

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

Nicolas Yudi Kumm Uchi

**APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA  
LAVANDERIA HOSPITALAR**

Dourados - MS  
2018

Nicolas Yudi Kumm Uchi

**APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA  
LAVANDERIA HOSPITALAR**

Trabalho apresentado a Universidade Federal da Grande Dourados como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Rogério da Silva Santos

Dourados  
2018

Nicolas Yudi Kumm Uchi

**APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA  
LAVANDERIA HOSPITALAR**

Trabalho apresentado a Universidade  
Federal da Grande Dourados como parte  
das exigências para a obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia de Produção

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Rogério da Silva Santos  
FAEN - UFGD

---

Prof. Me. Larissa Diniz Freitas  
FAEN - UFGD

---

Prof. Dra. Fabiana Raupp  
FAEN - UFGD

Dourados, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de 201\_.

## RESUMO

Uma lavanderia hospitalar é um setor de auxílio operacional de um hospital, no qual a eficiência no atendimento das demandas dos enxovais ao hospital significa um alto nível de serviço do setor. O processo de produção de enxovais é regulamentado pela ANVISA através de manual de processamento de enxoval hospitalar. No local onde o estudo foi realizado, haviam problemas no atendimento da demanda, no qual averiguou-se que haviam falta de estoque de kits com alta demanda e o excesso de estoque de kits com baixa demanda, deste modo a pesquisa propôs um modelo de previsão de demanda para os kits com alta demanda. Para realizar a aplicação das técnicas de previsão, seguiu-se a metodologia apresentada por Tubino (2007). A primeira etapa do método é definir o objetivo do modelo, que coincide justamente com o que o presente trabalho propõe. Na etapa da coleta e análise dos dados, foi realizado a seleção dos kits com altos fluxos no estoque, análises qualitativas sobre o ambiente do local da pesquisa e a hipótese de comportamento das demandas. Na etapa da seleção das técnicas de previsão, aplicou-se as técnicas de média móvel simples e média exponencial móvel e a partir dos desvios padrões e desvio médio absoluto (MAD), selecionou-se as técnicas mais adequadas para cada kit. Na etapa da obtenção das previsões é previsto a demanda para o período futuro. Na monitoração do modelo, verificou-se a acurácias das técnicas propostas. Com a aplicação da metodologia, a conclusão foi um modelo de previsão de demanda para os kits selecionados e que está pronto para ser utilizados para os períodos futuros dos dados coletados, pois analisando o comportamento dos erros, conclui-se que a variação da demanda terá um comportamento parecido com os períodos do passado.

**Palavras – chave:** gestão de estoques, previsão dos kits de enxoval, modelo de previsão de demanda, lavanderia hospitalar.

## **Abstract**

A hospital laundry is a sector of operating aid of a hospital, in which the efficiency in meeting the demands of the clothing to hospital means a high level of service in the industry. The production process of clothing is regulated by ANVISA through manual processing of trousseau hospital. In the place where the study was conducted, there were problems in the care of the demand, in which it was found that they had lack of stock of kits with high demand and excess stock of kits with low demand, thus the research proposed a model of demand forecast for the kits with high demand. To make the application of forecasting techniques, followed the methodology presented by Tubino (2007). The first step of the method is to define the objective of the model, which coincides precisely with what the present study proposes. In the phase of data collection and analysis was conducted the selection of kits with high flows in the inventory, qualitative analyzes on the environment of the place of research and the hypothesis of behavior of demands. In the phase of selection of forecasting techniques, we applied the techniques of simple moving average, exponential moving average and the standard deviation and mean absolute deviation (DAM), we selected the most suitable techniques for each kit. In step of obtaining the forecasts is expected demand for the future period. In the monitoring of the model, it was found that the accuracy of the techniques proposed. With the application of the methodology, the conclusion was a model of demand forecast for the selected kits and that is ready to be used for future periods of collected data, because by analyzing the behavior of errors, it is concluded that the variation of demand will have a similar behavior with periods of the past.

**Key words:** inventory management, forecasting of layette kits, model of demand forecasting, hospital laundry.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Atividades e objetivos do horizonte de tempo do planejamento e controle da produção.....	17
Figura 2: Hipóteses de comportamento da demanda.....	20
Figura 3: Efeitos dos coeficientes de ponderação no modelo de previsão de demanda.....	23
Figura 4: Ciclo do enxoval dentro de um hospital.....	25
Figura 5: Fluxograma de uma lavanderia hospitalar.....	26
Figura 6: Etapas para elaboração de modelos de previsão demanda.....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela1: Demanda histórica dos kits selecionados.....	34
Tabela 2: Valores dos indicadores obtidos aplicando as duas técnicas para cada kit.....	38
Tabela 3: Técnicas selecionadas para cada kit.....	38
Tabela 4: Previsão da demanda dos kits para o dia 63.....	39

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 ao 10: Comportamento das demandas dos kits selecionados.....	36
Gráfico 11 ao 21: Obtenção das previsões utilizando as técnicas adequadas para cada kit.....	40
Gráficos 21 ao 30: CEP de monitoração dos erros de previsão dos kits.....	42

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CEP – Controle Estatístico do Processo

MAD – Desvio médio absoluto

PCP – Planejamento e controle da produção

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1. CARACTERIZAÇÃO DO TEMA .....	11
1.2. PROBLEMA DE PESQUISA .....	12
1.3. JUSTIFICATIVA .....	13
1.4. OBJETIVOS .....	14
1.4.1.Geral .....	14
1.4.2.Específicos .....	14
1.5. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO .....	14
<b>2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
2.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO .....	15
2.1.1. Previsão de demanda .....	18
2.1.1.1. Técnicas baseadas em séries temporais .....	19
2.1.1.1.1. Média móvel simples .....	21
2.1.1.1.2. Média exponencial móvel .....	21
2.1.1.1.3. Monitoração e controle do erro de previsão .....	24
2.2. LAVANDERIA HOSPITALAR .....	25
<b>3.METODOLOGIA</b> .....	29
3.1. MÉTODO DE PESQUISA .....	29
3.2. DESCRIÇÃO DO LOCAL DA COLETA DE DADOS .....	30
3.3. OBJETIVO DO MODELO .....	31
3.4. COLETA E ANÁLISE DOS DADOS .....	31
3.5. SELEÇÃO DA TÉCNICA DE PREVISÃO .....	31
3.6. OBTENÇÃO DAS PREVISÕES .....	32
3.7. MONITORAÇÃO DO MODELO .....	32
<b>4.RESULTADOS</b> .....	33
4.1. COLETA E ANÁLISE DOS DADOS .....	33
4.2. SELEÇÃO DAS TÉCNICAS DE PREVISÃO .....	37
4.3. OBTENÇÃO DAS PREVISÕES .....	39
4.4. MONITORAÇÃO DO MODELO .....	41
<b>5.CONCLUSÃO</b> .....	45
<b>REFERÊNCIAS BIBLOGRÁFICAS</b> .....	47

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. CARACTERIZAÇÃO DO TEMA

O planejamento e controle da produção é imprescindível para qualquer sistema produtivo e isso se aplica para uma lavanderia hospitalar, pois ela possui um sistema de produção, possuindo recursos de entrada, um processo de transformação e o produto final. O dimensionamento do PCP dá orientações quanto a direcionamentos futuros e/ou variáveis que influenciam planejamentos de diferentes horizontes de tempo, aumentando as chances de sucesso nas organizações (LEMOS, 2006). Cunha, Campos e Rifarachi (2011), afirmam que técnicas da manufatura, estão sendo implementados nas áreas de serviço, com esforços sistemáticos.

Uma lavanderia hospitalar, presta um serviço auxiliar ao atendimento do paciente através de kits de enxovais para proporcionar conforto durante a estadia em um hospital (ANVISA,2009). Diante disso, deve-se realizar um planejamento para fazer a coleta das roupas sujas pelo hospital, realizar o processamento e produzir os kits, a serem entregues aos setores que necessitam. A lavanderia hospitalar é um ambiente onde a produção apresenta-se em lotes e fluxos desordenado (CUNHA, CAMPOS e RIFARACHI; 2011), sendo possível aplicar as técnicas de previsão de demanda. E com o auxílio de um modelo de previsão de demanda, os gestores podem, melhor planejar a quantidade de estoques (PIMENTEL, CRUZ e GUERREIRO; 2016).

Lemos (2006), afirma que, diferentes tipos de negócios necessitam diferentes métodos de previsão e para aplicar esses métodos, são necessárias informações sobre as estratégias propostas pelas organizações. Logo, para uma lavanderia hospitalar, que possui como principal objetivo, atender a demanda de enxovais limpos no hospital, fica ressaltado a importância de se ter um modelo de previsão e acompanhamento da demanda.

Portanto as previsões de demanda servem como um guia a tomada de decisões nos planejamentos de longo e médio prazo, além de, monitorar o desempenho do sistema através de previsões frequentes de curto prazo (LEMOS, 2006). Assim, essa pesquisa, possui como objetivo aplicar e desenvolver um modelo

de previsão de demanda, de modo que auxilie no gerenciamento de estoques de kits de enxovais da lavanderia hospitalar.

## 1.2. PROBLEMA DE PESQUISA

O objetivo do setor da pesquisa é prestar o serviço, atendendo as demandas de enxovais nos diversos setores existentes no hospital. Mas a falta de planejamento e controle da produção na lavanderia hospitalar, coloca em risco a qualidade de atendimento do principal produto fornecido por um hospital, que é a o atendimento ao paciente. Deixar de atender uma demanda de enxoval no hospital, resulta em atrasos na realização do atendimento, onde, para se realizar um exame de raio-x por exemplo, o paciente deve estar vestindo um avental fornecido pelo hospital ou para se realizar cirurgia, o paciente e os próprios funcionários como médicos, anestesistas e enfermeiras, devem estar vestindo roupas apropriadas.

A não existência do dimensionamento do PCP na lavanderia hospitalar no qual foi realizada o estudo, resulta em problemas no gerenciamento de estoques, pois a falta de informações sobre o comportamento das demandas dos enxovais, faz com que a produção aconteça de forma desordenada, não priorizando determinados kits que possuem demanda maiores que outros. O impacto causado pela falta do PCP na produção dos kits de enxovais, fica evidenciado no gerenciamento dos estoques de enxovais, onde a falta de informações sobre as demandas, somada com a produção desordenada, resulta em excesso de estoque de kits de pouca demanda, e falta de estoque de kits com alta demanda, conseqüentemente, o setor possui incertezas no nível de serviço ao atendimento da demanda de kits de enxovais.

A partir desse cenário, é proposto a essa pesquisa, fornecer um modelo de previsão de demanda, aplicando técnicas de previsão de demanda quantitativas de modo que, a partir dos dados das previsões, as estações de trabalho possam produzir os kits de enxovais, evitando excesso e a falta nos estoques.

### 1.3. JUSTIFICATIVA

A oportunidade de se aplicar técnicas de previsão de demanda em uma lavanderia hospitalar, expõem a necessidade de também aplicar conceitos do planejamento e controle da produção em sistema de produção de serviços. Os benefícios que podem ser alcançados com a aplicação de técnicas de previsão de demanda em uma lavanderia hospitalar podem ser vários, mas o principal é a redução de custos de processamento, aumento do nível de serviço e aumento da confiabilidade e eficiência do sistema produtivo de processamento de enxovais.

A realização da aplicação de técnicas de previsão de demanda, fornece ferramentas e indicadores para continuar o planejamento da produção para a médio e a curto prazo. Dessa forma, o primeiro passo que se deve dar para dimensionar o planejamento da produção é descobrir o quanto se deve produzir através do modelo de previsão de demanda. Pellegrini (2000), aponta que a realização de tomadas de decisão mais ágeis e com maior acurácia, as quais se refletirão em maior velocidade de resposta, em menores perdas e, portanto, em uma maior competitividade no mercado. De acordo com Tubino (2007), as informações geradas pela previsão de demanda, são utilizadas para elaborar o plano de produção, definindo quais equipamentos serão utilizados, a qualificação da mão-de-obra, projetar a instalação de operação, definição da política de estoques, planos de reposição, planos de cargas da mão-de-obra e sequenciamento da produção. Logo o benefício que a aplicação da previsão de demanda não pode ser mensurada, pois ela está ligada a eficiência que o PCP pode trazer, porém para se dimensionar o planejamento da produção, deve-se iniciar pela previsão de demanda.

As considerações que são necessárias para se aplicar técnicas de previsão de demanda em produção de serviços, torna esse estudo importante para mostrar a necessidade dos gestores em possuir conhecimento de planejamento e controle da produção, que resulta em processo eficiente e redução de custos.

## 1.4. OBJETIVOS

### 1.4.1. Geral

- Aplicar técnicas de previsão de demanda em uma lavanderia hospitalar.

### 1.4.2. Específicos

- Selecionar técnicas de previsão de demanda, de acordo com a demanda de cada produto selecionado;
- Identificar melhorias que o modelo de previsão de demanda pode trazer a unidade estudada.

## 1.5. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho foi dividido em cinco capítulos, contando com esse capítulo, no qual caracteriza o ambiente em que se encontra o local estudado e qual o objetivo da pesquisa para solucionar o problema encontrado. No capítulo 2, foi realizado uma pesquisa bibliográfica, evidenciando as técnicas de previsão de demanda que serão aplicadas no estudo. Neste capítulo abordou assuntos como, definição de planejamento e controle da produção, definição de previsão de demanda, técnicas de previsões para séries temporais e a monitoração do modelo. Também neste capítulo, procurou-se abordar o que a literatura diz sobre uma lavanderia hospitalar, descrevendo todos os processos de produção da mesma. O capítulo 3 trata-se da metodologia, no qual se divide em classificação da natureza da pesquisa, aplicação das técnicas de previsões mais adequadas e se falou sobre o local que ocorreu a pesquisa. O método para aplicar as técnicas de previsão foi dividida em cinco etapas: objetivo do modelo, coleta e análise dos dados, seleção das técnicas de previsão, obtenção das previsões e monitoração do modelo. O capítulo 4 apresenta os resultados obtidos com a aplicação das técnicas de previsão escolhida para se montar um modelo de previsão de demanda na lavanderia hospitalar. O capítulo 5 apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros na área do PCP.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Planejamento e controle da produção é a conciliação do potencial da operação, para a oferta de produtos e serviços e as demandas de seus clientes na operação, sendo o conjunto de atividades planejadas que dirigem a operação diária da empresa (SLACK, BRANDON-JONES e JHONSTON; 2015). Os autores completam ainda que o planejamento fornece sistemas, procedimentos e decisões que juntam diferentes aspectos da oferta e da demanda. Corrêa, Gianeasi e Caon (2014) afirmam que planejar é entender como a situação presente e como a visão sobre o futuro influencia na tomada de decisão para se atingir determinados objetivos. Slack, Brandon-Jones e Jhonston (2018) enfatizam ainda que o processo de planejamento deve ser constante, pois nem tudo que se planeja acontece. Os eventos não podem ser previstos e a natureza das atividades de planejamento e controle muda ao longo do tempo, ou seja, esse processo de planejar de forma constante é para incluir as mudanças que ocorrem na empresa e no mercado, como a inserção de novos concorrentes e a mudança de patamar da empresa, ao longo desse tempo de planejamento. Corrêa, Gianeasi e Caon (2014) estabelece então alguns passos para o planejamento constante, que são:

- Passo 1 – levantamento da situação presente, o sistema de planejamento deve ter um conhecimento de como está a situação em que se encontram as atividades e os recursos para que esta esteja presente no processo de planejamento;
- Passo 2 – desenvolvimento e reconhecimento da visão de futuro. O sistema deve considerar essa visão de futuro para que esta possa emprestar sua influência ao processos decisório;
- Passo 3 – tratamento conjunto da situação presente e da visão do futuro, por alguma lógica que transforme os dados coletados sobre presente e futuro em informações que passam a ser disponibilizadas numa forma útil para a tomada de decisão logística;
- Passo 4 – tomada de decisão gerencial. Com base nas informações disponibilizadas pelo sistema, os tomadores de decisão efetivamente

tomam decisões logísticas sobre o que, quanto, quando produzir e comprar e com que recursos produzir;

- Passo 5 – execução do plano. Decorre em um período em que efetivamente as diversas decisões vão tendo efeito. Como tudo não ocorre como o planejado, é preciso analisar a situação e redisparar o processo de planejamento, desse modo voltando ao passo 1.

Mas antes de dimensionar o PCP de uma empresa, deve –se estar atento um ponto, como e o que se planeja e como e o que se controla. De acordo com Slack, Brandon-Jones e Jhonston (2018), planejamento é formalização do que deve acontecer em algum tempo no futuro, levando-se em conta que os eventos não podem ser previstos, então nem tudo o que se planeja acontece. Slack, Brandon-Jones e Jhonston (2018) complementam, que controle é o processo de lidar com variações que podem ocorrer na produção, que podem ser:

- Os clientes possuem poder de compra, assim é ele quem escolhe se compra o produto da empresa x ou da empresa y e ele também escolhe quando compra;
- Os fornecedores podem atrasar em suas entregas, imprevistos ocorrem;
- Quebra de máquinas;
- Paradas não planejadas da produção;
- Falta de funcionários.

De forma geral, o planejamento e controle da produção deve ser realizado dividindo o horizonte de tempo em três níveis: a longo, médio e curto prazo (TUBINO; 2007). A Figura 1 ilustra as atividades do dimensionamento do planejamento e controle da produção realizado no horizonte de tempo assim como os objetivos traçados em cada nível de tempo.

**Figura 1: Atividades e objetivos do horizonte de tempo do planejamento e controle da produção**



Fonte: Tubino (2007), p. 1.

Tubino (2007) descreve as atividades realizadas nos níveis do horizonte de tempo, onde:

- Planejamento estratégico da produção (longo prazo) – consiste em estabelecer um plano de produção para determinado períodos segundo as estimativas de vendas de longo prazo e o dimensionamento de recursos financeiros e produtivo necessários, podendo incrementar ou reduzir a capacidade do processo produtivo de acordo com a demanda prevista. Nessa etapa o plano de produção é pouco detalhado;
- Planejamento-mestre da produção (médio prazo) – consiste em estabelecer um plano-mestre de produção (PMP) de produtos finais, detalhado a médio prazo, a partir do plano de produção, com base nas previsões de demanda a médio prazo ou nos pedidos de carteira já confirmados. Nessa etapa de planejamento se dimensiona recursos de produção como matéria-prima e mão-de-obra necessários;
- Programação da produção (curto prazo) – com base das informações das etapas de planejamento anteriores como o PMP, registros de controle de estoque e nas informações de engenharia, a programação da produção estabelece a curto prazo quanto e quando comprar, fabricar ou montar cada item necessários para a produção dos produtos finais. Dimensiona as

emissões de ordens de fabricação, montagem de itens e produtos finais e dimensiona também o sequenciamento da produção, ou seja, quais produtos irão ser fabricados ou montados primeiros de acordo com a disponibilidade dos recursos produtivos.

Observa-se através dessa descrição de Tubino (2007) das atividades realizadas nos horizontes de tempo, que o processo de planejar se faz mais presente nos níveis de longo e a curto prazo e o processo de controlar está mais presente no nível de curto prazo. Portanto para um sistema produtivo funcionar de modo eficiente, ele precisa ser pensado em termo de prazos, em que as ações operacionais e gerenciais ocorram como foi planejado.

### **2.1.1. Previsão de demanda**

Todo o rumo tomado pelo planejamento e controle da produção de qualquer empresa se inicia na previsão de demanda (GURGEL et al; 2015), pois esse rumo é traçado justamente em cima dessas previsões. De acordo com Tubino (2007), essa atividade de prever as demandas está inserida no planejamento estratégico da produção. Martins e Laugeni (2015) definem essa atividade realizada no planejamento da produção a longo prazo como

Previsão de demanda é um processo metodológico para a determinação de dados futuros baseado em modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos ou ainda modelos subjetivos apoiados em metodologia de trabalho clara e previamente definidas (MARTINS E LAUGENI; 2015, p. 247).

Os métodos existentes de previsão de demanda são classificados em métodos quantitativo ou qualitativo e seus usos dependem do tipo de sistema de produção utilizado (OLIVEIRA, DOURADOS e MELLO; 2017). Os métodos qualitativos se referem a estimação subjetiva através de opiniões de especialistas (QUEIROZ e CAVALHEIRO; 2003) e são adequados a produtos novos que estão sendo inseridos no mercado ou a produtos que não possuem dados históricos disponíveis para previsões quantitativas (TUBINO; 2007). Lustosa, Mesquita e Quelhas (2008) apresentam os métodos qualitativos mais utilizados:

- Pesquisa de mercado: avalia-se a demanda potencial de um produto ou serviços diretamente com os consumidores reais, através de pesquisas de marketing;
- Simulação de mercado: constrói-se a partir da opinião de especialistas, diferentes cenários futuros e para cada um deles, são estimados comportamentos de vendas;
- Método Delphi: A opinião de especialistas pode ser usada na previsão e estimativa quando não se há possibilidade de serem obtidas através de outro método. É um processo rápido e com um baixo custo, porém não permite utilizar o potencial da análise estatística dos dados, não sendo possível controlar os erros e nem os vieses.

Já os métodos quantitativos consistem em analisar os dados passados de maneira objetiva, utilizando modelos matemáticos para projeções de demandas e o método quantitativo são subdividas em dois grupos (TUBINO; 2007):

- Técnicas baseadas em dados temporais – modelam matematicamente a demanda futura relacionando os dados históricos do produto com o tempo;
- Técnicas de correlação – modelam matematicamente a demanda futura com associações dos dados históricos com uma ou várias variáveis que tenham relação com a demanda do produto.

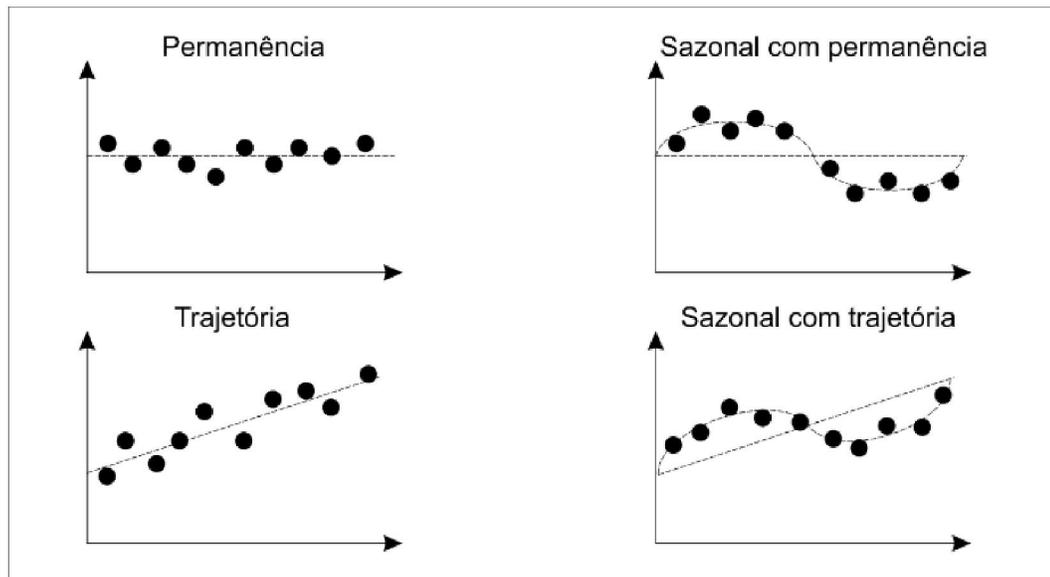
Uma observação feita é que os métodos quantitativos apresentam melhores resultados para horizontes de tempo de curto e a médio prazo (CORRÊA, GIANESI e CAON; 2014).

#### 2.1.1.1. Técnicas baseadas em séries temporais

As técnicas baseadas em séries temporais partem da premissa de que o futuro é uma continuação do passado (TUBINO, 2007; CORRÊA, GIANESI e CAON; 2014). O primeiro passo para se realizar essa técnica é plotar os dados históricos em um gráfico e descobrir as hipóteses das variações da demanda a partir do comportamento da curva no gráfico (TUBINO; 2007). A Figura 2 apresenta as possíveis hipóteses que

podem ser encontrados que expliquem a característica da demanda a partir dos dados históricos.

**Figura 2: Hipóteses de comportamento da demanda**



Fonte: Corrêa, Gianeasi e Caon, 2014, p. 248.

Corrêa, Gianeasi e Caon (2014), descrevem as características dessas hipóteses:

- Hipótese de permanência – se admite que a demanda possui comportamento estável e uniforme, sem tendência de aumento ou decréscimo e sem sazonalidade;
- Hipótese sazonal com permanência – a demanda possui sazonalidade que pode ser explicada, porém não possui tendência de aumento ou decréscimo na média da demanda;
- Hipótese de trajetória – a demanda possui tendência de aumento e decréscimo a determinada taxa uniforme, mas não apresenta sazonalidade;
- Hipótese sazonal com trajetória – é a hipótese mais complexa, em que a demanda apresenta sazonalidade justificada e também possui tendência de aumento a determinada taxa uniforme.

Assim que se verificar o comportamento da demanda a partir dos dados históricos, se escolhe a técnica que melhor se adequa a esses dados (CORRÊA, GIANESI e CAON; 2014).

#### 2.1.1.1.1. *Média móvel simples*

Um dos modelos mais comuns para previsão de curto e adequados para hipóteses de permanência, ou seja, no caso desse método assume-se que as variações das demandas reais são aleatórias e distribuídas em torno da média. (CORRÊA, GIANESI e CAON; 2014), os autores finalizam ainda que esse modelo suaviza as variações e que a melhor previsão é a média dos últimos  $n$  períodos. Tubino (2007) recomenda utilizar sempre os dados mais recentes para a previsão do próximo período, deste modo o modelo de média móvel simples se calcula através da Equação 1:

$$Dp = \frac{\sum Di}{n} \quad (1)$$

Onde:

- $Dp$  – demanda prevista;
- $Di$  – dados históricos;
- $n$  – número de períodos;
- $i$  – índice do período.

De acordo com Tubino (2007), sempre que o modelo se dispõem de um dado novo, se abandona o dado mais antigo e adota esse dado recente, deste modo o modelo possui uma sensibilidade maior a esses dados recentes. Porém o autor faz um alerta para esse modelo, pequenos períodos permitem uma reação maior a mudanças da demanda e grande períodos tratam a média de forma mais homogênea.

#### 2.1.1.1.2. *Média exponencial móvel*

Modelo utilizado para hipótese de permanência, assim como o média móvel simples (CORRÊA, GIANESI e CAON; 2014), mas os autores afirmam que esse modelo utiliza todos os dados histórico disponíveis com coeficientes de ponderação que decrescem exponencialmente. A cada nova previsão é obtida com base na previsão anterior, acrescida de um erro cometido da previsão anterior e corrigido por

um coeficiente de ponderação, deste modo, para se calcular a previsão de demanda do próximo período com o modelo de média exponencial móvel, utiliza-se a Equação 2:

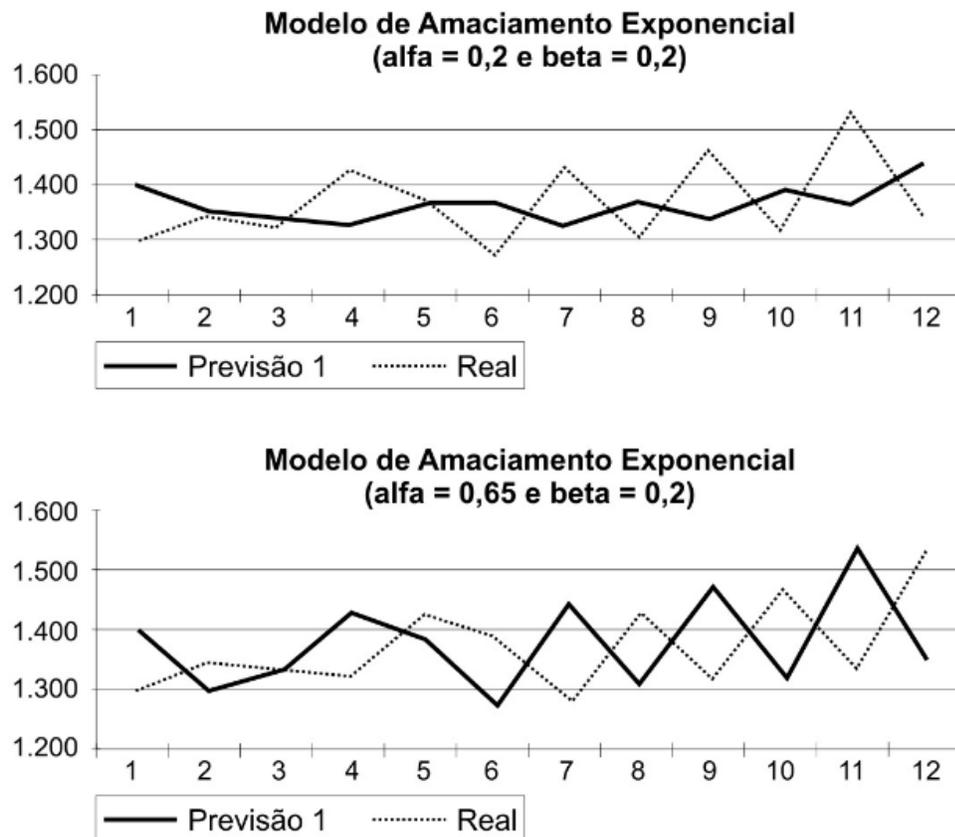
$$Dp = Di - \alpha(Di - Pi) \quad (2)$$

Onde:

- $Dp$  – demanda prevista;
- $Di$  – demanda real do período  $i$ ;
- $\alpha$  – coeficiente de ponderação;
- $Pi$  – previsão do período  $i$ ;
- $i$  – índice do período.

Um ponto em que se deve definir nesse modelo para maximizar o resultado das previsões é o coeficiente de ponderação ( $\alpha$ ) que varia entre 0 e 1 (TUBINO, 2007), o autor ainda conclui que quanto maior for o coeficiente de ponderação, mais as previsões ficaram sujeitas a variação aleatória da demanda e quanto menor o coeficiente, mais defasadas as previsões ficaram da demanda real. Autores como Tubino (2007) e Corrêa, Gianesi e Caon (2014) sugerem adotar coeficientes entre 0,05 e 0,5, Corrêa, Gianesi e Caon (2014) ainda fazem um alerta sobre utilizar coeficiente maiores do que 0,5 que fazem com que as previsões absorvam todas as variações da demanda ao modelo. A Figura 3 a seguir apresenta a diferença de se utilizar coeficiente de ponderação alto e baixo.

**Figura 3: Efeitos dos coeficientes de ponderação no modelo de previsão de demanda**



Fonte: Corrêa, Gianeasi e Caon, 2014, p. 255.

Corrêa, Gianeasi e Caon (2014) apresenta os passos para se determinar o melhor coeficiente de ponderação para esse método:

- Separa-se uma parte dos dados históricos da demanda para montagem do modelo e uma parte para ajuste das constantes de suavizamento. Se dispõe de três anos de históricos, sendo dois anos para montagem do modelo e o último ano para o ajuste das constantes;
- Com a primeira parte do histórico, monta-se o modelo, adotando-se a hipótese de comportamento mais adequado;
- Com o modelo pronto, determina-se a previsão das vendas para todos os períodos da parte mais recente do histórico, adotando-se valores iniciais para o coeficiente de ponderação;
- Calculam-se os erros de previsão comparando-se as vendas previstas com os valores já conhecidos do histórico, período a período;

- Recalcula-se as previsões para diferentes valores do coeficiente de ponderação, buscando minimizar os erros de previsão.

#### 2.1.1.1.3. *Monitoração e controle do erro de previsão*

Decidido o modelo de previsão de demanda implantado, deve-se acompanhar o desempenho das previsões e confirmar sua validade perante a entrada de novos dados que atualiza o banco de dados históricos do modelo de previsão (TUBINO, 2007). Esse monitoramento é realizado pelo cálculo e acompanhamento do erro de previsão, dado pela diferença entre o valor real da demanda com o valor previsto da demanda do mesmo período (GURGEL et al; 2015).

O indicador de monitoração dos erros de previsão mais utilizado é desvio médio absoluto (MAD) que calcula o erro médio das previsões Corrêa, Gianesi e Caon (2014) e fornece estimativas de erros típicos de previsão. A fórmula para se calcular o MAD é dada pela Equação 3:

$$MAD = \frac{\sum |Dr - Dp|}{n} \quad (3)$$

Onde:

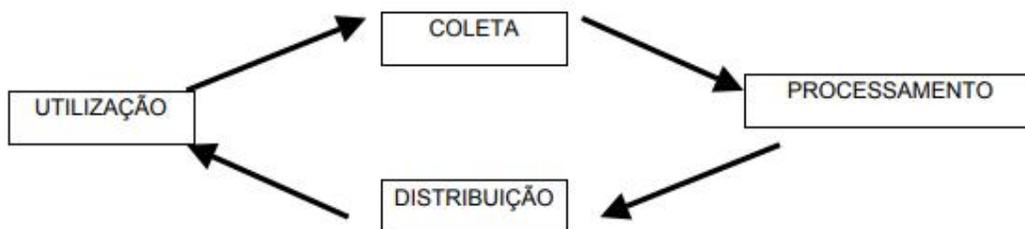
- Dr – demanda real;
- Dp – demanda prevista;
- n – número de períodos correspondente.

Esse método de monitoração é realizado em conjunto com o controle estatístico do processo (CEP), sendo que o limite superior e inferior do gráfico de controle é igual a 4MAD, que corresponde a três desvios-padrões para cima e para baixo (PIMENTEL, CRUZ e GUERREIRO; 2016). Dessa forma, a cada erro de previsão gerado é plotado no gráfico e caso passe dos limites do 4MAD, deve se investigar o que causou essa variação anormal e corrigir o modelo de previsão de demanda (TUBINO; 2007).

## 2.2. LAVANDERIA HOSPITALAR

O processamento de roupas de uma lavanderia hospitalar é uma atividade de apoio que influencia a qualidade da assistência à saúde (CUNHA, CAMPOS e RIFARACHI; 2011). A lavanderia hospitalar é um dos serviços de apoio ao atendimento dos pacientes em um hospital, onde são responsáveis pelo processamento das roupas e sua distribuição em perfeitas condições de higiene e conservação, em quantidade adequada a todas às unidades do hospital (MINISTÉRIO DA SAÚDE; 1986). A Figura 4 a seguir mostra o ciclo dos enxovais dentro de um hospital.

**Figura 4: Ciclo do enxoval dentro de um hospital**

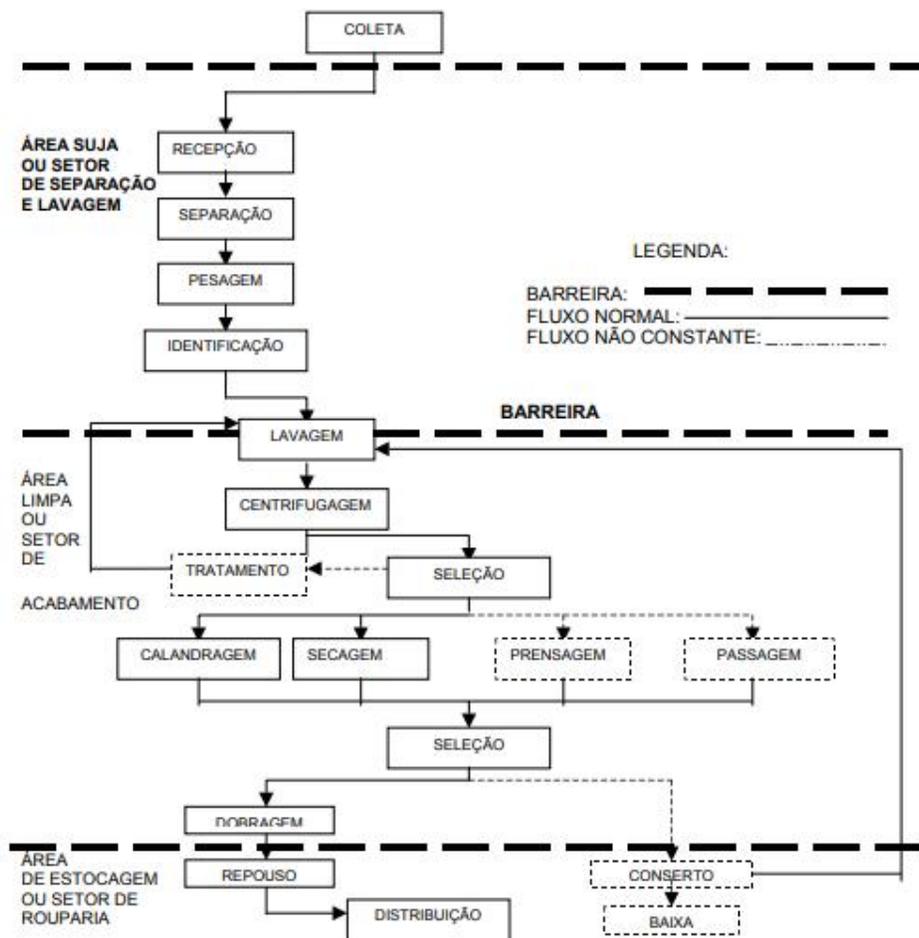


Fonte: Ministério da saúde, 1986.

A utilização correta da roupa contribui para a conservação dos tecidos, para o conforto do usuário e para a redução dos gastos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1986).

O processamento da roupa consiste em todos os passos requeridos para a coleta, transporte e separação da roupa suja, bem como aqueles relacionados ao processo de lavagem, secagem, calandragem, armazenamento e distribuição (ANVISA, 2009). A Figura 5 apresenta o fluxograma do processamento de roupas na área suja e na área limpa de uma lavanderia hospitalar desde a chegada da roupa suja na área suja.

**Figura 5: Fluxograma de uma lavanderia hospitalar**



Fonte: Ministério da saúde, 1986.

As atividades do processamento dos enxovais na lavanderia hospitalar estão descritas a seguir (ANVISA, 2009; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1986):

- Remoção e transporte da roupa suja das unidades geradoras – a remoção das roupas sujas nas unidades geradoras deve ser realizada com EPI's por parte do funcionário e em horários pré-definidos, para não haver fluxos de roupas sujas e entrega de alimentos, medicamentos e até mesmo de roupas limpas ao mesmo tempo, pois há risco de contaminação. A recolha é feita através de sacos hampers, no qual as enfermeiras das unidades geradoras colocam as roupas sujas. Desse modo o coletador recolhe esses sacos hampers cheio e coloca em carrinhos de transporte, onde serão destinadas para a área suja da lavanderia;

- Recepção – quando a roupa suja chega na área suja, ela deve ser pesada e separada antes de ser lavadas;
- Pesagem – a pesagem da roupa pode ser realizada em dois momentos distintos, no momento do recebimento para fornecer dados de controle de custo ou após a separação e classificação para dimensionar a carga do processo de lavagem de acordo com a capacidade da máquina de lavar;
- Separação e classificação – as roupas sujas podem ser separadas e classificadas de acordo com os parâmetros estabelecidos no manual de processamento de roupas da ANVISA, que são: grau de sujidade, coloração da roupa, tipo de fibra têxtil ou tecido, formato tamanho ou tipo da peça;
- Lavagem – após as etapas de pesagem e classificação das roupas sujas elas são colocadas nas máquinas de lavar e depois de terminado o processo são retiradas na área limpa através de uma abertura existente entre a área suja e a área limpa. Essa etapa tem por finalidade: eliminar a sujeira deixando as roupas com um cheiro e aspectos agradáveis, reduzir ao mínimo o nível bacteriológico, a restituição da maciez e elasticidade dos tecidos e a preservação das fibras e cores propiciando conforto para o uso;
- Centrifugação – essa é a primeira etapa do fluxo realizada na área limpa. Essa etapa é realizada em uma centrifuga e tem como objetivo remover o excesso de água presente na roupa;
- Seleção 1 – após a centrifugação, as roupas são selecionadas de acordo com as suas características, onde uma parcela das roupas, pelas suas características, é destinada a secadora e outra parcela é destinada a calandra;
- Secagem – as roupas são colocadas em secadoras com o objetivo de retirar a umidade das roupas que não podem ser calandradas, como roupas privativas, toalhas, cobertores e roupas de tecidos felpudas. A Anvisa faz um alerta nesse processo, as máquinas secadoras necessitam ser limpas diariamente, pois há acúmulo de felpas;
- Calandragem – é a operação que seca e passa ao mesmo tempo as peças que não vão para a secadora, como lençóis, colchas leves, uniformes, roupas de linha leve;

- Seleção 2 – nessa etapa é realizada manualmente, onde são separadas as peças de roupas para a montagem dos kits. Nessa etapa também são separadas as roupas que necessitam de relave e roupas que necessitam ser destinado ao conserto;
- Dobragem – após separar as roupas para a montagem dos kits, essas roupas são dobradas e embaladas em sacos plásticos e deste modo são destinadas a rouparia onde ficaram em estoque;
- Rouparia – a rouparia é um elemento da área física, complementar à área limpa, e centraliza o movimento de toda roupa do hospital. A centralização em um único local permite um controle eficiente da roupa limpa, do estoque e sua distribuição adequada, em quantidade e qualidade nas diversas unidades do hospital;
- Distribuição – é realizada através de carrinhos de transporte e são entregues em horários fixos para estabelecidos para a entrega ou quando as unidades de consumo pedem entregas dos kits fora do horário;
- Costura - roupas que foram submetidas a reparos devem ser enviadas para novo processo de lavagem, antes de serem encaminhadas aos setores do serviço de saúde. Roupas novas compradas ou confeccionadas na área de costura da unidade de processamento ou em outro local também devem ser submetidas ao processo de lavagem antes de serem encaminhadas para uso nos setores do serviço de saúde.

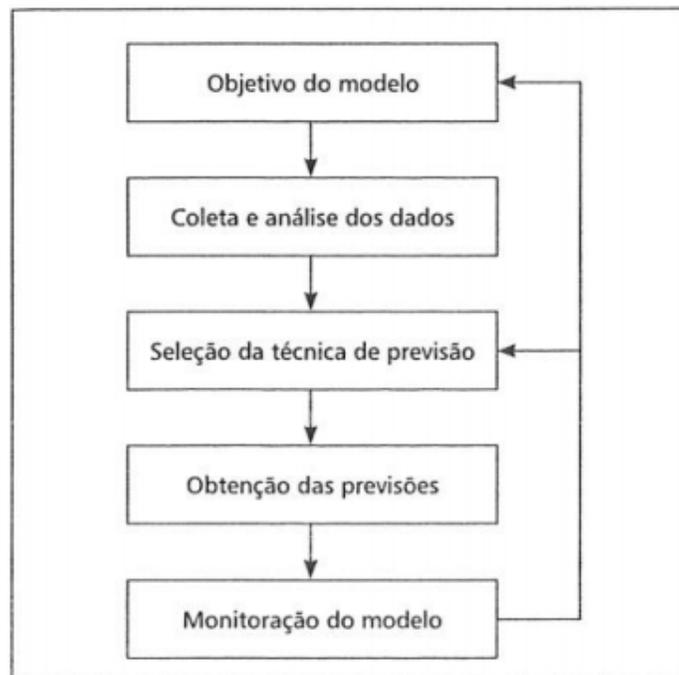
Portanto, o processamento da roupa com qualidade é fundamental para o bom funcionamento do serviço de saúde, devendo ser efetuado, sem que haja contaminação, ou qualquer outro dano aos usuários, trabalhadores e ambiente (ANVISA, 2009).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. MÉTODO DE PESQUISA**

A natureza da pesquisa é classificada como pesquisa científica aplicada, pois para se solucionar o problema, irá se utilizar conhecimentos já sistematizados (ALMEIDA, 2014). Quanto a abordagem da pesquisa é classificada como quantitativa, pois o objetivo do estudo é demonstrar, usando técnicas de análises estatísticas (MARTINS, MELLO e TURRIONI; 2014). Almeida (2014), complementa que a abordagem quantitativa se caracteriza pelo uso de ferramentas estatísticas para o tratamento dos dados, visando medir as relações existentes entre as variáveis, que por sua vez são previamente estabelecidas, à semelhança das hipóteses. Portanto Martins, Mello e Turrioni (2014), reafirmam que a principal característica das pesquisas de natureza quantitativo é o controle total sobre os valores que as variáveis independentes irão assumir, ou seja, é o pesquisador que irá estabelecer e controlar os valores dos dados coletados.

Visto que a abordagem e a natureza da pesquisa foram definidas, o método para a realização do estudo foi seguindo as etapas definidas por Tubino (2007), como mostra a Figura 6.

**Figura 6: Etapas para elaboração de modelos de previsão demanda**

Fonte: Tubino; 2007, p. 16

Dessa forma, seguindo as etapas para a modelagem de um sistema de previsão de demanda do Tubino (2007), a descrição das etapas é apresentada a seguir:

### 3.2. DESCRIÇÃO DO LOCAL DA COLETA DE DADOS

A coleta de dados para o presente estudo foi realizada em um hospital universitário do estado do Mato Grosso do Sul, no qual atende a população da cidade em que está localizada e sua região.

O setor envolvido na pesquisa foi o setor de Hotelaria hospitalar, mais especificamente na lavadeira, onde é feito o processamento de roupas.

O funcionamento do hospital vai muito além do relacionamento entre médico e paciente. Esse é, na verdade, o produto final do processo, que antes passa por várias etapas que possibilitam o acontecimento da primeira. A Hotelaria participa desses processos “interiores” assegurando a estadia ou acomodação do paciente no hospital.

### 3.3. OBJETIVO DO MODELO

O Objetivo do modelo é desenvolver um sistema com modelos de previsão de demanda em uma lavanderia hospitalar, de modo a passar a estação de trabalho informações sobre um quantitativo de kits necessários a atender a demanda dos setores do hospital, mantendo um nível de serviço desejado ao atendimento da demanda.

### 3.4. COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

A coleta de dados do estudo foi realizada diariamente com os dados referentes a demanda dos kits na lavanderia do hospital em um total de 62 dias, entre as datas 01/08/2018 a 01/10/2018. Esses dados da demanda foram feitos manualmente pelas camareiras, onde em uma folha eram descritas a quantidade de kits levados aos setores e quais kits foram levados. O passo seguinte após a coleta dos dados da demanda, foi organizar os dados em planilhas, separando a demanda dos kits por setor e assim, selecionou-se os kits e os setores que apresentavam dados contínuos e confiáveis, para aplicação das técnicas de previsão de demanda, visto que haviam incertezas nos dados da demanda de alguns kits. Desse modo, plotou-se um gráfico das demandas e pela linha de tendência, verificou-se qual era a hipótese de comportamento das demandas, de acordo com esse comportamento da demanda e de uma investigação sobre os mesmos, pontuou-se quais são os fatores da variabilidade das demandas.

### 3.5. SELEÇÃO DA TÉCNICA DE PREVISÃO

Após selecionar e analisar os dados da demanda de alguns kits, aplicou-se técnicas de previsão de demanda. Como a necessidade da lavanderia é possuir um quantitativo diário para produção, a técnica de previsão de demanda selecionado deve ser de curto prazo, assim aplicou-se em todos os kits selecionados na etapa anterior, as técnicas de média móvel simples com 3 períodos e média exponencial móvel com coeficiente de ponderação de 0,5 sobre os dados coletados. Deste modo para

selecionar as técnicas de previsão de demanda, baseou-se a escolha das técnicas que apresentaram o menor valor de desvio-padrão e MAD.

### 3.6. OBTENÇÃO DAS PREVISÕES

Obtenção das previsões da demanda de cada kit para o dia 02/10/2018 de acordo com a técnica de previsão selecionadas na etapa anterior para cada kit. Para kits em que a técnica média exponencial móvel se mostrou a mais adequada, utilizou-se a ferramenta *solver* do excel para definir o novo valor do coeficiente de ponderação, com parâmetros de variação entre 0,05 e 0,5, com o objetivo de minimizar os erros de previsão.

### 3.7. MONITORAÇÃO DO MODELO

Para monitorar a validade das técnicas de previsão de demanda, foi utilizado o CEP em todos os kits, com o limite superior de controle igual a  $4MAD$  e o limite inferior de controle igual a  $-4MAD$ . Dessa forma, a período de coleta de dados, obtinha as previsões e gerava-se os erros de previsões, que eram plotados no controle estatístico do processo. Caso esse erro gerado pelo modelo de previsão ultrapassasse os limites de controle, era realizado uma investigação sobre esse ponto, de acordo com os fatores da variabilidade da demanda, como foi pontuado na etapa de coleta e análise dos dados. Se a explicação para o erro gerado que ultrapassou os limites de controle, estiver dentro do parâmetro de análise, não há necessidade de se revisar e ajustar o modelo, pois no período seguinte, os erros de previsão voltaram a ficar entre os limites de controle, caso esses fatores de variação de demanda não explicassem os erros fora dos limites de controle, o modelo deve ser revisado e refeito, devendo-se voltar a etapa da coleta e análise de dados.

Portanto, a pesquisa é baseada na aplicação de uma metodologia existente na bibliografia, reforçando assim, que há possibilidades de se aplicar ferramentas da manufatura, a setores da produção de serviços, obtendo os mesmos resultados desejados, que é a eficiência da produção em atender as demandas.

## **4. RESULTADOS**

A pesquisa possui uma natureza quantitativa, assim gerou-se uma grande quantidade de dados como: tabela das demandas reais, gráficos das demandas reais, das previsões e do CEP dos erros de previsões. Logo, para apresentar os resultados de forma ordenada às etapas da metodologia, o tópico foi subdividido em 4 seções: coleta e análise dos dados, seleção das técnicas de previsão, obtenção das previsões e monitoração do modelo.

A primeira etapa da metodologia, é definir o objetivo do modelo, porém essa etapa coincide com o objetivo da pesquisa que foi apresentada no capítulo 1. Portanto, a apresentação dos resultados começará pela etapa da coleta e análise dos dados.

### **4.1. COLETA E ANÁLISE DOS DADOS**

Utilizando o software excel, organizou-se os dados das demandas de todos os kits distribuído em todos os setores do hospital. Dentre os kits produzidos, procurou-se selecionar aqueles cujo os fluxos no estoque são maiores. A Tabela 1 apresenta os dados históricos das demandas de cada kit coletados durante os 62 dias.

**Tabela 1: Demanda histórica dos kits selecionados**

Data	Histórico de demandas dos kits										
	Lençol com elástico	Lençol sem elástico	Cobertor adulto	Toalha de banho	Privativo M	Privativo G	Blusa e shorts	Avental	Toalha de rosto	Cueiro	
01/08/2018	Quarta-feira	82	106	60	56	54	12	17	15	2	17
02/08/2018	Quinta-feira	109	129	80	61	67	17	27	27	6	20
03/08/2018	Sexta-feira	91	123	85	60	54	12	12	15	2	22
04/08/2018	Sábado	94	121	81	59	35	10	23	12	5	17
05/08/2018	Domingo	86	119	79	63	36	9	18	16	4	20
06/08/2018	Segunda-feira	93	128	71	60	86	31	25	13	5	19
07/08/2018	Terça-feira	113	129	74	63	57	13	13	11	3	19
08/08/2018	Quarta-feira	108	131	77	66	53	19	23	23	4	16
09/08/2018	Quinta-feira	81	98	90	53	42	14	12	20	2	15
10/08/2018	Sexta-feira	108	130	68	60	63	16	21	3	5	18
11/08/2018	Sábado	90	114	84	62	39	8	18	14	3	20
12/08/2018	Domingo	95	122	69	66	35	9	22	11	5	15
13/08/2018	Segunda-feira	97	136	77	64	58	15	15	9	2	19
14/08/2018	Terça-feira	101	132	57	59	63	16	21	12	5	15
15/08/2018	Quarta-feira	87	121	66	61	58	17	14	8	3	16
16/08/2018	Quinta-feira	110	139	48	63	57	16	28	14	7	20
17/08/2018	Sexta-feira	58	87	48	46	25	15	15	14	3	7
18/08/2018	Sábado	96	110	50	69	43	14	25	9	5	17
19/08/2018	Domingo	84	118	74	62	40	8	19	14	3	22
20/08/2018	Segunda-feira	105	130	93	60	59	17	29	22	4	17
21/08/2018	Terça-feira	90	121	68	66	48	16	14	17	3	20
22/08/2018	Quarta-feira	104	129	55	62	66	17	20	8	7	18
23/08/2018	Quinta-feira	85	106	75	49	82	16	23	20	4	20
24/08/2018	Sexta-feira	94	124	62	67	63	19	18	18	7	21
25/08/2018	Sábado	98	110	68	54	50	12	18	21	4	18
26/08/2018	Domingo	83	102	70	45	41	14	22	10	4	17
27/08/2018	Segunda-feira	92	117	67	45	78	12	13	33	1	19
28/08/2018	Terça-feira	121	149	67	48	77	15	31	18	7	22
29/08/2018	Quarta-feira	90	112	75	43	74	11	13	16	4	19
30/08/2018	Quinta-feira	111	129	56	58	59	14	34	24	5	19
31/08/2018	Sexta-feira	85	125	70	53	60	11	24	11	1	20
01/09/2018	Sábado	87	105	49	45	35	11	16	10	5	23
02/09/2018	Domingo	81	105	129	51	43	8	11	20	5	24
03/09/2018	Segunda-feira	107	122	62	50	69	14	31	26	5	18
04/09/2018	Terça-feira	98	125	75	56	81	13	24	10	2	26
05/09/2018	Quarta-feira	117	135	58	56	66	11	30	13	5	21
06/09/2018	Quinta-feira	92	127	72	55	76	12	14	22	4	24
07/09/2018	Sexta-feira	95	108	63	56	61	16	25	14	7	19
08/09/2018	Sábado	67	88	80	43	33	10	12	19	3	23
09/09/2018	Domingo	83	108	48	46	40	8	27	18	5	20
10/09/2018	Segunda-feira	96	128	63	54	56	14	23	35	1	25
11/09/2018	Terça-feira	112	134	49	60	63	16	31	30	5	17
12/09/2018	Quarta-feira	80	120	61	48	69	12	16	27	2	24
13/09/2018	Quinta-feira	118	133	50	59	81	14	21	30	6	19
14/09/2018	Sexta-feira	111	133	61	61	80	15	24	14	3	22
15/09/2018	Sábado	89	106	49	49	37	12	26	3	5	17
16/09/2018	Domingo	67	97	79	50	41	9	8	6	2	24
17/09/2018	Segunda-feira	136	156	60	77	83	20	37	34	5	19
18/09/2018	Terça-feira	97	121	68	53	78	13	15	25	3	22
19/09/2018	Quarta-feira	136	170	54	73	84	22	22	21	5	18
20/09/2018	Quinta-feira	118	141	65	62	74	17	15	29	2	21
21/09/2018	Sexta-feira	121	151	50	69	71	19	33	28	5	18
22/09/2018	Sábado	62	90	63	35	44	8	18	8	4	25
23/09/2018	Domingo	86	101	45	53	46	10	24	10	5	19
24/09/2018	Segunda-feira	89	120	56	50	82	22	16	26	2	24
25/09/2018	Terça-feira	94	119	49	56	62	13	10	15	5	7
26/09/2018	Quarta-feira	90	121	53	44	68	13	25	9	3	20
27/09/2018	Quinta-feira	113	149	59	80	89	18	27	9	5	17
28/09/2018	Sexta-feira	97	123	56	58	73	17	17	26	5	24
29/09/2018	Sábado	91	108	51	60	45	11	25	16	5	22
30/09/2018	Domingo	68	98	70	50	45	18	11	7	4	28
01/10/2018	Segunda-feira	115	142	49	73	78	19	32	46	5	18

Fonte: Elaborado pelo autor.

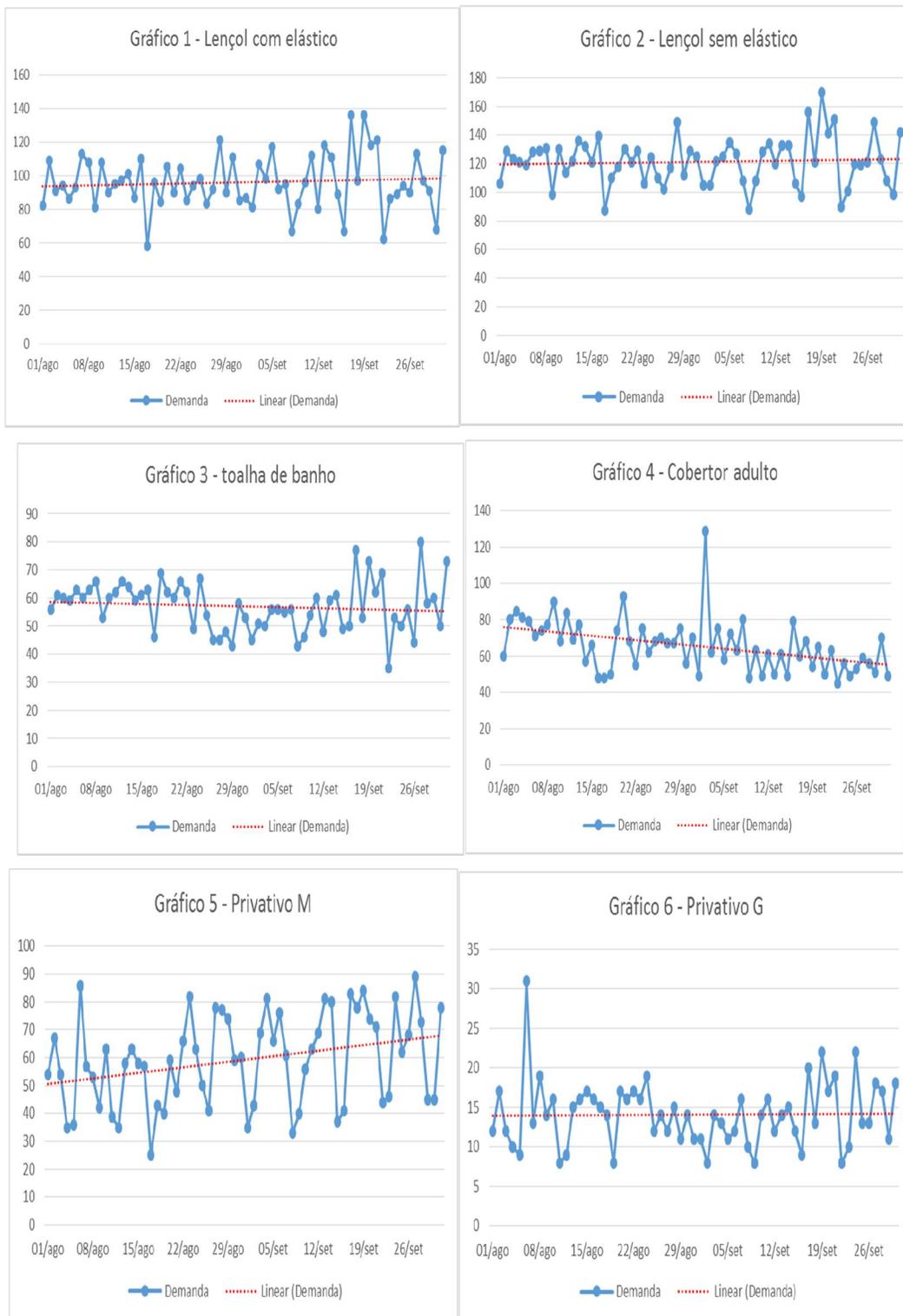
Antes de se aplicar as técnicas de previsão, deve-se fazer algumas análises qualitativas sobre os dados apresentados na Tabela 1. Dito isso, existem muitas variáveis que irão afetar a demanda, como o estudo foi realizado em um hospital universitário, pontuou-se de forma qualitativa os fatores que possam fazer com que as demandas variem, são elas:

- Perfil dos pacientes de cada setor, como o excesso de secreções como sintomas de diagnóstico, ocorrerá com que haja uma maior troca de enxoval e dependendo de quantos dias durará o tratamento desse paciente, aumentará a demanda;
- Variações climáticas;
- Manutenção e reforma em setores do hospital, como problemas de instalações elétricas e instalação hidráulica;
- Por ser um hospital-escola, existe os estudos dos acadêmicos na prática, por exemplo, para estudos nos setores centro cirúrgico e centro obstétrico, deverão todos estar vestindo roupas privativas;
- Filas de espera para o atendimento médico;
- Erro na anotação das demandas.

Esses fatores, causam erros acima da média e ocorrem em eventos em que não se pode prever quando acontecem, logo são fatores aleatórios que causam impactos no modelo de previsão.

Outro passo realizado nessa seção foi observar o comportamento da demanda através de seus gráficos, utilizando os dados da Tabela 1. Os Gráficos 1 ao 10 apresentam o comportamento das demandas reais nos períodos coletados.

## Gráfico 1 ao 10: Comportamento das demandas dos kits selecionados





**Fonte: Elaborados pelo autor.**

Observa-se nesses gráficos que as demandas possuem hipóteses de comportamento de permanência, significando que os dados futuros serão aleatórios, mas que se encontraram próximo a linha de tendência.

Com os dados apresentados na Tabela 1, aplicou-se a Equação 1 e a Equação 2, para gerar as previsões. E com a diferença da demanda real e dos valores obtidos, aplicou-se a Equação 3 para definir o valor do indicador MAD.

#### 4.2. SELEÇÃO DAS TÉCNICAS DE PREVISÃO

Para os kits selecionados, se aplicou as técnicas média móvel simples e média exponencial móvel com coeficiente de 0,5, em um primeiro momento. As técnicas

escolhidas, foram aquelas que apresentaram os menores valores de desvio padrão e MAD. A Tabela 2, mostra os valores obtidos dos indicadores das duas técnicas.

**Tabela 2: Valores dos indicadores obtidos aplicando as duas técnicas para cada kit**

Kits	Técnicas de previsão			
	Média móvel simples		Média exponencial móvel	
	Desvio padrão	MAD	Desvio Padrão	MAD
Lençol com elástico	20,006	14,853	19,511	14,558
Lençol sem elástico	20,687	15,441	19,640	14,829
Cobertor adulto	15,630	10,763	15,339	10,616
Toalha de banho	9,773	6,853	9,760	7,104
Privativo M	20,247	17,045	18,242	14,935
Privativo G	4,926	3,605	4,909	3,603
Blusa e shorts	8,565	7,186	8,674	7,243
Avental	12,326	9,565	12,501	9,511
Toalha de rosto	4,986	4,153	4,955	4,060
Cueiro	4,176	3,158	4,211	3,259

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se nessa tabela, que o kit toalha de banho, a técnica média móvel simples, apresentou um maior desvio-padrão, porém menor MAD aos valores dos indicadores da técnica média exponencial, nesse caso, se escolheu a técnica que apresentou o menor valor de MAD, pois os limites de controle do CEP serão menores ao da outra técnica. Logo, para os kits em que a média exponencial móvel se mostrou a mais adequada, utilizando a ferramenta solver do excel, foi definido os novos valores dos coeficientes de ponderação, com o objetivo de minimizar os desvios-padrões dos erros gerados. A Tabela 3 mostra as técnicas selecionadas para kit, apresentado também novos coeficientes de ponderação.

**Tabela 3: Técnicas selecionadas para cada kit**

Kits	Técnica de previsão selecionada	Coeficiente de ponderação
Lençol com elástico	Média exponencial móvel	0,05
Lençol sem elástico	Média exponencial móvel	0,05
Cobertor adulto	Média exponencial móvel	0,136
Toalha de banho	Média móvel simples	-
Privativo M	Média exponencial móvel	0,05
Privativo G	Média exponencial móvel	0,05
Blusa e shorts	Média móvel simples	-
Avental	Média exponencial móvel	0,05
Toalha de rosto	Média exponencial móvel	0,05
Cueiro	Média móvel simples	-

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 4.3. OBTENÇÃO DAS PREVISÕES

O modelo de previsão utilizou 62 dias de dados históricos para a montagem do modelo de previsão, deste modo o modelo gera a previsão para o dia 63, no qual não se sabe a demanda real, logo a previsão para o dia 64 necessitará da demanda real do dia 63. A Tabela 4 apresenta a previsões dos kits para o dia 63.

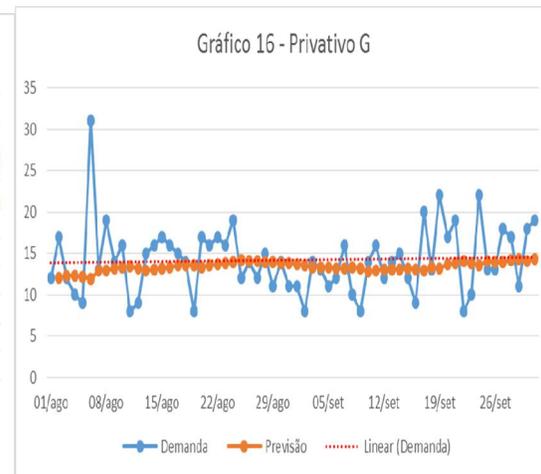
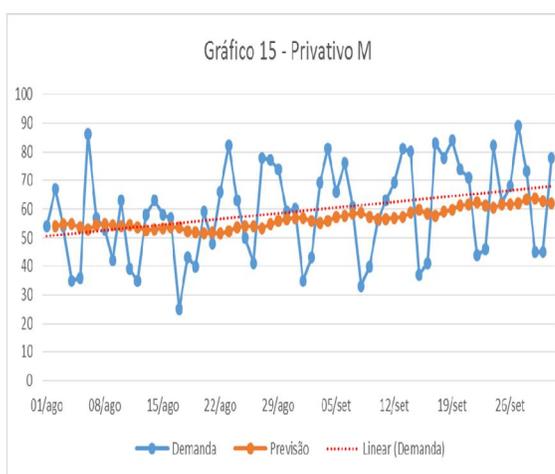
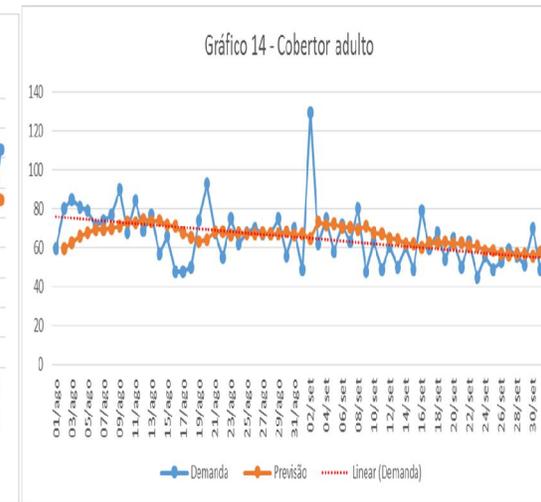
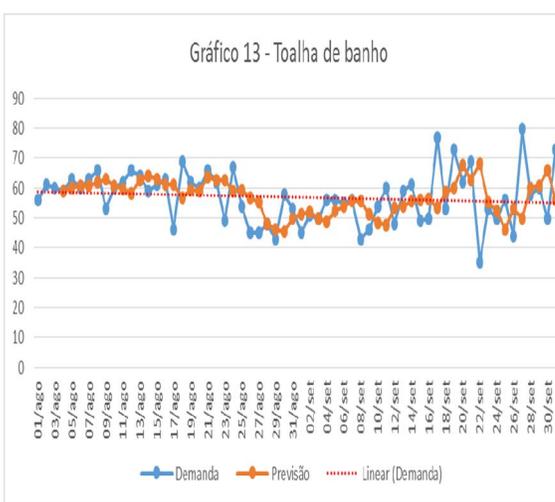
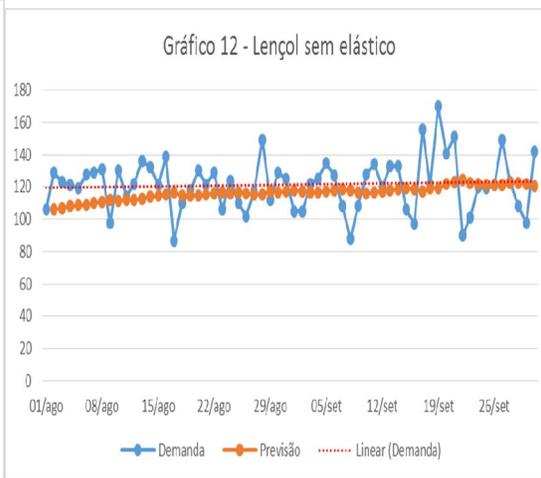
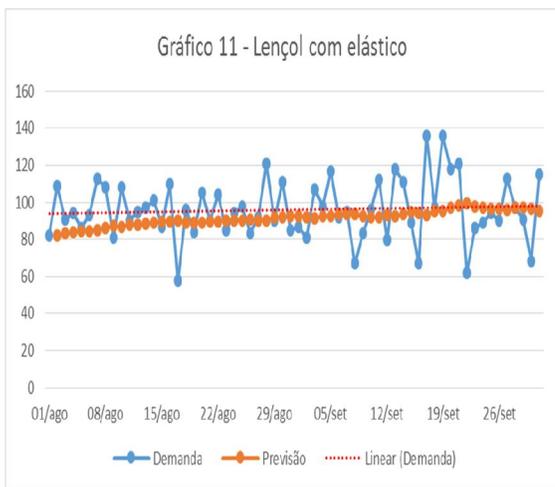
**Tabela 4: Previsão da demanda dos kits para o dia 63**

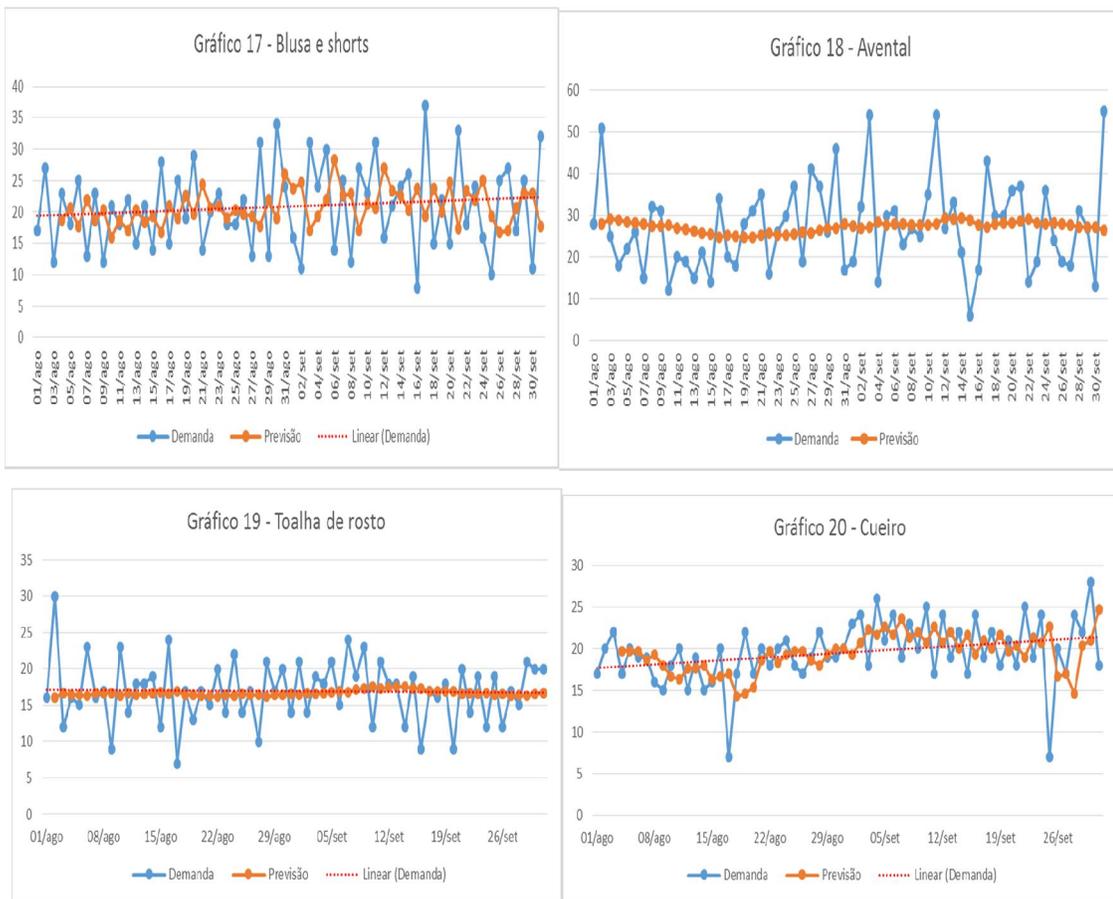
Kits	Aplicação das fórmulas	Previsão para o dia 63
Lençol com elástico	$95 + 0,05*(115 - 95) = 96,25$	97
Lençol sem elástico	$121 + 0,05*(142 - 121) = 121,86$	122
Cobertor adulto	$58 + 0,136*(49 - 58) = 56,70$	57
Toalha de banho	$\frac{73+50+60}{3} = 61$	61
Privativo M	$62 + 0,05*(78 - 62) = 62,72$	63
Privativo G	$14 + 0,05*(19 - 14) = 14,54$	15
Blusa e shorts	$\frac{25+11+32}{3} = 22,67$	23
Avental	$27 + 0,05*(55 - 27) = 27,98$	28
Toalha de rosto	$17 + 0,05*(20 - 17) = 16,90$	17
Cueiro	$\frac{22+28+18}{3} = 22,67$	23

**Fonte: Elaborada pelo autor.**

Desta maneira, os Gráficos 11 ao 20 apresenta o comportamento das previsões ao longo dos 63 dias com as técnicas selecionadas para cada kit.

**Gráfico 11 ao 21: Obtenção das previsões utilizando as técnicas adequadas para cada kit.**



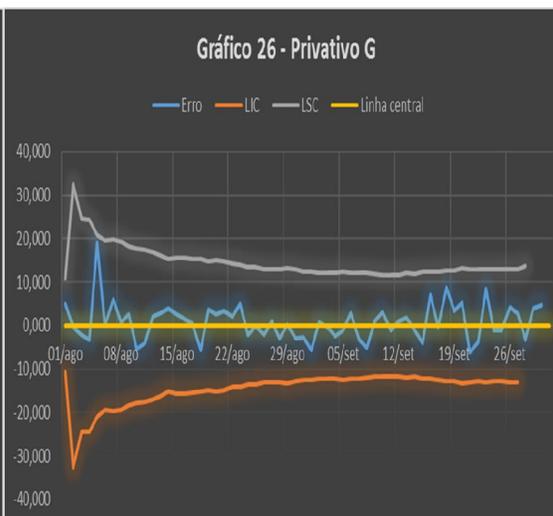
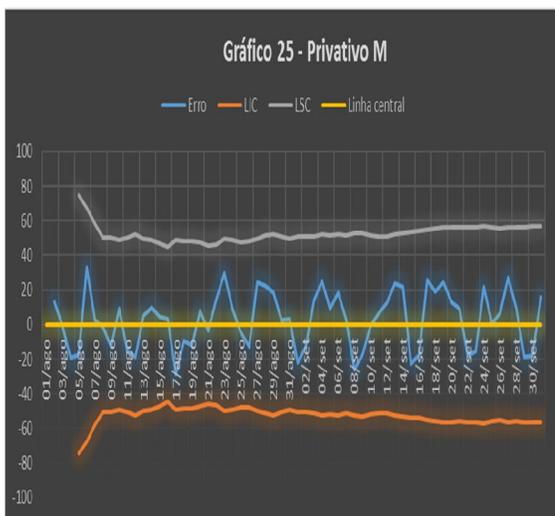
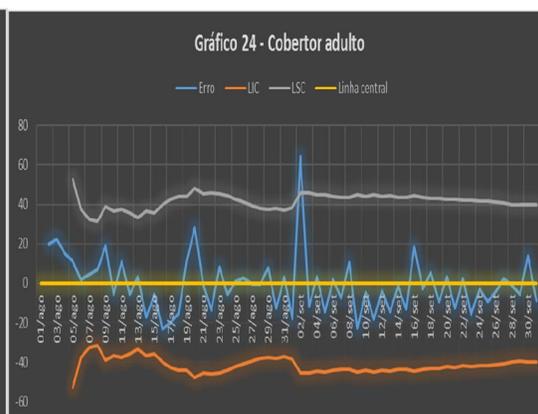
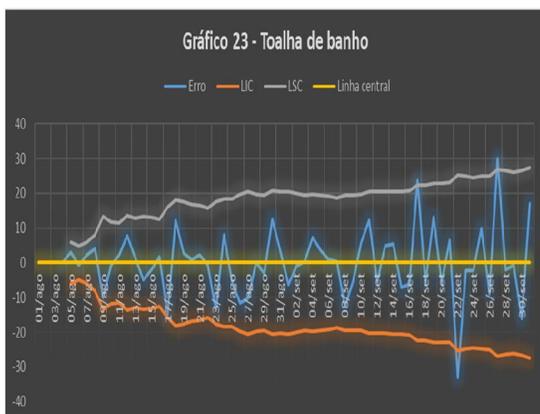
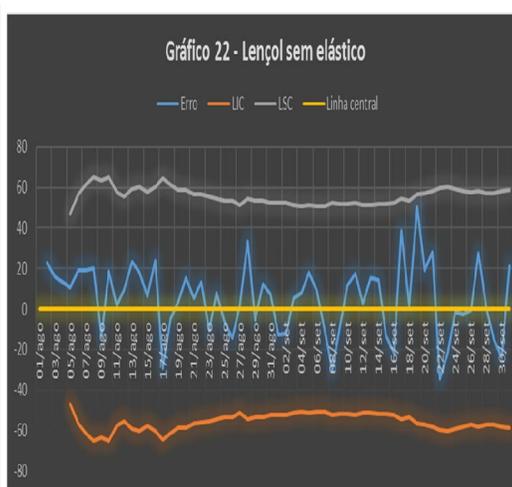


Fonte: Elaborados pelo autor.

#### 4.4. MONITORAÇÃO DO MODELO

A monitoração do modelo foi realizada em conjunto com a obtenção das previsões durante os 62 dias da coleta de dados, para verificar a acurácia das técnicas escolhidas e ir observando, o comportamento dos erros ao decorrer do tempo. Os Gráficos 21 ao 30 apresentam a monitoração dos erros causados.

## Gráficos 21 ao 30: CEP de monitoração dos erros de previsão dos kits





Fonte: Elaborados pelo autor.

Analisando esses gráficos, observou-se que houveram erros acima dos limites de controle do CEP em determinados dias, como mostra nos Gráficos 13, 14 e 20, no qual foram causados pelos fatores identificados na seção 1. Percebe-se que os erros que ultrapassam o limite inferior de controle são causados devido aos fatores como erro na anotação da demanda, manutenção em setores do hospital e filas de espera para o atendimento, no qual fazem a demanda real ser menor que o previsto, consequentemente gerando grandes erros. E os erros que ultrapassam os limites superior de controle, são devidos a fatores como perfil do paciente, variações climáticas e fluxos indeterminados de estudantes para estudos práticos, causam um aumento na demanda maior que o previsto, desse modo gerando grandes erros. Mas também, observa-se que os erros ocorrem dentro dos limites do CEP nas maiorias

dos dias, indicando que os erros gerados pelas previsões estão dentro dos parâmetros aceitáveis pelo sistema de monitoração das técnicas.

## 5. CONCLUSÃO

O presente trabalho realizou a aplicação das técnicas de previsão de demanda de curto prazo em uma lavanderia hospitalar, de modo a conceder um modelo de previsão que auxilie na produção dos kits de forma eficiente. Lembrando que uma lavanderia hospitalar é um serviço de auxílio ao atendimento de qualidade do hospital, logo as considerações que foram feitas para se aplicar as técnicas de previsão, procuraram ao máximo adaptar a metodologia aplicada ao ambiente em que se encontra o sistema produtivo.

Os resultados obtidos aplicando -se as técnicas de previsão se mostraram satisfatórios ao que foi proposto a pesquisa, montar um modelo de previsão de demanda dos kits com as técnicas que mais se adequam a aleatoriedade das demandas. Os coeficientes de ponderação utilizados na técnica de média exponencial móvel, se apresentaram entre 0,05 e 0,14, significando que as previsões devem estar próximas a linha de tendência das demandas, para se minimizar os erros. A média móvel simples, em alguns casos se apresentou com erros menores que a da média exponencial móvel com coeficiente de ponderação 0,5, justificando a sua escolha para o modelo.

Há a hipótese de que o modelo poderia consistir apenas com a técnica média exponencial móvel, apenas ajustando o seu coeficiente de modo que minimize os erros, porém o sistema propõe um modelo flexível com as duas técnicas e que se utilizando a média móvel simples, o modelo de mesma forma gera resultados dentro dos parâmetros, no qual os pontos fora dos limites de controle dos gráficos de monitoração se encontrou nas duas técnicas.

Portanto, o modelo está apto a ser utilizado no ambiente da lavanderia hospitalar a partir do período 63, pois se conclui que o comportamento da demanda no futuro será a mesma dos últimos 62 períodos e que os altos erros de previsão que possam acontecer nos períodos futuros, serão causados por eventos que não podem ser previstos.

Os resultados gerados pela essa pesquisa, fornece caminhos para se continuar o dimensionamento do planejamento da produção do local estudado, pois a previsão de demanda é referente ao planejamento de longo prazo do PCP. Logo, com os dados

gerados pelo modelo de previsão de demanda, se é possível continuar a realizar o planejamento de médio e curto prazo do PCP da lavanderia. Como a lavanderia opera com grandes níveis de estoques e com grandes quantidades de kits, sugere-se estudos sobre o cálculo de estoque mínimo e máximo. Há também a possibilidade de aplicar o kanban, no qual haverá a oportunidade de se aplicar conceitos da produção enxuta, maximizando a eficiência do sistema de produção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, Mário de Souza. **Elaboração de projeto, TCC, dissertações e teses: uma abordagem simples, prática e objetiva.** 2° edição. São Paulo: Atlas, 2014.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Processamento de roupas em serviços de saúde: prevenção e controle de riscos. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2009.**

Brasil. Ministério da Saúde. Manual de Lavanderia Hospitalar. **Brasília: Centro de documentação do Ministério da saúde, 1986.**

Correa, Henrique Luiz; Gianesi, Irineu Gustavo Nogueira; Caon, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção: MRPII/ERP: conceitos, uso e implantação base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão.** 5° edição. São Paulo: Atlas, 2014.

Cunha, Ana Maria Campo Alves da; Campos, Carlos Eduardo de; Rifarachi, Humberto Hismon Castellon. Aplicabilidade da metodologia lean em uma lavanderia hospitalar. **Revista Mundo da Saúde**, São Paulo, 2011, p. 8, 19 de maio.

Gurgel, Julia Lorena Marques, *et al.* MODELO DE PREVISÃO DE DEMANDA: Análise da produção em uma empresa do setor cerâmico do Rio Grande do Norte. In: ENEGEP, 35, 2015, Fortaleza. **Anais, Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2015, (p.17).**

Lemos, Fernando Oliveira. **Metodologia para seleção de métodos de previsão de demanda.** 2006. p. 183. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, janeiro de 2006.

Lobo, Renato Nogueiro; Silva, Damião Limeiro da. **Planejamento e Controle da Produção.** 1° edição. São Paulo: Saraiva, 2014.

Lustosa, L; Mesquita, M; Quelhas, R. **Planejamento e Controle da Produção.** 1° edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

Martins, Robertor Antonio; Mello, Carlos Henrique Pereira; Turrioni, João Batista. **Guia para elaboração de Monografica e TCC em Engenharia de Produção.** 1° edição. São Paulo: 2014.

Martins, P. G; Laugeni, F. P. **Administração da Produção**. 3º edição. São Paulo: Saraiva, 2015.

Oliveira, E. S; Dourado, J. D; Mello, J. A. APLICAÇÃO DE MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA FÁBRICA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Rio Verde, 2017, n° 2, p. 19, 30 de dezembro.

Pellegrini, Fernando Rezende. **Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda**. 2000. p. 146. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, setembro de 2000.

Picchiai, Djair; Farias, Robertor Maia. A VISÃO SISTÊMICA DA LAVANDERIA HOSPITALAR: Limites e propostas. **Revista de Gestão em Sistemas de Saúde**, São Paulo, 2013, n° 23, p. 23, dezembro de 2013.

Pimentel, Fernanda. Quiteria Arraes; Cruz, Roberta Guedes Guilhon; Guerreiro, Rafael Pereira. APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA LOJA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO. In: ENEGEP, 36, João Pessoa. **Anais, Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2016, (p. 12).**

Queiroz, Abelardo Alves; Cavalheiro, Darlene. Método de previsão de demanda e detecção de sazonalidade para o planejamento da produção da indústria de alimentos. In: ENEGEP, 23, Ouro Preto. **Anais, Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2003, (p. 8).**

Slack, Nigel; Brandon-Jones, Alistair; Jhonston, Robert. **Administração da Produção**. 8º edição. São Paulo: Atlas, 2018.

Slack, Nigel; Brandon-Jones, Alistair; Jhonston, Robert. **Administração da Produção**. 4º edição. São Paulo: Atlas, 2015.

Tubino, Dalvio Ferreira; **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. 2º edição. São Paulo: Atlas, 2007.