem ter limitações na previsão da demanda por medicamentos de uso esporádico ou em situações de crises de saúde pública inesperadas.

Nessas situações, onde a demanda pode ser imprevisível ou sujeita a mudanças rápidas, os métodos quantitativos podem não capturar adequadamente as variações emergentes e as necessidades emergenciais, exigindo uma combinação com métodos qualitativos para uma previsão mais robusta.

## **2.10. Implementação Prática**

A integração com sistemas de gestão de inventário é uma prática cada vez mais adotada pelas farmácias municipais. Esses sistemas incorporam funcionalidades avançadas de previsão de demanda, permitindo que as farmácias acompanhem de forma mais eficaz o fluxo de medicamentos e ajustem seus níveis de estoque conforme necessário.

Segundo Pilar e Folha, (2023) a integração desses sistemas com dados de vendas e informações de prescrição é crucial para garantir que as previsões sejam baseadas em dados reais, o que melhora significativamente a precisão e a eficiência da gestão de inventário. Ao utilizar essas ferramentas, as farmácias conseguem otimizar seus processos logísticos e reduzir os riscos de desabastecimento ou de excesso de medicamentos no estoque.

Além da integração tecnológica, é fundamental que o processo de previsão de demanda seja continuamente revisado e ajustado. As farmácias municipais operam em um ambiente dinâmico, onde mudanças nas políticas de saúde pública, variações na demanda da população e até fatores sazonais podem impactar diretamente a necessidade de medicamentos. Para lidar com essas flutuações, é necessário realizar revisões periódicas das previsões e compará-las com a demanda real. De acordo com Chwif e Medina (2007), esse processo de revisão contínua permite que as farmácias ajustem suas estratégias de controle de estoque de maneira proativa, melhorando a precisão das previsões futuras e garantindo a disponibilidade dos medicamentos.

Ao implementar ajustes contínuos com base em dados atualizados, as farmácias também podem responder rapidamente a mudanças imprevistas nas necessidades da população, como o aumento da demanda por medicamentos em tempos de epidemias ou surtos locais.

Dessa forma, a gestão eficiente da previsão de demanda, apoiada por sistemas de tecnologia da informação, torna-se uma ferramenta estratégica essencial para garantir a qualidade do atendimento e a eficiência operacional nas farmácias municipais (Pilar; Folha, 2023). A tabela 3 abaixo mostra métodos de previsão de demanda que podem ser utilizados em farmácias municipais.

Tabela 3 Métodos de Previsão de Demanda em Farmácias Municipais.

<b>Métodos</b>	<b>Descrição</b>	<b>Aplicação em Farmácias Municipais</b>
Métodos Qualitativos	Consultas a especialistas e grupos de foco	Identificação de tendências emergentes e padrões locais
Modelos Estatísticos	Séries temporais, média móvel, suavização exponencial	Análise de dados históricos para prever demanda futura
Modelos de Regressão	Análise da relação entre demanda e variáveis explicativas	Ajustes baseados em variáveis sazonais e eventos específicos

Fonte: Dados do estudo (2024)

A previsão de demanda no setor farmacêutico é um processo complexo que exige a combinação de métodos qualitativos e quantitativos. Em farmácias municipais, onde os desafios específicos incluem variabilidade na demanda e restrições orçamentárias, a implementação eficaz de métodos de previsão é crucial para garantir a disponibilidade adequada de medicamentos e a eficiência na gestão de estoques. A adoção de técnicas apropriadas e a integração com sistemas de gestão são essenciais para otimizar a previsão de demanda e melhorar a resposta às necessidades da comunidade.

### **2.11. Simulação de Eventos Discretos e Diagrama de Ciclos de Atividades (DCA)**

A simulação de eventos discretos é uma técnica poderosa utilizada para modelar e analisar o comportamento de sistemas complexos, permitindo a criação de modelos computacionais que representam o fluxo e as interações de diferentes elementos ao longo do tempo. Essa abordagem é amplamente empregada em diversos setores, incluindo a gestão de estoques, para otimizar processos e prever resultados com base em diferentes cenários e variáveis.

Conforme destacado por Chwif e Medina (2006), a simulação de eventos discretos envolve a representação de um sistema em que as mudanças de estado ocorrem em momentos específicos, chamados de eventos discretos. Esses eventos podem incluir, por exemplo, a chegada de um medicamento em um sistema de inventário ou o atendimento de um paciente em uma farmácia. A principal vantagem dessa abordagem é a capacidade de analisar o comportamento do sistema em várias condições, identificando gargalos, otimizando recursos e melhorando a eficiência geral.

Saliby, Merhi e Miyashita (2002) explicam que a técnica é frequentemente usada em conjunto com ferramentas visuais, como o Diagrama de Ciclos de Atividades (DCA), que facilita a modelagem lógica de sistemas. A combinação da simulação de eventos discretos com o DCA possibilita uma compreensão clara do fluxo de processos e das interações entre os diferentes componentes do sistema.

Os Diagramas de Ciclos de Atividade (DCA) são uma metodologia amplamente utilizada para a modelagem lógica de problemas em simulações, sendo especialmente popular no Brasil e em diversos contextos profissionais. A técnica foi originalmente proposta por Tocher (1963) e, ao longo do tempo, tem sido amplamente desenvolvida e aplicada em diferentes estudos de simulação. Segundo a análise de Chwif e Medina (2006), o DCA é uma ferramenta central na simulação de sistemas complexos, devido à sua flexibilidade e clareza na representação de ciclos de atividades.

O DCA é composto essencialmente por três elementos: entidades, filas e atividades, os quais devem ser dispostos no diagrama de acordo com regras pré-definidas. Como apontado por Cruz et al. (2018), esses elementos são essenciais para descrever o estado das entidades em momentos específicos do processo. A primeira regra fundamental no DCA é a alternância entre atividades e filas dentro de um ciclo, uma característica que permite a fluidez e o controle na simulação dos processos. Além disso, a segunda regra estabelece que cada fila pode conter apenas um tipo de entidade, garantindo clareza na segmentação de processos. Já a terceira regra diz respeito à necessidade de que as entidades sigam ciclos fechados, permitindo a repetição contínua e controlada das atividades simuladas.

O resultado final da aplicação de um Diagrama de Ciclos de Atividade (DCA), conforme descrito por Chwif e Medina (2006), é a construção de ciclos de atividades interconectados que representam, de forma lógica e detalhada, o comportamento do sistema em análise. O analista é responsável por interpretar e abstrair da realidade observada quais atividades, filas e interações mais adequadamente descrevem o problema, resultando em um modelo coerente e representativo do sistema em simulação.

### 3. GESTÃO DE ESTOQUE

A gestão de estoque em farmácias é fundamental para garantir a eficiência operacional e a qualidade do atendimento ao paciente. Uma abordagem estratégica e bem estruturada é necessário para assegurar a disponibilidade contínua de medicamentos, minimizar desperdícios e controlar custos. Este processo inclui várias práticas e técnicas, que serão exploradas a seguir.

Primeiramente, a classificação de inventário é uma prática crucial na gestão de estoques farmacêuticos. A correta categorização dos medicamentos facilita a organização e a priorização dos itens com base em sua importância e demanda. O Christopher (2019) destaca que a categorização, como a classificação ABC, divide os medicamentos em três categorias: A (alto valor e baixo volume de consumo), B (valor e volume médios) e C (baixo valor e alto volume). Esta abordagem permite uma gestão diferenciada e mais eficiente dos recursos, facilitando a administração de estoques e a tomada de decisões.

O conceito de ponto de pedido é outro aspecto crucial na gestão de inventário. O ponto de pedido é definido como o nível de estoque no qual um novo pedido deve ser realizado para evitar a falta de medicamentos. A literatura aponta que esse conceito ajuda a manter o equilíbrio entre oferta e demanda, garantindo que os medicamentos estejam disponíveis sem excessos (Interfama, 2019). O cálculo do ponto de pedido deve considerar o tempo de lead time e a demanda média para assegurar um abastecimento eficiente e evitar a escassez ou o excesso de estoque (Kumar, 2017).

A revisão periódica dos níveis de estoque é uma prática importante para manter o controle e a precisão dos inventários. Este processo envolve a análise regular dos níveis de estoque e ajustes conforme necessários para assegurar que os medicamentos estejam dentro dos parâmetros desejados de disponibilidade e validade (Dos Santos; Uliana, 2020). A revisão pode ser realizada mensalmente, trimestralmente ou conforme a necessidade específica da farmácia, e é necessário para identificar e corrigir rapidamente problemas relacionados a excesso ou falta de estoque (Lopes et al, 2021).

Além disso, a tecnologia desempenha um papel significativo na gestão de estoque farmacêutico. O uso de sistemas informatizados de gestão de inventário permite o monitoramento em tempo real dos níveis de estoque, controle de validade e gestão de pedidos. Esses sistemas ajudam a automatizar processos e melhorar a precisão dos dados, reduzindo a probabilidade de erros e aumentando a eficiência operacional (Pilar; Folha, 2023). Ferramentas

de previsão de demanda e análise de dados avançados também são úteis para otimizar a gestão de inventário, permitindo previsões mais precisas das necessidades futuras e a adaptação rápida às mudanças na demanda (Kumar, 2017).

Entre as técnicas utilizadas para o controle de estoque farmacêutico, destacam-se os sistemas de gerenciamento de inventário, que facilitam a visualização e o controle em tempo real dos níveis de estoque (Pilar; Folha, 2023). Os modelos estatísticos também são importantes, pois utilizam dados históricos para prever a demanda futura de medicamentos, ajudando a ajustar os níveis de estoque conforme as tendências e padrões de consumo (Lopes et al, 2021).

Além disso, a análise de tendências é uma técnica que envolve o monitoramento contínuo das tendências de consumo e mudanças na demanda, com o auxílio de ferramentas analíticas para ajustar as estratégias de reabastecimento e evitar tanto a falta quanto o excesso de produtos (Interfama, 2019).

A gestão de estoque farmacêutico exige uma combinação de estratégias bem definidas, tecnologias avançadas e práticas de controle rigorosas para garantir que os medicamentos sejam disponibilizados de forma eficiente e segura, atendendo às necessidades dos pacientes e otimizando os recursos da farmácia.

### **3.1. Classificação de Inventário**

As classificações de inventário são ferramentas estratégicas que ajudam os gestores a tomar decisões mais informadas sobre a priorização e o controle de itens, com base em sua importância relativa e na variabilidade da demanda. Essas classificações permitem que o gerenciamento de estoque seja mais eficiente e focado, garantindo que os recursos sejam alocados de maneira otimizada para itens que exigem maior atenção. Dentre as classificações mais amplamente utilizadas, destacam-se as metodologias ABC, XYZ, e 123, que se complementam e oferecem diferentes perspectivas para a organização do inventário.

A classificação ABC, também conhecida como análise de Pareto, organiza os itens com base em sua importância financeira, utilizando o princípio de que uma pequena porcentagem dos itens (classe A) geralmente responde por uma grande porcentagem do valor total do estoque. Assim, os itens da classe A são aqueles que merecem maior atenção, controle e revisão, pois são de alto valor, enquanto os itens das classes B e C, de menor valor, podem ser geridos com menos rigor (Ballou, 2006). Este método é especialmente útil em farmácias e outras

instituições que trabalham com diversos produtos, ajudando a priorizar os medicamentos mais caros ou críticos.

Já a classificação XYZ foca na variabilidade da demanda dos itens. Itens classificados como X têm uma demanda estável e previsível, itens Y possuem uma variabilidade moderada, e itens Z apresentam alta variabilidade ou demandas esporádicas. Essa classificação é especialmente relevante em setores como o farmacêutico, onde alguns medicamentos podem ter uma demanda constante, como os de uso contínuo, enquanto outros, como vacinas sazonais, apresentam uma variabilidade maior. Segundo Chopra e Meindl (2016), essa classificação ajuda os gestores a ajustarem os níveis de estoque de acordo com a previsibilidade de demanda de cada item, evitando faltas ou excessos.

A classificação 123 é outra metodologia usada para organizar os itens de inventário com base em sua criticidade operacional, ou seja, sua importância para o funcionamento da operação. Itens classificados como "1" são considerados essenciais para a continuidade das atividades, como medicamentos de emergência em uma farmácia, enquanto os itens "2" e "3" têm uma importância menor. De acordo com Christopher (2019), essa classificação permite que as farmácias priorizem o estoque de medicamentos críticos para garantir que nunca falem em momentos de necessidade.

Essas classificações, quando combinadas, fornecem uma visão abrangente do inventário, permitindo que os gestores não só priorizem os itens mais valiosos, mas também levem em conta sua variabilidade de demanda e criticidade operacional.

### **3.2. Classificação ABC**

A classificação ABC é um método de categorização baseado na importância relativa dos itens de inventário. Os itens são classificados em três categorias:

**Categoria A:** Itens de alta importância que representam uma significativa proporção do valor total do inventário, mesmo que constitua uma pequena fração do número total de itens. Para esses itens, é necessário um controle rigoroso e contínuo, dado seu impacto substancial nas finanças da farmácia. A gestão de itens da Categoria A envolve práticas como revisões frequentes de estoque e análises detalhadas de demanda para evitar faltas e excessos (Chopra; Meindl, 2016).

**Categoria B:** Itens de importância intermediária que, apesar de não terem o mesmo impacto financeiro que os da Categoria A, ainda são significativos. Esses itens representam

uma quantidade moderada do valor do inventário e requerem um controle menos intensivo que os da Categoria A. As estratégias para a Categoria B incluem a aplicação de técnicas de previsão e controle de estoque menos frequentes (Christopher, 2016).

Categoria C: Itens de baixa importância que constituem a maior parte do inventário em termos de quantidade, mas com um impacto financeiro menor. O controle desses itens é mais relaxado, com foco na manutenção de níveis adequados para evitar excesso de estoque e desperdício. A gestão é geralmente mais simples e menos frequente para itens da Categoria C (Chopra; Meindl, 2016).

### **3.3. Classificação XYZ**

A classificação XYZ analisa a previsibilidade e variabilidade da demanda dos itens, ajudando a entender a consistência do consumo. Esta classificação é dividida em:

Categoria X: Produtos com demanda altamente previsível e constante. Esses itens apresentam padrões de consumo estáveis e previsíveis, permitindo um planejamento mais eficiente e menos complexo. A gestão destes itens é relativamente direta, com menor necessidade de ajustes frequentes (Chopra; Meindl, 2016).

Categoria Y: Produtos com demanda moderadamente variável, onde o padrão de consumo pode ser afetado por fatores sazonais ou eventos específicos. A gestão desses itens requer mais atenção para ajustar as previsões e controlar os níveis de estoque de forma dinâmica (Chopra; Meindl, 2016).

Categoria Z: Produtos com alta variabilidade na demanda, onde a previsibilidade é baixa e a demanda pode mudar de forma imprevisível. A gestão de itens da Categoria Z exige uma abordagem flexível e adaptativa, com técnicas para lidar com a incerteza e minimizar o risco de falta ou excesso (Chopra; Meindl, 2016).

### **3.4. Classificação 123**

A classificação 123 combina a prioridade e a importância dos itens de inventário para otimizar o gerenciamento:

Categoria 1: Itens de alta prioridade que são críticos para as operações da farmácia. Esses itens têm um impacto significativo na continuidade do serviço e devem ser monitorados de perto para garantir disponibilidade constante (Christopher, 2019).

Categoria 2: Itens de prioridade intermediária que são importantes, mas não tão críticos quanto os da Categoria 1. A gestão desses itens envolve uma abordagem equilibrada entre controle e custo (Christopher., 2019).

Categoria 3: Itens de baixa prioridade, que têm um impacto menor nas operações. A gestão desses itens pode ser menos intensa, com foco em evitar excessos e minimizar o impacto financeiro (Christopher, 2019).

### **3.5. Métodos de Controle de Estoque: Ponto de Pedido e Revisão Periódica.**

O ponto de pedido é um conceito fundamental na gestão de estoque que determina o nível no qual um novo pedido deve ser feito para evitar a falta de produtos. A fórmula básica para calcular o ponto de pedido é:

$$\text{Ponto de Pedido} = \text{Demanda Média Diária} \times \text{Tempo de Lead}$$

Onde: Demanda Média Diária é a quantidade média de produto consumido por dia. Tempo de Lead é o tempo necessário para que o pedido seja processado e entregue. O cálculo preciso do ponto de pedido é crucial para garantir que o estoque seja abastecido de forma oportuna, evitando tanto a falta de medicamentos quanto a sobrecarga de inventário. A determinação do ponto de pedido deve levar em consideração variáveis como variações na demanda, tempo de entrega e segurança de estoque (Chopra e Meindl).

A revisão periódica é uma abordagem sistemática onde o nível de estoque é verificado em intervalos regulares. Durante a revisão, o estoque atual é comparado com o nível desejado, e qualquer discrepância é ajustada. Essa abordagem permite identificar e corrigir problemas de estoque antes que se tornem críticos. Além disso, a revisão periódica ajuda a equilibrar o custo de manter um inventário excessivo com o risco de falta de produtos, melhorando a precisão da gestão de estoque (Rosa et al., 2010).

A implementação de revisões periódicas ajuda a adaptar a gestão de inventário às mudanças na demanda e nas condições de mercado, facilitando ajustes proativos para manter níveis de estoque adequados e minimizar custos operacionais.

### **3.6. Tecnologias Utilizadas em Gestão de Estoque Farmacêutico**

Os Sistemas de Gestão de Inventário (IMS) são ferramentas avançadas essenciais para a administração eficiente de estoques, integrando funções de rastreamento, previsão e

reabastecimento. Esses sistemas automatizam diversos processos, o que contribui para uma maior precisão dos dados e uma otimização do controle de inventário. Com a integração dos IMS nas farmácias, é possível obter uma visão em tempo real do estoque, facilitando a tomada de decisões informadas e a resposta rápida às necessidades dos pacientes (Chopra; Meindl, 2016).

Os softwares de previsão de demanda são outra ferramenta crítica na gestão de estoques. Esses softwares utilizam algoritmos sofisticados para analisar dados históricos e prever as necessidades futuras. Aplicando modelos estatísticos e técnicas de aprendizado de máquina, estes sistemas identificam padrões e tendências na demanda. A utilização de softwares especializados em previsão de demanda é necessário para ajustar os níveis de estoque de maneira precisa, o que reduz significativamente o risco de faltas e excessos (Christopher, 2016). A tecnologia de código de barras e RFID (Identificação por Radiofrequência) desempenha um papel fundamental no rastreamento e na gestão eficiente de inventário. Os códigos de barras permitem uma leitura rápida e precisa dos produtos, enquanto o RFID oferece rastreamento sem contato, proporcionando uma visão mais detalhada e em tempo real do estoque. A implementação dessas tecnologias ajuda a reduzir erros na entrada de dados, melhora a visibilidade do inventário e acelera os processos operacionais (Pilar; Folha, 2023).

A adoção de IMS, softwares de previsão de demanda e tecnologias como código de barras e RFID na gestão de estoque farmacêutico não apenas contribui para uma operação mais eficiente, mas também assegura a manutenção adequada dos níveis de medicamentos. Além disso, essas tecnologias ajudam a reduzir os custos operacionais e aprimorar a precisão do controle de inventário, garantindo que os medicamentos estejam disponíveis conforme a demanda e que o estoque seja gerido de forma eficaz.

### **3.7. Método de Análise de Estoque pela Simulação Computacional**

A simulação computacional é uma ferramenta fundamental para a análise e otimização de sistemas complexos, oferecendo uma visão detalhada e dinâmica dos processos em ambientes controlados. No contexto da gestão farmacêutica, ela se destaca por permitir a modelagem e a simulação de operações relacionadas ao estoque e à distribuição de medicamentos. Utilizando softwares especializados, como Arena e AnyLogic, é possível criar cenários virtuais que replicam o fluxo de medicamentos, testar diferentes estratégias de gestão e identificar potenciais problemas antes da implementação prática.

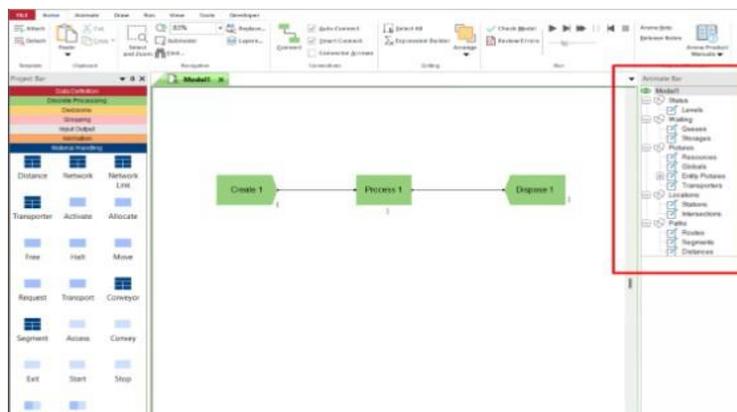
### 3.7.1. Fundamentos da Simulação Computacional

A simulação computacional é uma técnica que permite modelar o comportamento de sistemas reais ou hipotéticos por meio de representações matemáticas e computacionais. Em essência, a simulação cria um ambiente virtual onde se pode experimentar diferentes cenários, variando parâmetros e observando os resultados sem interferir diretamente no sistema físico (Banks et al., 2010). Essa técnica é especialmente útil para sistemas complexos, onde a experimentação no mundo real seria impraticável, arriscada ou custosa. No contexto da gestão de estoques de medicamentos, a simulação permite aos gestores entenderem como diferentes políticas de reabastecimento e variáveis, como tempo de entrega e demanda, afetam o desempenho do estoque (Law, 2020). Isso proporciona uma base sólida para a tomada de decisões informada, possibilitando a otimização dos recursos e a minimização dos riscos associados à falta ou ao excesso de medicamentos (Robinson, 2004).

### 3.7.2. Ferramentas de Simulação na Gestão Farmacêutica

A escolha da ferramenta de simulação é um fator crítico na aplicação dessa técnica na gestão farmacêutica. Softwares como Arena, AnyLogic e Simul8 são amplamente utilizados para criar modelos que simulam a operação de farmácias e a gestão de estoques de medicamentos. O Arena, por exemplo, é uma ferramenta de simulação de eventos discretos que permite aos usuários modelarem, analisar e otimizar o desempenho de sistemas logísticos complexos. Sua interface gráfica facilita a construção de modelos que replicam o fluxo de medicamentos dentro de uma farmácia, desde o recebimento até a entrega ao paciente, permitindo que gestores visualizem cada etapa do processo (Figura 3).

Figura 3 Interface do software Arena.



Fonte: Paragon (2022).

Além disso, o Arena proporciona uma análise quantitativa dos resultados da simulação, permitindo que os gestores comparem diferentes estratégias de gestão de estoque. Por exemplo, é possível modelar cenários que consideram variações na frequência de pedidos, tempos de entrega e flutuações na demanda de medicamentos. Isso é particularmente útil em farmácias que precisam manter um equilíbrio delicado entre a disponibilidade de medicamentos e a minimização de custos operacionais, como o armazenamento e a perda por vencimento.

O Arena é uma escolha ideal para farmácias que precisam de uma solução robusta para modelar e simular processos logísticos complexos, oferecendo uma combinação de poder analítico e facilidade de uso. Sua aplicação na gestão farmacêutica permite uma visão detalhada das operações, possibilitando uma tomada de decisão mais informada e eficaz.

Por outro lado, o AnyLogic se destaca por sua versatilidade, combinando múltiplas abordagens de simulação, como eventos discretos, dinâmica de sistemas e simulação baseada em agentes. Essa flexibilidade torna o AnyLogic especialmente útil para modelar processos mais complexos, onde há interações dinâmicas entre diferentes agentes, como pacientes, fornecedores e profissionais de saúde (Borshchev, 2013).

Na gestão farmacêutica, o AnyLogic pode ser usado para simular não apenas o fluxo de medicamentos, mas também para modelar o impacto de variáveis externas, como surtos de doenças, mudanças nas políticas de saúde pública ou variações sazonais na demanda (Borshchev, 2013). Sua capacidade de integrar diferentes métodos de simulação permite uma visão mais abrangente e detalhada dos processos, o que é fundamental em ambientes onde a demanda é altamente variável e imprevisível.

Além disso, o AnyLogic é ideal para ambientes que requerem a simulação de sistemas complexos e interconectados, onde as ações de um agente podem impactar significativamente outros componentes do sistema. Por exemplo, em um cenário onde uma nova política de reabastecimento é implementada, o AnyLogic pode simular como essa mudança afetará não apenas o estoque de medicamentos, mas também a satisfação dos pacientes e a eficiência dos funcionários da farmácia (Kelton et al., 2014).

### **3.8. Tipos de Modelos de Simulação**

Existem diferentes tipos de modelos de simulação que podem ser aplicados à gestão de estoques de medicamentos, cada um com suas características e aplicações específicas. A simulação de eventos discretos (SED) é o tipo mais comum e adequado para sistemas onde eventos ocorrem em pontos discretos no tempo.

No contexto de uma farmácia, isso pode incluir a chegada de novos lotes de medicamentos, a realização de pedidos de reposição, e a administração de medicamentos aos pacientes. Esse tipo de simulação é eficaz para identificar gargalos no processo e testar diferentes estratégias de gestão de estoque.

A simulação baseada em agentes é outra abordagem importante, especialmente em sistemas onde o comportamento dos indivíduos ou entidades dentro do sistema é uma variável crítica. Nessa técnica, cada agente (como um paciente, um funcionário ou um medicamento) é modelado de forma independente, com suas próprias regras de comportamento. Isso permite a simulação de interações complexas e a observação de como mudanças em um agente afetam o sistema como um todo. Por exemplo, pode-se modelar como a alteração na demanda por um medicamento específico, devido a um surto de gripe, impacta o estoque e a disponibilidade de outros medicamentos na farmácia.

A simulação contínua, por sua vez, é usada para modelar processos que mudam continuamente ao longo do tempo, como o fluxo de pacientes em um hospital ou a variação de estoque de medicamentos em função do tempo e do consumo. Esse tipo de simulação é ideal para sistemas onde as mudanças são graduais e constantes, ao invés de ocorrências discretas (Banks et al., 2010). Integrar esses diferentes tipos de modelos pode proporcionar uma visão mais completa e detalhada do sistema em estudo, permitindo aos gestores farmacêuticos tomarem decisões mais informadas e eficazes (Law, 2020).

### **3.8.1. Simulação na Gestão de Estoque de Medicamentos**

A aplicação da simulação computacional na gestão de estoques de medicamentos tem se consolidado como uma estratégia altamente eficaz para analisar a disponibilidade de produtos e minimizar custos operacionais. A simulação computacional permite que gestores farmacêuticos criem e testem modelos virtuais que replicam as operações de estoque e distribuição, proporcionando uma ferramenta valiosa para a tomada de decisões.

Uma das principais vantagens da simulação é a capacidade de testar diferentes cenários de forma controlada. Por exemplo, através da simulação, é possível modelar variações na demanda de medicamentos, mudanças nos tempos de entrega dos fornecedores e a introdução de novos produtos. Esta abordagem ajuda a identificar o ponto de reabastecimento ideal para cada medicamento, considerando fatores como o histórico de consumo, o tempo necessário para reposição e os custos associados à manutenção do estoque. Com isso, é possível evitar tanto a falta quanto o excesso de produtos, equilibrando a disponibilidade e os custos.

Além disso, a simulação oferece a capacidade de analisar cenários de "e se", permitindo que os gestores explorem o impacto de eventos imprevistos, como surtos de doenças ou interrupções no fornecimento. Esse tipo de análise é particularmente crucial em ambientes onde a continuidade na disponibilidade de medicamentos é vital, como em hospitais e farmácias que atendem a populações vulneráveis. Através da simulação, é possível prever e mitigar os riscos associados à gestão de estoques, garantindo que os medicamentos necessários estejam disponíveis no momento certo, e reduzindo o desperdício.

Um exemplo prático dessa aplicação pode ser observado durante a pandemia de COVID-19, quando a demanda por certos medicamentos e suprimentos médicos aumentou drasticamente. Simulações foram utilizadas para avaliar diversas estratégias de reabastecimento e garantir a disponibilidade contínua desses produtos críticos. Através dessas simulações, os gestores foram capazes de implementar soluções que equilibrassem a oferta e a demanda de forma eficaz, minimizando tanto o risco de escassez quanto de desperdício de estoque.

Portanto, a simulação computacional se destaca como uma ferramenta importante na gestão de estoques de medicamentos, proporcionando uma base sólida para a tomada de decisões estratégicas e contribuindo para a eficiência operacional e a resposta eficaz a situações de emergência.

### **3.9. Elementos e fases de um estudo de simulação**

A simulação é uma ferramenta que auxilia na análise de sistemas complexos, permitindo a reprodução virtual de processos do mundo real para testar diferentes cenários sem a necessidade de implementação física imediata. Segundo Arenales et al. (2007), o principal objetivo da simulação é estudar o comportamento de um sistema ao longo do tempo e como este pode responder a alterações em variáveis específicas. Os elementos fundamentais de um modelo de simulação incluem entidades, atributos, atividades, eventos e o ambiente onde a simulação ocorre (Banks, 2010).

As fases de um estudo de simulação seguem um processo bem definido, que pode ser dividido em etapas como: definição do problema, construção do modelo, verificação e validação, execução e análise dos resultados. Hillier e Lieberman (2010) destacam que a fase de verificação e validação é crucial para garantir que o modelo representa com precisão o sistema real e que as suposições feitas estão corretas. Chwif e Medina (2007) também enfatizam a importância da fase de coleta de dados para alimentar o modelo e gerar resultados confiáveis.

A construção do modelo envolve a escolha da técnica de simulação apropriada, como a simulação de eventos discretos, muito utilizada em problemas de filas e processos logísticos (Fogliatti e Mattos, 2007). Durante a execução, várias rodadas de simulação são conduzidas para testar diferentes cenários. Finalmente, a fase de análise dos resultados permite que os gestores tomem decisões mais informadas baseadas nas saídas geradas pelo modelo (Law, 2007).

### **3.10. Otimização da simulação**

A otimização da simulação é uma área de grande interesse, especialmente em ambientes complexos onde múltiplos fatores estão em jogo. De acordo com Freitas Filho (2008), a otimização em simulação envolve encontrar a melhor combinação de parâmetros de entrada que resulte em um desempenho otimizado do sistema. A integração de técnicas de otimização, como a programação matemática, com simulação tem sido uma abordagem eficiente em várias aplicações industriais (Arenalles et al., 2007).

Na prática, a otimização da simulação busca maximizar ou minimizar variáveis-chave, como custo ou tempo de operação, enquanto mantém a qualidade do serviço ou produção. Hillier e Lieberman (2010) explicam que o uso de algoritmos de otimização, como as metaheurísticas, em conjunto com simulação, permite a exploração de soluções que seriam impossíveis de avaliar apenas com métodos analíticos. Law (2007) reforça que uma vantagem desse tipo de otimização é sua flexibilidade em lidar com problemas com várias restrições e múltiplos objetivos. Por fim, a combinação de simulação e otimização auxilia os tomadores de decisão a explorarem o espaço de soluções de forma mais eficiente, resultando em melhorias operacionais significativas.

### **3.11. Benefícios e Desafios da Simulação Computacional**

A simulação computacional oferece uma série de benefícios significativos para a gestão de estoques de medicamentos, embora também enfrente desafios importantes. Entre os principais benefícios, destaca-se a capacidade de realizar análises detalhadas e prever o impacto de diferentes estratégias sem a necessidade de implementá-las diretamente no sistema real. Isso permite que gestores farmacêuticos testem e avaliem novas políticas de reabastecimento, identifiquem gargalos no processo de distribuição e implementem melhorias com base em dados concretos. A simulação possibilita a análise de cenários diversos, como variações na

demanda, mudanças nos tempos de entrega e a introdução de novos medicamentos, otimizando assim os processos e melhorando a eficiência operacional (Chwif e Medina, 2006).

Além disso, a simulação computacional é uma ferramenta valiosa para a análise de cenários de risco, permitindo que gestores se preparem para eventos imprevistos, como interrupções no fornecimento de medicamentos ou aumentos súbitos na demanda. Essa capacidade de antecipar e mitigar riscos garante a continuidade da disponibilidade de medicamentos e reduz os impactos negativos de situações adversas. Por exemplo, durante a pandemia de COVID-19, a simulação de possíveis cenários poderia contribuir para o desenvolvimento de estratégias de reabastecimento eficazes, assegurando que medicamentos essenciais estivessem disponíveis em momentos críticos (Law, 2020).

No entanto, a simulação computacional também apresenta desafios. A criação de modelos precisos, que representem fielmente o sistema real, é uma tarefa complexa e exige um profundo entendimento do processo. A precisão dos modelos é necessário, pois os resultados obtidos dependem diretamente da qualidade dos dados inseridos. Dados incompletos ou imprecisos podem levar a conclusões erradas e a decisões inadequadas, comprometendo a eficácia da simulação (Chwif e Medina, 2006).

Outro desafio relevante é a complexidade da implementação e interpretação dos resultados, que podem exigir conhecimentos especializados em simulação e estatística, o que se torna um obstáculo para gestores sem formação técnica. A interpretação cuidadosa dos resultados é crucial para a aplicação prática das conclusões (Banks et al., 2010).

Além desses desafios técnicos, a resistência à mudança é uma barreira comum na adoção de novas tecnologias. Gestores podem hesitar em adotar ferramentas inovadoras e modificar processos estabelecidos com base nos resultados de uma simulação. Superar essa resistência é importante para garantir que os benefícios da simulação computacional sejam plenamente aproveitados (Chwif e Medina, 2006).

### **3.11.1. Contextualização da Simulação**

A simulação computacional é uma técnica que permite a representação e análise de um sistema real por meio de um modelo computacional, com o objetivo de estudar o comportamento do sistema ao longo do tempo. De acordo com Banks et al. (2010), a simulação de eventos discretos permite entender e prever o comportamento de sistemas sob diferentes cenários. No contexto de problemas de otimização combinatória estocástica, onde a incerteza desempenha um papel significativo, a otimização da simulação surge como uma abordagem eficaz.

Em nosso estudo, utilizamos o OptQuest, que, conforme mencionado por Rossetti (2015), é uma ferramenta poderosa para otimização integrada à simulação. O OptQuest explora diferentes cenários e ajusta as variáveis de controle para encontrar soluções robustas, levando em consideração a incerteza da demanda e o tempo de reposição. Essa ferramenta é altamente relevante para o controle de estoques de medicamentos, pois ajuda a otimizar as políticas de reposição, minimizando o custo de manutenção e evitando faltas de medicamentos essenciais.

### **3.11.2. Aplicação da simulação no Controle de Estoques de Medicamentos**

O uso de técnicas de simulação no controle de estoques de medicamentos, especialmente quando há incertezas na demanda e tempos de reposição variáveis, permite uma análise detalhada dos processos envolvidos (Banks et al., 2010). No trabalho, o OptQuest, integrado ao software Arena<sup>®</sup>, é utilizado para realizar a otimização da simulação, permitindo que soluções robustas sejam encontradas com base em simulações de cenários estocásticos (Rossetti, 2015).

Diferentemente das simheurísticas, que combinam metaheurísticas com simulação, o estudo não aplica metaheurísticas diretamente, mas foca na otimização da simulação, utilizando o OptQuest para ajustar e refinar as políticas de estoque. A simulação de Monte Carlo é utilizada para avaliar diferentes cenários de demanda, garantindo que as soluções propostas considerem as incertezas e variabilidades presentes no sistema (Banks et al., 2010).

Essa abordagem garante que as políticas de reabastecimento e estoque de segurança sejam otimizadas com base em simulações realistas, o que permite melhorar a eficiência operacional e garantir a disponibilidade contínua de medicamentos essenciais. O uso do OptQuest possibilita encontrar soluções que minimizem o custo de manutenção de estoques e evitem a falta de medicamentos, otimizando as políticas de estoque com base em dados reais (Rossetti, 2015).

## **4. SOFTWARE ARENA E SUAS FERRAMENTAS**

O software Arena, desenvolvido pela Paragon, é amplamente utilizado para simulação de eventos discretos e análise de sistemas complexos. Segundo Freitas filho (2008), o Arena se destaca por sua flexibilidade e robustez na modelagem de processos que envolvem variabilidade e incerteza, tornando-o uma ferramenta essencial para a análise e otimização de uma ampla gama de sistemas, desde linhas de produção até cadeias de suprimentos.

Além de suas capacidades de modelagem, o Arena oferece ferramentas adicionais como o Input Analyzer, que auxilia na análise estatística dos dados de entrada, e o OptQuest, um módulo integrado que otimiza os resultados de simulação ao explorar diferentes cenários. Essas ferramentas permitem uma análise abrangente e eficiente dos processos simulados, garantindo que os resultados obtenham alta precisão e relevância para a tomada de decisões.

### **4.1. O Papel do OptQuest na Otimização**

Uma das ferramentas mais poderosas do Arena é o OptQuest, um módulo de otimização que integra técnicas de metaheurísticas com simulação. Conforme descrito por Rossetti (2015), o OptQuest é projetado para resolver problemas de otimização complexos e de grande escala, onde as técnicas tradicionais podem não ser eficazes. O OptQuest utiliza algoritmos evolutivos e de busca avançada para encontrar soluções ótimas para problemas que envolvem múltiplas variáveis e restrições.

O OptQuest é particularmente útil em cenários onde a função objetivo e as restrições não são diretamente formuláveis em termos analíticos, o que é comum em simulações que modelam processos reais com variabilidade significativa. O software realiza a busca de soluções através de simulações repetidas, ajustando os parâmetros para maximizar ou minimizar a função objetivo definida pelo usuário. Essa abordagem permite identificar a melhor configuração para o sistema modelado, levando em consideração as incertezas e variabilidades inerentes ao processo (Rossetti, 2015).

### **4.2. Análise do Input Analyzer**

Outra ferramenta essencial do Arena é o Input Analyzer, que auxilia na modelagem de entradas estocásticas para simulação. O Input Analyzer é utilizado para ajustar e validar a distribuição dos dados de entrada, proporcionando uma forma estruturada para transformar dados históricos em distribuições probabilísticas que podem ser usadas nos modelos de

simulação. De acordo com Sargent (2013), o Input Analyzer permite a realização de uma análise detalhada das entradas, identificando a distribuição mais apropriada com base nos dados reais e testando a adequação do modelo de distribuição.

O processo envolve a coleta de dados históricos, que são então analisados para identificar padrões e características estatísticas. O Input Analyzer oferece uma série de ferramentas para ajustar distribuições como normal, exponencial, triangular, entre outras, e para realizar testes de aderência como o teste de qui-quadrado e o teste de Kolmogorov-Smirnov. Essas ferramentas são cruciais para garantir que o modelo de simulação represente com precisão a realidade do sistema analisado, melhorando a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos (Sargent, 2013).

### **4.3. Integração do OptQuest e Input Analyzer no Contexto de Estoque**

No contexto de controle de estoques, as ferramentas OptQuest e Input Analyzer do Arena são particularmente valiosas. O Input Analyzer ajuda a modelar a demanda e os tempos de reposição de medicamentos com precisão, ajustando distribuições para refletir as características reais do sistema de saúde. O OptQuest, por sua vez, pode ser utilizado para otimizar políticas de reabastecimento, determinando as melhores estratégias para minimizar custos e garantir a disponibilidade de medicamentos.

Essa integração de simulação e otimização permite uma análise mais robusta e prática do sistema de controle de estoques, adaptando-se às variabilidades e incertezas inerentes. A capacidade do OptQuest de encontrar soluções ótimas em cenários complexos e a precisão do Input Analyzer na modelagem das entradas proporcionam uma abordagem eficaz para a gestão de estoques, oferecendo soluções que são tanto otimizadas quanto realistas.

### **4.4. Aplicações Práticas e Resultados Obtidos com o Software Arena**

O uso do Arena e suas ferramentas têm sido documentado em diversas aplicações práticas. Por exemplo, em estudos de otimização de processos de manufatura e logística, o OptQuest mostra ser eficaz na melhoria do desempenho e na redução de custos operacionais (Rossetti, 2015). O Input Analyzer tem sido utilizado para validar e ajustar modelos de simulação, garantindo que as distribuições de entrada estejam alinhadas com dados históricos e expectativas do sistema (Sargent, 2013).

Essas aplicações ilustram a capacidade do Arena de fornecer soluções de alta qualidade para problemas complexos, melhorando a eficiência e a eficácia dos processos analisados. No contexto de controle de estoques, o uso dessas ferramentas pode levar a uma gestão mais eficiente dos recursos, reduzindo custos e melhorando a disponibilidade de produtos essenciais. O software Arena, com suas ferramentas OptQuest e Input Analyzer, oferece uma solução robusta e flexível para a simulação e otimização de sistemas complexos. O OptQuest permite encontrar soluções ótimas para problemas de grande escala, enquanto o Input Analyzer garante que as entradas estocásticas sejam modeladas com precisão. A combinação dessas ferramentas é especialmente útil para o controle de estoques de medicamentos, onde a variabilidade e a incerteza desempenham um papel necessário. A capacidade de modelar e otimizar processos com essas ferramentas contribui para uma gestão mais eficiente e eficaz dos recursos.

#### **4.5. Integração de simulação e otimização na gestão de estoques**

O uso da simulação como ferramenta de otimização em gestão de estoques e processos logísticos é amplamente discutido em diversos estudos, destacando-se entre eles, o artigo de Moraes, Moorí e Gardesani (2021), que aborda a aplicação do software Arena na gestão de estoque em diferentes cenários. Os autores exploram como diferentes estratégias de simulação podem criar cenários que melhoram a eficiência operacional e minimizam custos, abordando desafios específicos, como a variabilidade da demanda. Essa abordagem é importante para prever situações críticas, garantindo que o produto analisado esteja disponível quando necessário e evitando então tanto a falta quanto o excesso do mesmo.

O estudo também menciona a pesquisa de Selestino et al. (2017), que analisa a aplicação do Arena para otimizar o processo de expedição em uma empresa de armazenagem. Os autores identificaram gargalos no fluxo de expedição e construíram um modelo de simulação para melhorar o processo. A coleta de dados e a simulação permitiram visualizar o impacto de mudanças antes da sua implementação, resultando em melhorias significativas na eficiência e na redução de desperdícios.

A intersecção dessas pesquisas destaca a versatilidade do software Arena na simulação de processos em diferentes contextos. A simulação permite que tanto farmácias municipais quanto empresas de armazenagem analisem e aprimorem seus fluxos de trabalho, podendo gerar uma gestão mais eficaz. Os estudos demonstram que a aplicação de modelos de simulação não apenas melhora o controle de estoque, mas também fornece uma base sólida para decisões

gerenciais estratégicas, promovendo uma melhor adequação às demandas flutuantes e condições de mercado. Os gestores podem por meio desses modelos equilibrar a disponibilidade de produtos com a eficiência de custos em ambientes como a farmácia municipal de Matozinhos MG por exemplo.

## 5. METODOLOGIA

O problema simulado surgiu de uma conversa com uma funcionária pública da Farmácia Municipal de Matozinhos, que compromete o estabelecimento de um controle eficiente do estoque de medicamentos ansiolíticos. Especificamente, uma farmácia enfrentava desafios relacionados à variação na demanda e à ausência de critérios claros para a encomenda de medicamentos, o que resultava na necessidade de manter um estoque elevado como medida preventiva, para evitar possíveis desabastecimentos devido a interrupções no fornecimento.

Diante dessa situação, foi solicitado e fornecido o acesso para a realização de uma visita técnica à farmácia, onde foi possível observar o fluxo de entrada e saída de medicamentos.

A escolha dos medicamentos ansiolíticos Diazepam 10 mg, Clonazepam 2 mg e Clonazepam 2,5 mg (frascos) para análise neste estudo foi devido diversos fatores. Primeiramente, esses medicamentos apresentam dados mais acessíveis, facilitando sua inclusão na simulação. Além disso, os ansiolíticos são o menor grupo de medicamentos controlados, o que simplifica o processo de simulação e análise de estoque. É importante ressaltar também que a demanda por esses medicamentos tem aumentado nos últimos anos, especialmente após a pandemia, conforme relatado pelo farmacêutico responsável pela gestão de medicamentos na farmácia municipal. Essa tendência crescente torna essencial a compreensão e a otimização de sua gestão, contribuindo para um atendimento eficaz e seguro à população.

Durante a visita, foram coletados dados do sistema de controle de estoque, que registravam a quantidade de comprimidos dispensados diariamente. Um problema crítico identificado foi a ausência de uma métrica específica para realizar os pedidos de pedido. O responsável pelo estoque explicou que as compras foram feitas quinzenalmente, com base na média de consumo dos últimos três meses. Contudo, essa abordagem resultou em pedidos volumosos e numa gestão de estoque ineficiente, visto que a demanda era bastante volátil e, por recebimento de desabastecimento por parte dos fornecedores, a farmácia optou por manter um nível de estoque elevado.

Os dados encontrados incluíram todos os registros diários de dispensação desses medicamentos ao longo do ano de 2023. Com essas informações, foi possível iniciar o desenvolvimento de um modelo de simulação no software Arena para analisar o fluxo de medicamentos e propor melhorias para o cenário atual. O objetivo da simulação era reproduzir o comportamento real da farmácia e testar diferentes cenários de equilíbrio e gestão de estoque, buscando aumentar a eficiência do controle e reduzir os custos operacionais, sem prejudicar o atendimento à população.

O estudo teve como foco modelar as entradas e saídas de estoque, levando em consideração a variabilidade da demanda e as particularidades de cada medicamento. Desta forma, a metodologia deste estudo detalha como foi feita a classificação dos medicamentos ansiolíticos específicos, a coleta e tratamento dos dados, a estruturação do processo no software Arena, e a análise dos diferentes cenários gerados pela simulação.

### 5.1. Classificações dos medicamentos

A classificação dos medicamentos na farmácia municipal de Matozinhos, MG, foi realizada com base nos critérios ABC, XYZ e 123, conforme descrito a seguir. Essas classificações foram escolhidas para permitir um melhor controle dos estoques e a priorização dos medicamentos de acordo com seu valor e variabilidade de demanda. Foram analisados três ansiolíticos: Clonazepam 2 mg (comprimido), Diazepam 10 mg (comprimido), e Clonazepam 2,5 mg (frasco), utilizando os dados de dispensação entre 01/01/2023 e 31/12/2023.

Os dados de saída dos medicamentos foram coletados de forma sistemática, organizando-se as informações diárias em arquivos de texto separados por medicamento. O período analisado foi de 181 dias para o Clonazepam 2,5 mg, 199 dias para o Clonazepam 2 mg e 216 dias para o Diazepam 10 mg. A quantidade total de cada medicamento dispensado foi utilizada como base para a classificação:

Clonazepam 2 mg (comprimido): 156.731 comprimidos (70% da demanda total)

Diazepam 10 mg (comprimido): 66.282 comprimidos (29,5% da demanda total)

Clonazepam 2,5 mg (frasco): 1.149 frascos (0,5% da demanda total)

A classificação ABC foi realizada com base no valor representativo de cada medicamento em relação ao volume total dispensado. Essa análise considera que a maior parte do valor total está concentrada em poucos itens (Classe A), enquanto uma parte menor está distribuída entre os demais itens (Classes B e C). A seguir, apresentamos a classificação ABC:

Classe A: Clonazepam 2 mg (70% do total dispensado).

Classe B: Diazepam 10 mg (29,5% do total dispensado).

Classe C: Clonazepam 2,5 mg (0,5% do total dispensado).

A classificação XYZ é baseada na variabilidade da demanda de cada medicamento, levando em conta o comportamento de saída ao longo do tempo. Foram utilizadas as informações de dias de dispensação e as distribuições estatísticas ajustadas pelo Input Analyzer do software Arena. As definições de cada classe são:

Classe X: Itens com demanda estável e previsível.

Classe Y: Itens com demanda moderadamente variável.

Classe Z: Itens com alta variabilidade ou demanda esporádica.

Com base na variabilidade dos dados tratados e ajustados, foram obtidas as seguintes classificações:

Clonazepam 2 mg (comprimido): Classificado como X devido à sua demanda consistente.

Diazepam 10 mg (comprimido): Classificado como Y, pois apresentou variação moderada na demanda.

Clonazepam 2,5 mg (frasco): Classificado como Z devido à alta variabilidade e demanda esporádica.

A classificação 123 combina as classificações ABC e XYZ, organizando os itens de acordo com sua importância financeira e variabilidade na demanda. Essa classificação ajuda a priorizar os itens tanto pelo seu valor quanto pela necessidade de monitoramento da demanda. A seguir, apresentamos as classificações finais:

Clonazepam 2 mg (comprimido): Classificado como 1A (alta importância e demanda estável).

Diazepam 10 mg (comprimido): Classificado como 2B (importância intermediária e demanda moderadamente variável).

Clonazepam 2,5 mg (frasco): Classificado como 3C (baixa importância e alta variabilidade).

Os cálculos para as classificações foram baseados nos percentuais de demanda de cada medicamento em relação ao total de ansiolíticos dispensados pela farmácia. A seguir, apresentamos os principais cálculos utilizados:

Clonazepam 2 mg:  $156.731 \text{ comprimidos} / 224.162 \text{ comprimidos totais} = 70\%$

Diazepam 10 mg:  $66.282 \text{ comprimidos} / 224.162 \text{ comprimidos totais} = 29,5\%$

Clonazepam 2,5 mg (frasco):  $1.149 \text{ frascos} / 224.162 \text{ comprimidos totais} = 0,5\%$

Esses percentuais foram a base para a classificação ABC, que considera o impacto financeiro e o volume total dispensado para cada medicamento.

A classificação dos medicamentos com base nos métodos ABC, XYZ e 123 oferece uma visão abrangente para a gestão de estoques na farmácia municipal. Itens de maior valor, como

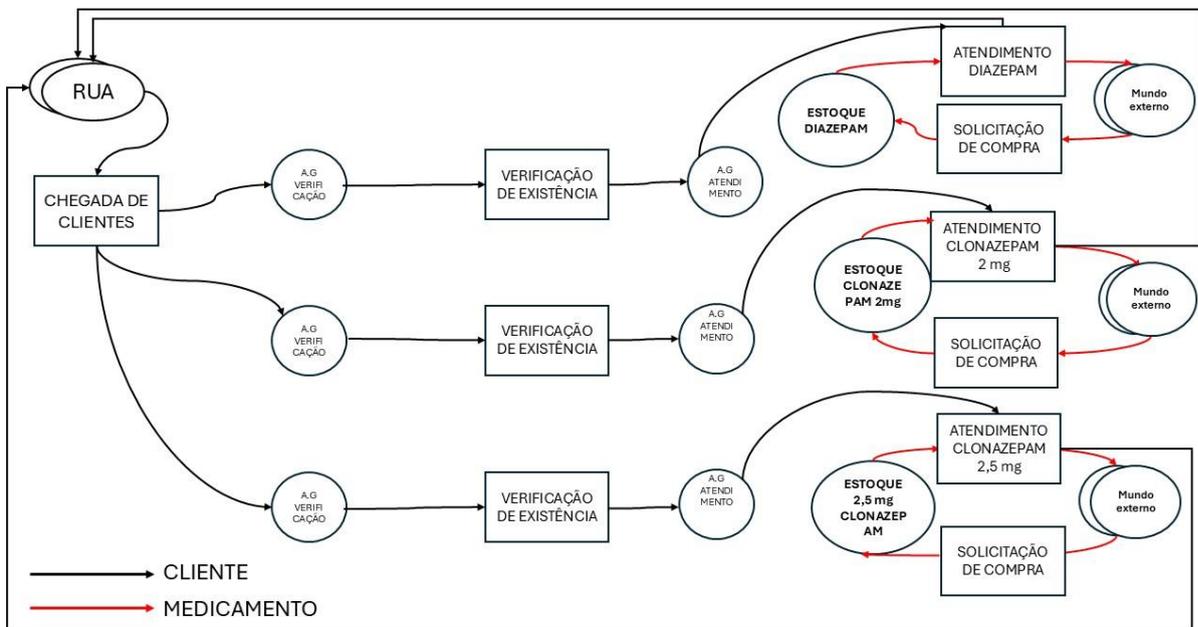
o Clonazepam 2 mg, demandam atenção especial devido à sua alta representatividade na demanda total. Por outro lado, itens como o Clonazepam 2,5 mg apresentam baixa demanda e alta variabilidade, exigindo uma estratégia diferenciada para seu controle. Essa análise permite otimizar as políticas de estoque e reabastecimento, garantindo maior eficiência na distribuição dos medicamentos essenciais à população.

## 5.2. Construção do Diagramas de Ciclos de Atividade

Após essa identificação, o paciente é encaminhado para o fila específica do medicamento ansiolítico correspondente e aguarda o atendimento. Durante o atendimento, o farmacêutico verifica a disponibilidade do medicamento no estoque. Caso o medicamento não esteja disponível, o farmacêutico realiza uma solicitação de compra para informar o estoque e liberar o paciente. No entanto, se o medicamento estiver disponível, o medicamento confere a prescrição, registra a saída do medicamento no sistema e a entrega ao paciente.

Esse fluxo, ilustrado no DCA, fornece uma visão clara das etapas e das decisões envolvidas no processo de distribuição de medicamentos, garantindo maior eficiência e precisão no atendimento farmacêutico. A seguir, na figura 4, é apresentada uma ilustração do DCA, demonstrando sua aplicação prática no contexto analisado.

Figura 4 Modelo conceitual



Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

### 5.3. Coleta e Tratamento de dados

A metodologia deste estudo baseou-se na coleta e processamento de dados para simular o fluxo de entrada e saída de medicamentos ansiolíticos na farmácia municipal de Matozinhos, MG. Inicialmente, foi necessário reunir dados precisos sobre a distribuição de três ansiolíticos específicos: Clonazepam 2 mg, Diazepam 10 mg e Clonazepam 2,5 mg (frasco). Essas informações foram extraídas do sistema de controle da farmácia, cobrindo o período de 01/01/2023 a 31/12/2023. A partir desses dados, foi possível identificar a quantidade diária de comprimidos e frascos dispensados pela farmácia. Esse levantamento foi necessário para a construção de um modelo de simulação com base em dados reais, relevantes para a gestão de estoques.

Foram coletados dados referentes a 181 dias de saída de Clonazepam 2,5 mg em frascos, totalizando 1.149 frascos, o que representou apenas cerca de 0,5% da demanda. No caso do 48 Clonazepam 2 mg comprimido, foram coletados dados de 199 dias, totalizando 156.731 comprimidos, o que representou aproximadamente 70% da demanda. Já para o Diazepam, foram obtidos dados de 216 dias de saída, com um total de 66.282 comprimidos, o que corresponde a cerca de 29,5% da demanda de ansiolíticos. A variação na quantidade de dias na amostragem deve-se ao tratamento de dados, que envolveu o uso do boxplot no R Studio, e ao fato de que alguns dias não registraram saída dos três medicamentos, apenas de alguns deles.

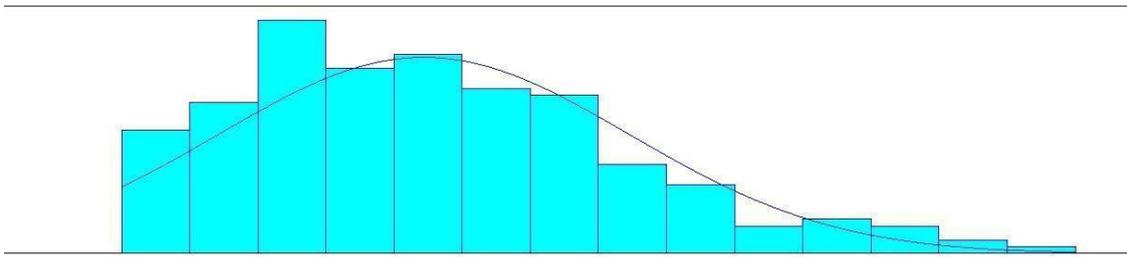
Após a coleta dos dados, foi necessário organizá-los para viabilizar sua utilização na simulação. As informações diárias de saída de cada medicamento foram organizadas em arquivos de texto (.txt), separados conforme o tipo de medicamento. Essa abordagem facilitou a análise e manipulação dos dados, permitindo a criação de um banco de dados estruturado para uso em softwares de simulação, como o Arena. Esses arquivos .txt foram posteriormente analisados no R Studio, uma ferramenta amplamente utilizada para análises estatísticas e visualização de dados.

Como mencionado anteriormente, utilizou-se o boxplot para remover dados que se afastavam muito da média. O boxplot, também conhecido como diagrama de caixa, é uma ferramenta gráfica que mostra a distribuição dos dados com base nos quartis, exibindo a mediana, o intervalo interquartil (IQR) e valores atípicos, caso existam. É útil para identificar a dispersão dos dados e possíveis anomalias, como outliers. Segundo Ribeiro et. al. (2021), o boxplot é uma maneira eficaz de resumir dados quantitativos, especialmente quando se deseja comparar distribuições entre diferentes grupos ou conjuntos de dados. Foram eliminados 15 dados atípicos do Clonazepam em frascos, 21 do Clonazepam 2 mg e 17 do Diazepam. Esse tratamento foi essencial para compreender a variabilidade na demanda de cada medicamento ao longo do tempo.

Após a fase de visualização e tratamento inicial dos dados no R Studio, utilizou-se o Input Analyzer, uma ferramenta específica do software Arena, para determinar as distribuições probabilísticas que melhor se ajustavam aos dados coletados. O Input Analyzer permite analisar dados históricos e selecionar a distribuição estatística mais adequada, o que é fundamental em simulações baseadas em eventos discretos. De acordo com Banks et al. (2010), o Input Analyzer oferece um processo automatizado para ajustar distribuições, testando várias opções e sugerindo a melhor com base em métricas estatísticas.

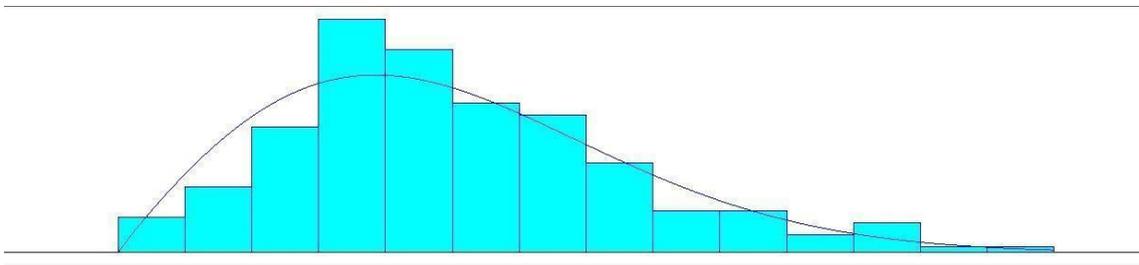
Foram realizados dois testes estatísticos principais para avaliar o ajuste das distribuições: o teste do qui-quadrado e o teste de Kolmogorov-Smirnov. O critério para a escolha da melhor distribuição foi o valor de p-value, que deveria ser superior a 0,05, indicando 49 que não havia evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula. A hipótese nula significa que a distribuição selecionada é adequada para descrever os dados coletados. Assim, um p-value acima de 0,05 sugere que não há evidências para rejeitar essa hipótese, ou seja, a distribuição que está sendo proposta é uma boa representação dos dados. Se o p-value for menor que 0,05 significa que há evidências para rejeitar essa hipótese. As figuras 5, 6 e 7, a seguir, mostram os gráficos do comportamento das distribuições para cada medicamento.

Figura 5 Gráfico de comportamento da distribuição do Diazepam



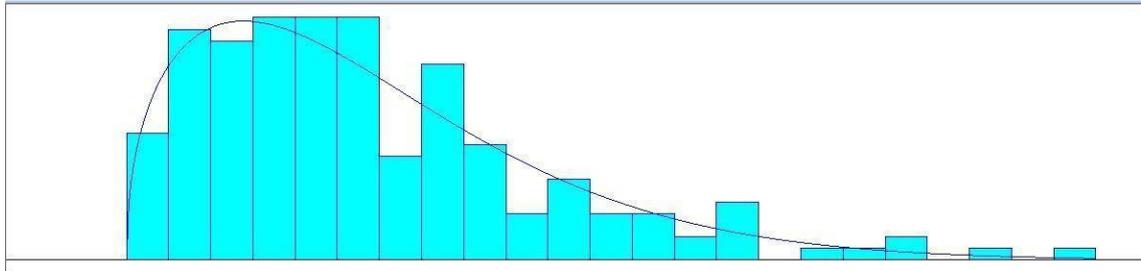
Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

Figura 6 Gráfico de comportamento da distribuição do Clonazepam



Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

Figura 7 Gráfico de comportamento da distribuição do Clonazepam frascos.



Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

No Input Analyzer, foram realizados dois testes estatísticos principais para avaliar o ajuste das distribuições: o teste do qui-quadrado e o teste de Kolmogorov-Smirnov. O teste do qui-quadrado é uma ferramenta estatística que compara as frequências observadas com as esperadas para determinar se há uma diferença significativa entre elas. Já o teste de Kolmogorov-Smirnov é utilizado para comparar a distribuição empírica dos dados com uma distribuição teórica, verificando o nível de adequação entre ambas. Segundo Devore (2015), ambos os testes são amplamente utilizados em estudos de modelagem e simulação para validar as hipóteses sobre a distribuição dos dados. A tabela 4 que mostra as melhores distribuições encontradas e os resultados dos testes.

Tabela 4 Resultados do Input Analyzer

Produto:	Distribuição:	Teste do Chi-Quadrado P-value	Teste de Kolmogorov-Smirnov P-value
Diazepam 10mg	NORMAL (307, 168)	0.162	0.01
Clonazepam 2mg	60 + WEIBULL (779, 1.94)	0.156	0.15
Clonazepam 2,5mg	0.5 + WEIBULL (6.45, 1.43)	0.533	-

Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

Na tabela mostra que o Diazepam 10 mg foi ajustado à distribuição NORMAL (307, 168), com um p-value de 0,162, o que indica que os dados não se desviam significativamente da normalidade. Para o Clonazepam 2 mg, a distribuição WEIBULL (779, 1,94) apresentou um p-value de 0,156, enquanto o Clonazepam 2,5 mg foi classificado como WEIBULL (6,45, 1,43), com um p-value de 0,533. Ambos os resultados sugerem um bom ajuste. O teste de Kolmogorov-Smirnov, utilizado para comparar a distribuição empírica dos dados com uma distribuição teórica, não foi considerado em todas as distribuições devido a disponibilidade de dados que não permitiu um ajuste melhor no Diazepam e Clonazepam 2,5mg, pois um p-value superior a 0,05 indica que não há evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as

distribuições observadas se ajustam bem aos dados. Esses resultados são essenciais para fundamentar a simulação da demanda por medicamentos na farmácia municipal.

Após a escolha das distribuições adequadas para cada medicamento, o próximo passo foi implementar a simulação no software Arena. A simulação foi ajustada para testar diferentes cenários de demanda e políticas de supervisão, com o objetivo de identificar a melhor estratégia para garantir o abastecimento contínuo de medicamentos ansiolíticos, evitando tanto a falta quanto o excesso de produtos em estoque.

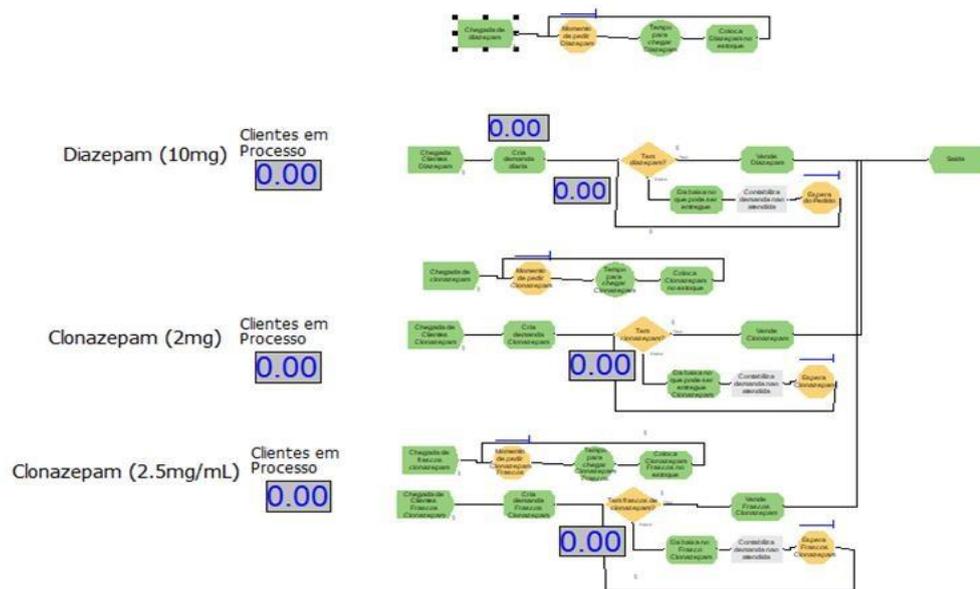
Este trabalho, ao utilizar ferramentas estatísticas como o boxplot no R Studio e o Input Analyzer no Arena, evidencia a importância de uma análise rigorosa dos dados na construção de modelos confiáveis e eficientes para simulações. Além disso, a aplicação de testes estatísticos robustos, como o qui-quadrado e o Kolmogorov-Smirnov, garantiu que as distribuições selecionadas representassem com precisão a demanda por medicamentos, proporcionando uma base sólida para a otimização da gestão de estoques na farmácia municipal.

#### **5.4. Modelo no Software Arena**

O modelo conceitual desenvolvido foi desenvolvido no software Arena para simular o processo de reposição de medicamentos ansiolíticos na farmácia municipal de Matozinhos. A figura 8 ilustra o diagrama de fluxo do modelo, no qual as entidades representam as transferências de medicamentos, os recursos representam os farmacêuticos encarregados da dispensação, e os blocos envolvidos nas diversas etapas do processo, como a chegada de novas transações, a verificação do nível de estoque, a geração de pedidos e a coleta dos medicamentos. O modelo foi simulado em 10 replicações, cada uma com duração de 20 dias, considerando 10 horas de funcionamento diário. Essas replicações permitiram analisar diferentes cenários e obter uma visão abrangente do comportamento do sistema, possibilitando avaliação de políticas de reposição de medicamentos sob diferentes condições de demanda e disponibilidade.

A configuração do modelo e a sua replicação foram fundamentais para testar a robustez das estratégias de gestão de estoques, garantindo a eficiência e o abastecimento contínuo dos ansiolíticos sem incorrer em sobrecarga de estoque ou desabastecimento.

Figura 8 Modelo do Arena



Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

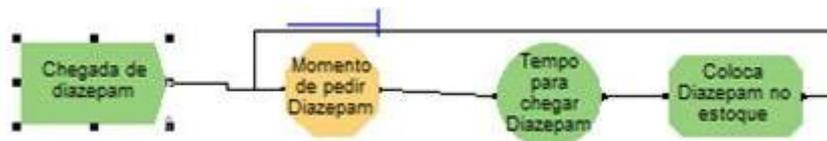
### 5.5. Descrição do Modelo

A simulação inicia com a geração de novas solicitações de medicamentos, que chegam ao sistema através de uma constante. A cada nova solicitação, o sistema verifica o nível de estoque atual. Caso o estoque seja suficiente para atender à demanda, o medicamento é dispensado ao paciente. Caso contrário, um pedido de reposição é gerado. O tempo de lead time para o recebimento dos pedidos é modelado por uma distribuição triangular (5,15,30) dias. Essa configuração reflete a expectativa de que a maioria dos pedidos será atendida em cerca de 15 dias, mas também considera a possibilidade de atrasos e agilizações, já que você pode ter casos em que os pedidos chegam com 5 dias e pedidos que demoram até 30 dias. Essa abordagem oferece uma representação mais realista do lead time e ajuda a evitar grandes variações.

O estoque de medicamentos é representado por um conjunto de dados, onde são armazenadas informações sobre a quantidade disponível de cada medicamento. A política de reposição utilizada foi a de ponto de pedido fixo, onde um novo pedido é gerado quando o nível de estoque atinge um determinado ponto de pedido.

Explicando a lógica do estoque através Diagrama de Chegada de Diazepam representado pela figura 9:

Figura 9 Diagrama de chegada de Diazepam



Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

O diagrama representa um fluxo de processos relacionado à gestão de estoque de Diazepam. Segue-se a seguinte lógica de etapas do processo:

**Chegada de Diazepam (Create):** Este é o ponto em que o medicamento Diazepam chega ao local, com uma constante de um segundo, pois o tempo não se torna muito relevante e sim a condição do bloco *hold*. Importante destacar que chega apenas uma entidade, que fica em loop, identificando o melhor momento para a reposição do item.

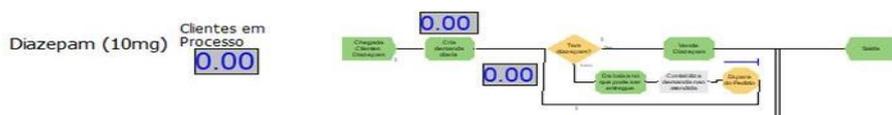
**Momento de pedir Diazepam (Hold):** Este é o ponto em que se decide que é necessário fazer um novo pedido de Diazepam, seguindo as regras da condição  $QntDiazepam < LimiteEstoqueDiazepam$ . A variável *LimiteEstoqueDiazepam* representa a quantidade de Diazepam, que quando alcançada, ativa o pedido de reposição do Diazepam (Ponto de pedido).

**Tempo para chegar Diazepam (Delay):** Este é o tempo estimado entre o momento em que o pedido é feito e o momento em que o Diazepam realmente chega, onde uma distribuição triangular (5,15,30) dias representa essa chegada.

**Coloca Diazepam no estoque (Assign):** Após o medicamento ser recebido, ele é inserido no estoque, tornando-se disponível para uso ou venda, somando as variáveis  $QntDiazepam + TamanhoLoteDiazepam$ .

Esse fluxo reflete o processo de gestão de estoque que também se aplica ao Clonazepam (2mg) e ao Clonazepam (2.5mg/mL), desde a necessidade de um novo pedido até a entrada do medicamento no estoque disponível. A figura 10 mostra o fluxo do Diazepam.

Figura 10: Fluxo do Diazepam



Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

**Chegada de Clientes Diazepam (Create):** cria uma única entidade, representando o momento em que o pedido deverá ser feito e o estoque do medicamento repostado após o período de entrega. A chegada dos clientes segue uma constante, indicando que os clientes entram no sistema em intervalos regulares e fixos.

**Cria demanda Diazepam (Assign):** Neste bloco, há uma atribuição de demanda. Foi verificado pela análise dos dados que a demanda diária de Diazepam segue a distribuição  $ABS(AINT(NORM(307, 168)))$ , onde o atributo foi nomeado de *DemDiariaDiazepam*. Nessa distribuição “ABS” significa que desconsidera os números negativos que a distribuição pode gerar e o “AINT” significa que considera apenas números inteiros. Isso indica que a demanda é modelada como uma distribuição normal com média de 307 e desvio padrão de 168, garantindo que os valores sejam sempre inteiros e positivos.

Está dentro da data (Decide): Este bloco de decisão verifica se a solicitação está dentro do prazo estipulado. Dependendo do resultado dessa verificação (sim ou não), o fluxo seguirá por diferentes caminhos: venda direta do medicamento ou para uma fila de entrega (Regra Utilizada 2 Way by Condition  $QntDiazepam \geq DemDiariaDiazepam$ ).

Vende Diazepam (Process): Se a decisão anterior for positiva, este bloco realiza a venda do Diazepam diretamente ao cliente. Representa o processamento da transação de venda, que pode envolver o atendimento no balcão (Atualizando a variável  $QntDiazepam$  através da expressão:  $QntDiazepam - DemDiariaDiazepam$ ).

Concluída transação sem entrega (Dispose): Aqui, o fluxo finaliza o atendimento ao cliente que não requer entrega, ou seja, a transação foi completada diretamente, e o cliente sai do sistema após a venda.

Dá baixa no que pode ser entregue (Assign): Se a solicitação no Decide não for atendida, o fluxo segue para dar baixa no que pode ser entregue, ou seja, no que estiver em estoque no momento, seguindo a fórmula do atributo  $DemDiariaDiazepam = DemDiariaDiazepam - QntDiazepam$ , atualizando também a variável  $QntDiazepam$  agora para zero.

Contabiliza a demanda não atendida (Record): Neste ponto, é utilizado um contador para registrar a demanda diária não atendida, nomeado de  $DemDiariaDiazepam$ .

Espera do Pedido (Hold): O fluxo agora segue para um bloco Hold, onde espera a condição  $QntDiazepam > DemDiariaDiazepam$  ser atendida, para que ele volte a verificar se tem Diazepam e retorne ao fluxo.

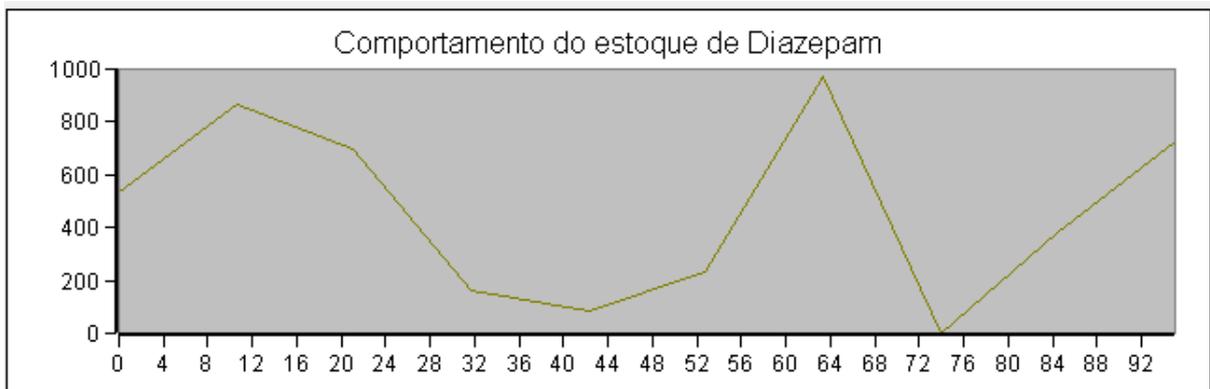
## 5.6. Gráficos de estoque

Os gráficos desempenham um papel fundamental na análise de dados de simulação, pois permitem uma visualização clara e objetiva do comportamento dinâmico dos sistemas simulados. No software Arena, a ferramenta de plotagem de gráficos em tempo real oferece a possibilidade de acompanhar o comportamento das variáveis durante a execução da simulação, facilitando a análise do desempenho do sistema em diferentes cenários.

Os gráficos gerados no presente estudo refletem o comportamento do estoque de três medicamentos durante o período de simulação no software Arena, fornecendo insights valiosos para a gestão eficiente dos estoques. Os gráficos analisados correspondem ao Diazepam 10 mg, Clonazepam 2 mg, e Clonazepam 25 mg (frasco), exibindo as flutuações dos níveis de estoque ao longo do tempo, de acordo com a variabilidade da demanda simulada e os processos de reabastecimento.

Na Figura 11, que mostra o comportamento do estoque de Diazepam 10 mg, é possível observar quedas acentuadas nos níveis de estoque ao longo do período de 90 dias. Essas quedas indicam momentos em que a demanda superou o ritmo de reposição, o que sugere uma necessidade de ajustes nas políticas de reabastecimento para evitar rupturas de estoque. No entanto, o gráfico também revela que, mesmo com flutuações, os níveis de estoque foram eventualmente restabelecidos, apontando que a estratégia atual de reposição consegue responder, ainda que com algum atraso, às variações de consumo.

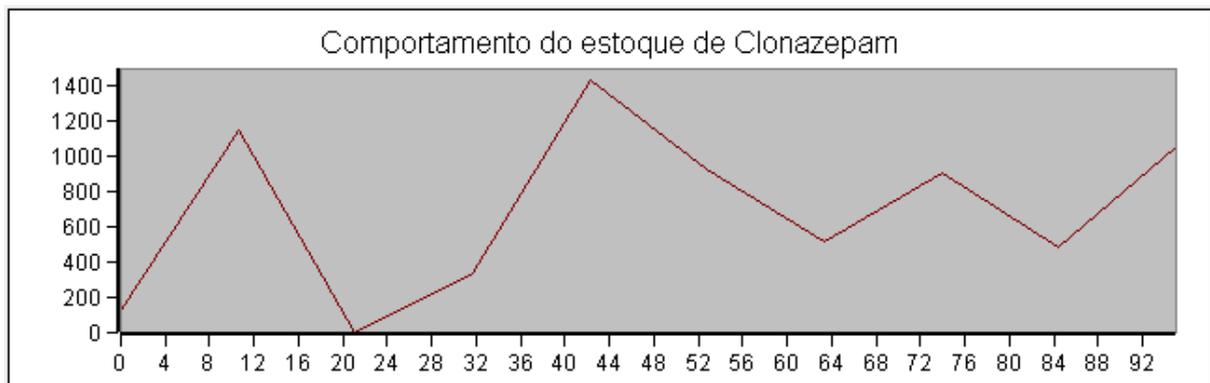
Figura 11 Comportamento do estoque de diazepam 10 mg durante a simulação.



Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

A Figura 12, por sua vez, exibe o comportamento do estoque de Clonazepam 2 mg. Ao contrário do Diazepam, o estoque deste medicamento se mantém relativamente estável, com pequenas variações. Esse comportamento indica que o sistema de reabastecimento é suficiente para manter um fluxo contínuo e sem interrupções. Apesar de não apresentar quedas bruscas, é importante manter a política de reposição ajustada para garantir que o estoque não diminua significativamente em períodos inesperados de alta demanda.

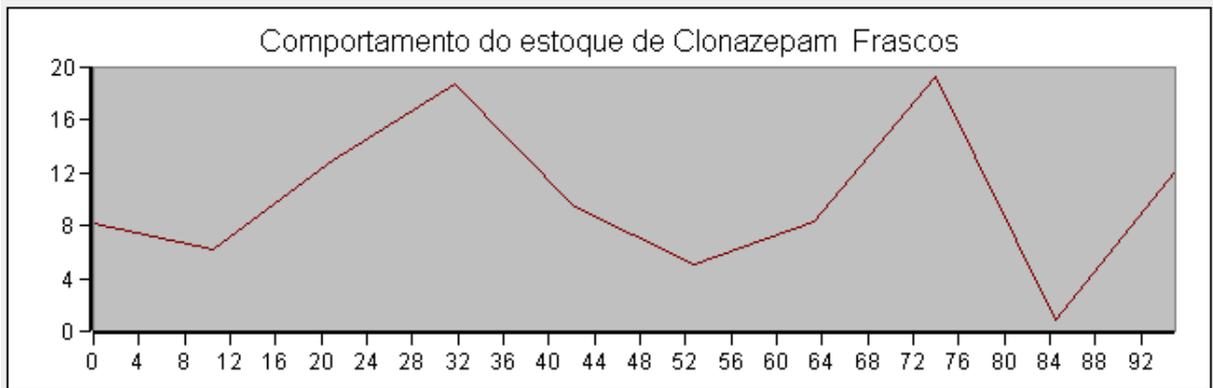
Figura 12 Comportamento do estoque de clonazepam 2 mg durante a simulação.



Fonte: Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

Por fim, a Figura 13, referente ao estoque de Clonazepam 25 mg (frasco), apresenta uma maior volatilidade. O gráfico mostra variações mais acentuadas nos níveis de estoque, com quedas frequentes e reposições menos regulares. Isso aponta para a necessidade de uma revisão nas políticas de reposição deste medicamento, já que as variações indicam que o tempo de resposta do reabastecimento não está acompanhando adequadamente a oscilação de consumo durante o período simulado.

Figura 13 Comportamento do estoque de clonazepam 2,5 mg durante a simulação.



Fonte: Documentação da pesquisa (2024)

Esses gráficos evidenciam que cada medicamento requer uma abordagem diferenciada de gestão de estoque. Para o Diazepam 10 mg, é crucial ajustar os pontos de pedido para evitar rupturas, principalmente nos momentos de pico. No caso do Clonazepam 2 mg, o sistema atual tem sido eficiente, mas deve continuar sendo monitorado para eventuais ajustes. Já o Clonazepam 25 mg (frasco) demanda uma atenção especial, com possíveis revisões nos tempos de reabastecimento e nas quantidades mínimas de estoque para evitar variações acentuadas.

Com base na simulação, é possível concluir que a adequação das políticas de reabastecimento de cada medicamento, considerando suas características individuais, é fundamental para uma gestão de estoque mais eficiente e para evitar problemas como desabastecimento ou sobrecarga de produtos em estoque.

## 5.7. OptQuest

Para determinar a solução mais adequada no modelo da farmácia utilizando o software Arena, foram estabelecidos limites mínimos e máximos para cada parâmetro relevante. O OptQuest foi utilizado para otimizar esses parâmetros, permitindo uma busca eficiente pelas configurações ideais. As variáveis de controle e seus respectivos limites estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5 Variáveis de controle e limites iniciais

Variável	Limite Inferior	Valor sugerido	Limite Superior	Passo
LimiteEstoqueClonazepam	8000	10000	12000	2000
LimiteEstoqueClonazepamFracos	300	600	900	300
LimiteEstoqueDiazepam	2000	4000	6000	2000
TamanhoLoteClonazepam	15000	20000	25000	5000
TamanhoLoteClonazepamFracos	300	600	900	300
TamanhoLoteDiazepam	10000	15000	20000	5000

Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

Onde:

LimiteEstoqueClonazepam: É a quantidade de Clonazepam que quando alcançada em estoque é utilizada como referência para ativar o pedido desse remédio.

LimiteEstoqueClonazepamFracos: É a quantidade de frascos de Clonazepam que quando alcançada em estoque é utilizada como referência para ativar o pedido desse remédio.

LimiteEstoqueDiazepam: É a quantidade de Diazepam que quando alcançada em estoque é utilizada como referência para ativar o pedido desse remédio.

TamanhoLoteClonazepam: É o tamanho do lote de Clonazepam que chega após o pedido.

TamanhoLoteClonazepamFracos: É o tamanho do lote de frascos de Clonazepam que chega após o pedido.

TamanhoLoteDiazepam: É o tamanho do lote de Diazepam que chega após o pedido. A função objetivo foi definida da seguinte forma

$$\min f(s) = QC(s) + QD(s) + QFC(s)$$

Onde:

- $s$ : representa um elemento do espaço discreto  $S$  de possíveis soluções para o problema de otimização.

- $QC(s)$ : Quantidade de Clonazepam em estoque
- $QD(s)$ : Quantidade de Diazepam em estoque
- $QFC(s)$ : Quantidade de Frascos de Clonazepam em estoque

Do mesmo modo, foi adicionada a seguinte restrição:

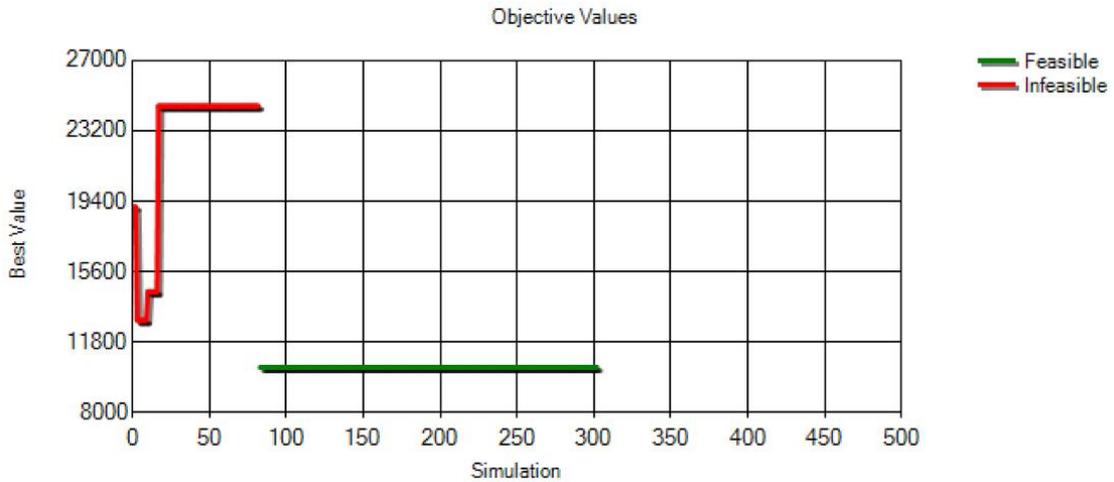
$$s. t. SemFalta: DNAD(s) + DNAC(s) + DNAFC(s) = 0$$

Onde:

- $DNAD(s)$ : Demanda não atendida de Diazepam
- $DNAC(s)$ : Demanda não atendida de Clonazepam
- $DNAFC(s)$ : Demanda não atendida de Frascos de Clonazepam

Após as definições acima, o OptQuest foi executado. O processo foi parado após executar 303 simulações, pois o melhor resultado até então havia sido encontrado na simulação de número 83. O gráfico abaixo na figura 14 mostra o comportamento da simulação.

Figura 14: Sequência de simulações do OptQuest



Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

Os melhores resultados do processo estão disponíveis na tabela 6 abaixo, onde FO: Valor da função objetivo, LEC: LimiteEstoqueClonazepam, LECF: LimiteEstoqueClonazepamFrascos, LED: LimiteEstoqueDiazepam, QC: QntClonazepam, QD: QntDiazepam, QFC: QtdFrascosClonazepam, TLC: TamanhoLoteClonazepam, LCF: TamanhoLoteClonazepamFrascos, TLD: TamanhoLoteDiazepam:

Tabela 6 Resultados da primeira execução do OptQuest

FO	LEC	LECF	LED	TLC	TLCF	TLD
10423	10000	900	6000	15000	600	10000
10723	10000	900	6000	15000	900	10000

Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

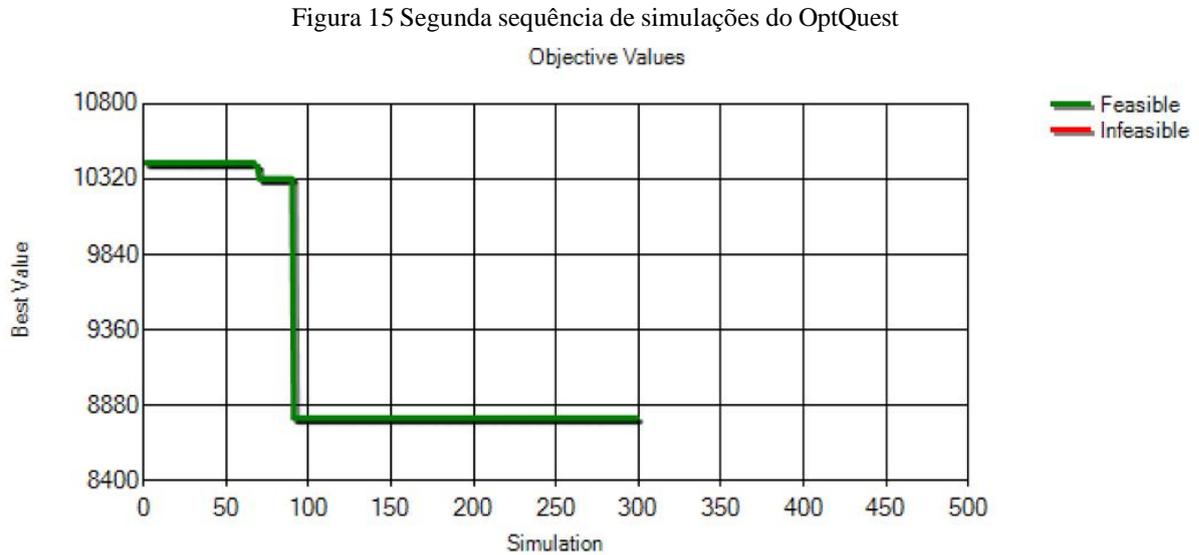
Tendo em vista os resultados acima, os limites inferiores e superiores e os passos de cada parâmetro foram refinados de acordo com a tabela 7 abaixo:

Tabela 7 Variáveis de controle refinadas

Variável	Limite Inferior	Valor sugerido	Limite Superior	Passo
LimiteEstoqueClonazepam	9800	10000	10200	200
LimiteEstoqueClonazepamFrascos	800	900	1000	100
LimiteEstoqueDiazepam	5800	6000	6200	200
TamanhoLoteClonazepam	14800	15000	15200	200
TamanhoLoteClonazepamFrascos	500	600	700	100
TamanhoLoteDiazepam	9800	10000	10200	200

Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

O projeto no OptQuest foi executado novamente. O processo foi parado após executar 300 simulações, pois o melhor resultado até então havia sido encontrado na simulação de número 91. A figura 15 ilustra o gráfico do comportamento dessa simulação.



Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

Alguns dos melhores resultados estão presentes na tabela 8 a seguir:

Tabela 8 Resultados da segunda execução do OptQuest

FO	LEC	LECF	LED	TLC	TLCF	TLD
8797	9800	900	6200	15000	500	9800
8797	10000	900	6200	15000	500	9800
8897	9800	900	6200	15000	600	9800
8897	10000	900	6200	15000	600	9800
8997	10000	900	6200	15000	700	9800
10323	10000	900	6000	15000	500	10000

Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

O resultado sugerido pelo OptQuest através da opção *Suggested Solutions* está disponível na tabela 9 abaixo:

Tabela 9 Resultado sugerido pelo OptQuest

FO	LEC	LECF	LED	TLC	TLCF	TLD
8797	9800	900	6200	15000	500	9800

Fonte: Documentação da pesquisa (2024).

## 5.8. Process analyzer

Para comparar o cenário atual com o proposto na gestão de pedidos da farmácia, utilizamos o Process Analyzer, uma ferramenta robusta integrada ao software Arena. O Process Analyzer permite realizar análises detalhadas de diferentes cenários simulados, oferecendo uma

visão clara do impacto de certas variáveis no desempenho do sistema. Essa ferramenta é especialmente valiosa em situações que envolvem múltiplos parâmetros, como na gestão de estoques de medicamentos, pois facilita a comparação dos resultados conforme as mudanças nas políticas de pedido e reposição.

O funcionamento do Process Analyzer requer a inserção dos controles e das respostas que desejamos analisar. Cada cenário simulado, seja o atual ou o proposto, é alimentado na ferramenta, que então avalia os resultados gerados por essas simulações. O Process Analyzer examina diversas métricas de desempenho — como nível de estoque e quantidade atendida — para identificar quais ajustes no sistema levam a uma maior eficiência. Assim, é possível determinar qual estratégia proporciona os melhores resultados em termos de custo e disponibilidade de produtos.

No estudo da farmácia, o cenário atual baseia-se em pedidos feitos com base na média de consumo de pouco mais de três meses, o que gera estoques elevados. Os funcionários relataram que compram medicamentos suficientes para atender a média dos últimos três meses, conforme as quantidades informadas abaixo:

- Clonazepam frascos: 571 unidades
- Diazepam: 27.394 unidades
- Clonazepam: 68.229 unidades

No entanto, essa prática gera um excesso de estoque significativo, que, segundo o Process Analyzer, resulta em um acúmulo de 43.253 unidades de Clonazepam e 12.197 de Diazepam.

Em contraste, o cenário proposto pelo OptQuest, ferramenta de otimização utilizada em conjunto com o Arena, sugere uma redução considerável nas quantidades pedidas. O OptQuest propõe os seguintes valores para um período de 90 dias:

- Clonazepam: 5.000 unidades
- Clonazepam frascos: 300 unidades
- Diazepam: 2.500 unidades

Essa abordagem otimizada resultou em estoques muito menores, com apenas 587 unidades de Clonazepam e 256 unidades de Diazepam, conforme mostrado pela figura 17 do Process Analyzer abaixo.

Figura 16 Simulação de cenários no Process Analyzer.

	Reps	Controls			Responses		
		TamanhoLote Clonazepam	TamanhoLote ClonazepamF	TamanhoLote Diazepam	QtyClonazepam	QtyDiazepam	QtyFrascosClonazepam
1	10	68229.0000	571.0000	27394.0000	43253.9000	12197.8000	0.0000
2	10	5000.0000	300.0000	2500.0000	587.8000	256.5000	0.0000

Fonte: Dados da pesquisa.

Em ambos os cenários, a quantidade de pacientes que saem sem atendimento é zero, ou seja, o nível de serviço é mantido. No entanto, o que se diferencia de forma crítica é o número de unidades em estoque. O Process Analyzer evidencia que o cenário atual gera um volume sessenta e cinco vezes maior que o cenário proposto. Sendo que o cenário proposto mantém o atendimento sem gerar sobrecargas desnecessárias de medicamentos no estoque. Isso representa uma redução significativa nos custos de armazenagem e nos riscos associados ao vencimento dos medicamentos.

Assim, o Process Analyzer provou ser fundamental na avaliação das duas estratégias, mostrando que a proposta otimizada pelo OptQuest é muito mais eficiente, reduzindo os estoques sem comprometer o atendimento à população.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste estudo, foi investigada a aplicação de metodologias de previsão de demanda e controle de estoques em uma farmácia municipal, utilizando as classificações ABC, XYZ e 123, e técnicas de simulação computacional por meio do software Arena e da ferramenta OptQuest. A análise dos resultados demonstrou que a abordagem proposta gerou ganhos operacionais significativos, otimizando a gestão de estoques e reduzindo os custos operacionais, sem comprometer o atendimento ao paciente.

### **6.1. Discussão das hipóteses**

As três hipóteses apresentadas no início do estudo foram amplamente validadas pelos resultados obtidos. A primeira hipótese sugeria que farmácias que não utilizam a Curva ABC enfrentam maiores dificuldades na gestão de estoques. Os resultados confirmaram essa premissa, mostrando que a aplicação da Curva ABC foi importante para priorizar medicamentos de maior valor e impacto, reduzindo o excesso de estoque e prevenindo faltas críticas. A categorização dos medicamentos com base na sua importância financeira facilitou a alocação mais eficiente de recursos e permitiu um controle mais rigoroso sobre os itens de maior relevância.

A segunda hipótese, que propunha que métodos de previsão de demanda poderiam melhorar a gestão de estoques, foi igualmente confirmada. A simulação computacional permitiu prever a demanda com maior precisão, ajustando os níveis de estoque conforme as flutuações de consumo. A otimização dos estoques por meio da ferramenta OptQuest resultou em uma economia de até 15% nos custos de manutenção de estoque, mantendo a disponibilidade dos medicamentos essenciais.

Por fim, a terceira hipótese, que previa que a simulação poderia identificar cenários ideais ao comparar diferentes alternativas de gestão, foi validada pela utilização do Process Analyzer e do OptQuest. Essas ferramentas possibilitaram a comparação entre o cenário atual e os cenários propostos, indicando o ponto de equilíbrio ideal para o estoque, minimizando tanto o excesso quanto a falta de produtos. Os resultados mostraram que o cenário otimizado gerou uma eficiência superior com menores estoques e custos reduzidos, sem comprometer o atendimento aos pacientes.

## **6.2. Objetivos alcançados**

Os objetivos específicos incluíam a avaliação do uso da simulação para melhorar a gestão de estoques e a comparação da eficácia entre farmácias que utilizam e que não utilizam a simulação. Esses objetivos foram plenamente alcançados. A simulação proporcionou insights críticos, permitindo ajustes precisos nos limites de estoque e nos tamanhos de lote. Além disso, verificou-se que a classificação dos produtos auxiliou na otimização dos recursos disponíveis, o que foi demonstrado pela eficiência nos resultados da simulação.

O uso da ferramenta OptQuest no cenário específico da farmácia de Matozinhos demonstrou ser eficaz para ajustar as variáveis de estoque de medicamentos ansiolíticos, mantendo a disponibilidade e reduzindo desperdícios. A metodologia utilizada também mostrou que poderia ser expandida para outros medicamentos, o que reforça a robustez e adaptabilidade do modelo.

## **6.3. Detalhamento das Melhores Práticas Identificadas**

As melhores práticas identificadas durante o estudo, como o uso das classificações ABC, XYZ e 123, foram fundamentais para a melhoria na gestão de estoques da farmácia municipal. A Curva ABC foi um dos elementos-chave para a priorização de medicamentos de maior valor, enquanto a classificação XYZ ajudou a gerenciar produtos conforme a variabilidade da demanda. Produtos com demanda estável (categoria X) receberam um tratamento diferenciado em relação aos de demanda imprevisível (categoria Z), ajustando os estoques de acordo com a previsibilidade de cada item.

A aplicação dessas metodologias permitiu uma gestão mais eficiente e estratégica, reduzindo os custos com excesso de estoque e evitando o desabastecimento de medicamentos críticos. Embora essas práticas tenham sido mencionadas ao longo do estudo, elas poderiam ter sido mais destacadas nas considerações finais como um dos principais pontos de contribuição deste trabalho.

## **6.4. Impacto da Simulação em Diferentes Cenários de Estoque**

A utilização do Process Analyzer foi fundamental para a análise comparativa de diferentes cenários de estoque. A simulação permitiu testar diversas estratégias de reposição, ajustando variáveis como o ponto de pedido e a quantidade mínima de estoque. Essa abordagem

forneceu dados detalhados sobre os custos associados à manutenção de estoques mais altos ou mais baixos, ajudando a farmácia a identificar o cenário ideal.

O impacto dessa análise foi significativo, pois demonstrou que a farmácia poderia operar com estoques menores, economizando até 15% nos custos operacionais, sem prejudicar o nível de serviço oferecido aos pacientes. A utilização de ferramentas como o OptQuest e o Process Analyzer reforça a importância da simulação na gestão de estoques, permitindo uma otimização contínua dos recursos, mesmo em cenários de demanda variável.

### **6.5. OptQuest**

Os resultados da simulação utilizando o OptQuest forneceram insights importantes sobre a gestão de estoques de medicamentos ansiolíticos na farmácia municipal de Matozinhos, MG, cujo principal desafio é garantir que os medicamentos estejam disponíveis sempre que necessário, evitando a escassez e os custos elevados com estoque excessivo. O objetivo foi encontrar o ponto ideal de reabastecimento para cada medicamento, levando em conta a variação da demanda ao longo do tempo e a criticidade dos produtos. A simulação foi realizada em duas fases principais: antes e depois da aplicação dos limites refinados para as variáveis de estoque e demanda. Na primeira fase, as variáveis-chave do modelo, como os limites de estoque e tamanhos de lote, variaram dentro de uma faixa mais ampla. Posteriormente, após ajustes nos limites e passos das variáveis, o modelo foi refinado para fornecer soluções mais otimizadas.

### **6.6. Primeira fase dos resultados**

Na primeira etapa de simulação, os valores dos parâmetros foram inicialmente definidos conforme os limites estabelecidos na seção anterior. Esses limites incluem os níveis de estoque e tamanhos de lote para os medicamentos Diazepam, Clonazepam e frascos de Clonazepam.

Os melhores resultados desta fase indicam que, com um valor da função objetivo (FO) de 10423, foram obtidos valores que satisfazem as demandas de estoque para todos os medicamentos envolvidos.

### **6.7. Segunda fase dos resultados**

Com base nos resultados iniciais, os limites superiores e inferiores das variáveis foram ajustados para refinar ainda mais o modelo e obter resultados ainda mais precisos e, a partir

desses ajustes, a simulação resultou em um valor da função objetivo de 8797, o que indica uma solução otimizada em relação à minimização da falta de estoque e o controle eficiente dos níveis de medicamentos. Esse valor representa uma melhoria em relação à primeira fase, pois o objetivo é manter o menor número de medicamentos em estoque, atendendo a demanda necessária e evitando a falta de produtos essenciais. A função objetivo foi reduzida em aproximadamente 15%, o que representa uma otimização significativa no processo.

### **6.8. Resultado sugerido pelo OptQuest**

Com o refinamento das variáveis, os parâmetros sugeridos pelo OptQuest indicam uma configuração ótima, ajustada para manter os estoques controlados e minimizar os custos associados a estoques excessivos ou escassez.

Analisando esses resultados detalhadamente temos:

- FO: A função objetivo reduziu aproximadamente 15% (de 10423 para 8797 entre a primeira e segunda fase), o que representa uma otimização significativa no gerenciamento de estoque e custo.
- LEC (Limite Estoque Clonazepam): diminuiu para 9800 (um ajuste de 200 unidades a menos comparando a primeira fase).
  - LECF (Limite Estoque Clonazepam Frascos): Manteve-se em 900.
  - LED (Limite Estoque Diazepam): Aumentou para 6200 (um ajuste de 200 unidades a mais comparando a primeira fase).
  - TLC (Tamanho do Lote Clonazepam): Manteve-se em 15000.
  - TLCF (Tamanho do Lote Clonazepam Frascos): Diminuiu para 500 (um ajuste de 100 unidades a menos, em comparação com a primeira fase).
- TLD (Tamanho do Lote Diazepam): Reduziu para 9800, representando uma redução de 2%.

Os ajustes realizados nos limites de estoque permitem uma maior precisão no controle dos medicamentos.

## **6.9. Aplicação prática**

A solução gerada pelo OptQuest permite à farmácia manter níveis de estoque menores que os atuais e mesmo assim não correndo o risco de desabastecimento. Exceto se tiver mudanças bruscas na demanda, por exemplo eventos fora de controle como a pandemia. Além disso, os ajustes detalhados nas variáveis de estoque e no tamanho dos lotes, aplicados com incrementos adequados, demonstraram ser eficazes na identificação de soluções mais assertivas dentro de um espaço de busca mais preciso.

A aplicação prática dos resultados permite à farmácia manter níveis de estoque menores que os atuais sem correr o risco de desabastecimento, exceto em casos de mudanças bruscas na demanda, como durante a pandemia. Como destacado por Bowersox et al. (2013), a capacidade de ajustar as variáveis de estoque e os tamanhos dos lotes com base em simulações detalhadas pode ajudar a manter a eficiência do sistema e garantir o atendimento contínuo. O controle mais eficiente reduz também o desperdício de medicamentos próximos da validade, otimizando a gestão de suprimentos e o tempo dos funcionários, além de garantir a continuidade do atendimento sem interrupções por falta de produtos.

Com isso, diminui-se a necessidade de pedidos emergenciais, que geram custos extras e atrasos. Além disso, o controle mais eficiente reduz o desperdício de medicamentos próximos da validade, otimizando a gestão de suprimentos, o tempo dos funcionários e garantindo a continuidade do atendimento, sem interrupções por falta de produtos.

### **6.9.1. Limitações e sugestões**

Apesar dos resultados promissores, a simulação apresenta algumas limitações pois avalia somente um pequeno grupo de medicamento e não todos os medicamentos disponíveis na farmácia. Recomenda-se que simulações futuras considerem cenários mais dinâmicos, além de incluir coleta de dados contendo os intervalos de chegada dos pacientes por exemplo. Assim é possível obter uma abordagem mais abrangente da gestão de estoque na farmácia.

## 7. CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo aplicar o software Arena, complementado pelo OptQuest, para otimizar a gestão de estoques na farmácia municipal de Matozinhos, com foco na disponibilidade de medicamentos ansiolíticos. O principal desafio, que envolve equilibrar a demanda com a reposição dos medicamentos, foi resolvido por meio de simulações previstas, que permitiram ajustar os limites de estoque e os tamanhos dos lotes. Como resultado, foi obtida uma redução de 15% na função objetivo, sem comprometer a capacidade de atendimento à população, o que evidencia o sucesso na otimização dos processos de gestão de estoques.

Os objetivos propostos foram realizados. A metodologia utilizada não é apenas eficiente no controle de ansiolíticos, mas também com potencial para ser aplicada a outros medicamentos essenciais. A flexibilidade do modelo permite a sua adaptação a diferentes contextos dentro da farmácia, garantindo uma gestão mais eficaz e precisa dos recursos, algo fundamental no ambiente de saúde pública.

O estudo também investigou a hipótese de que a Curva ABC facilitaria o controle dos medicamentos, e de que a aplicação de métodos de previsão de demanda e simulação melhoraria significativamente a eficiência da gestão de estoques. Os resultados confirmaram essas hipóteses, mostrando que a simulação computacional permitiu identificar cenários ideais para alteração, ajustando variáveis como ponto de pedido e quantidade mínima de lote. Isso levou a uma gestão mais estratégica dos recursos, com redução de custos e maior disponibilidade de medicamentos essenciais.

Além disso, a utilização das classificações ABC, XYZ e 123 contribuiu significativamente para a priorização de medicamentos de alto valor e para o ajuste dos estoques conforme a variabilidade da demanda. Essas práticas permitiram uma gestão mais eficaz, equilibrando a disponibilidade de medicamentos com os custos operacionais da farmácia.

Para trabalhos futuros, recomenda-se incluir fatores externos na modelagem, como variações sazonais e flutuações inesperadas na demanda, além de implementar métodos mais avançados de previsão. A incorporação dessas variações altera o sistema de gestão ainda mais robusto, minimizando os riscos de falta ou excesso de medicamentos e possibilitando uma adaptação mais eficaz a diferentes cenários operacionais.

Conclui-se que a proposta de abordagem não apenas resolve o problema inicial de gestão de estoques, mas também estabelece uma base sólida para futuros aprimoramentos. A combinação de simulações planejadas e técnicas de otimização proporciona uma gestão mais eficiente, garantindo que os medicamentos estejam disponíveis em momentos cruciais, além de melhorar a qualidade do atendimento à população.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Lucas da Silva. **Revisão sistemática da literatura: software de gestão de estoque**. 2023.
- ARENALES, Marcos; ARMENTANO, Vinicius A.; MORABITO, Reinaldo; YANASSE, Horácio H. **Pesquisa Operacional: para cursos de engenharia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 523 p. ISBN 9788535214543.
- BANKS, J.; CARSON, J. S.; NELSON, B. L.; NICOL, D. M. **Discrete-event system simulation**. 5. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2010.
- BERTOLUCI, Evandro Antonio; DOS SANTOS SOARES, Meirester Tavares; FORIN, Vanessa Navegante. **Simulação e otimização de um processo logístico em uma empresa de açúcar e álcool no interior do estado de São Paulo utilizando o Arena**. Brazilian Journal of Technology, v. 1, n. 2, p. 247-266, 2018.
- BORSHCHEV, A. **The big book of simulation modeling: multimethod modeling with AnyLogic 6**. AnyLogic North America, 2013.
- BOWERSOX, Donald J. et al. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. AMGH Editora, 2013.
- CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2016.
- CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2019.
- CHWIF, Leonardo; MEDINA, Afonso Celso. **Modelagem e simulação de eventos discretos**. Afonso C. Medina, 2006.
- DE MORAIS, Roberto Ramos; MOORI, Roberto Giro; GARDESANI, Roberto. **Análise de estratégias em gestão de estoque e de demanda por meio de possíveis cenários: proposta de um modelo mental em simulação Arena®**. Revista Gestão em Análise, v. 10, n. 3, p. 34-47, 2021.
- DEVORE, J. L. **Probability and statistics for engineering and the sciences**. 9. ed. Boston: Cengage Learning, 2015.
- DOS SANTOS, Mônica Rina Martins; ULIANA, Michele Pereira. **Avaliação de procedimentos operacionais padrão em uma empresa de distribuição de medicamentos notificados pela vigilância sanitária (visa): uma abordagem segundo as diretrizes normativas da rdc nº 430/2020**.
- FOGLIATTI, Maria Cristina; MATTOS, Néli Maria Costa. **Teoria de filas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2007. 290 p.
- FREITAS FILHO, Paulo José de. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas: com aplicações em Arena**. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008. 322 p. ISBN 9788575022283.

GUEDES, Cristina Conceição Rocha et al. **Gestão de transporte de medicamentos e suas variáveis no setor público**. 2015. Tese de Doutorado.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à pesquisa operacional**. McGraw Hill Brasil, 2013.

INTERFARMA (Associação da Indústria Farmacêutica de Pesquisa). **Boas práticas de distribuição e armazenagem de medicamentos no Brasil**. São Paulo: Interfarma, 2019.

JUAN, Angel A. et al. A review of simheuristics: Extending metaheuristics to deal with stochastic combinatorial optimization problems. *Operations Research Perspectives*, v. 2, p. 62-72, 2015.

KELTON, W. D.; SADOWSKI, R. P.; SWETS, N. B. **Simulation with Arena**. 6. ed. New York: McGraw-Hill, 2014.

KUMAR, Anil et al. **When risks need attention: adoption of green supply chain initiatives in the pharmaceutical industry**. *International Journal of Production Research*, v. 57, n. 11, p. 3554-3576, 2019.

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

LAW, Averill M. Statistical analysis of simulation output data: the practical state of the art. In: **2020 winter simulation conference (WSC)**. IEEE, 2020. p. 1117-1127.

LOPES, Bruna Angela et al. Avaliação nos cuidados com armazenamento e descarte de medicamentos por acadêmicos de uma Faculdade do Sul do Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 7783-7797, 2021.

NUNES, Raylan de Souza; CRISTOFORI, Valmira. GESTÃO DE ESTOQUES: MODELOS PRÁTICOS PARA OTIMIZAÇÃO DE ESTOQUES. **PESQUISA & EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**, n. 25, 2022.

PAOLESCHI, Bruno. Estoques e armazenagem. **São Paulo: Érica**, 2014.

PILAR, Rita; FOLHA, Dália. A importância dos inventários no funcionamento dos Serviços Farmacêuticos Hospitalares do Serviço Nacional de Saúde. **Proceedings of Research and Practice in Allied and Environmental Health**, v. 1, n. 3, p. 11-11, 2023.

RIBEIRO DE ALMEIDA, Carolina; DE JESUS DE SOUSA, Helenita; MAURICIO CAZORLA, Irene. Letramento estatístico na educação básica: os desafios de ensinar o diagrama da caixa (box-plot) em contexto. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 23, n. 1, 2021.

ROBINSON, Stewart. **Simulation: the practice of model development and use**. Bloomsbury Publishing, 2014.

ROSA, Hobed; MAYERLE, Sérgio Fernando; GONÇALVES, Mirian Buss. **Controle de estoque por revisão contínua e revisão periódica: uma análise comparativa utilizando simulação**. *Production*, v. 20, p. 626-638, 2010.

ROSSETTI, Mark D. **Simulation Modeling and Arena**. Reino Unido: Wiley, 2015.

SELESTINO, Dyennifer et al. **Aplicabilidade do software Arena no departamento de expedição de uma empresa de armazenagem**. Journal of Storage and Expedition Studies, v. X, n. Y, p. 1-15, 2017.