

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

MADRIELE GAZZONI

**ESTUDO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO DE PREVISÃO DE
DEMANDA PARA PROCEDIMENTOS NO CONTEXTO *HEALTH CARE***

CAXIAS DO SUL

2017

MADRIELE GAZZONI

**ESTUDO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO DE PREVISÃO DE
DEMANDA PARA PROCEDIMENTOS NO CONTEXTO *HEALTH CARE***

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para a conclusão do curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul.

Orientador: Prof. Ms. Ivandro Cecconello

CAXIAS DO SUL

2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todas as pessoas, que de alguma forma contribuíram para minha formação acadêmica, profissional e pessoal, com exemplos, orientações e ensinamentos.

Em especial aos meus pais, Íris e João e meu namorado Ricardo pelo apoio, carinho e incentivo nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

Após uma longa jornada, é indispensável olhar para trás e deixar de reavaliar tudo, ou então, não perceber a importância e deixar de pensar nas pessoas que fizeram e fazem a diferença nas nossas escolhas, pessoas que servem como espelhos e inspirações ao longo de nossas vidas.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus, pelo dom da vida, iluminando sempre o melhor caminho para que eu pudesse seguir. E também, por me dar forças para enfrentar os momentos difíceis.

Meus agradecimentos especiais são destinados aos meus pais, Íris e João, por seu exemplo de vida, pelos ensinamentos de cada dia, pela paciência, carinho e amor prestado nas horas difíceis para que eu pudesse realizar este sonho. Um agradecimento muito mais especial a minha mãe, a pessoa que me acompanhou em todas as etapas deste ciclo, sempre acreditando em mim até nos momentos em que nem eu mesma acreditava, e sempre incentivando que grandes obstáculos irão aparecer, porém devemos permanecer firmes e perseverantes em nossos propósitos.

A meu namorado Ricardo, pelo amor, carinho, compreensão e paciência, por compartilhar das angústias e alegrias, por me amparar em todos os momentos, apesar da distância ao qual estamos passando durante o segundo semestre deste ano, e por todo o apoio dispensado no caminho até esse sonho.

Aos professores Esequiel Berra de Mello e Leandro Luís Corso pela disponibilidade de serem a banca examinadora deste trabalho de conclusão. Em especial ao meu orientador, Ivandro Ceconello, por toda a experiência e conhecimento transmitidos, orientação, incentivo, apoio e sabedoria, fundamental para a construção deste trabalho.

Aos meus queridos amigos, que sempre estiveram juntos nesse caminho para compartilhar, apoiar, divertir e dar força em todos os momentos.

Ao Ambulatório Central da Universidade de Caxias do Sul, ao gestor José Teixeira Henrique e sua equipe, pela oportunidade e confiança para implementação deste trabalho.

Enfim, quero agradecer a todos que participaram diretamente ou indiretamente deste sonho realizado.

A todos, meus sinceros agradecimentos.

“Que todos os nossos esforços estejam sempre focados no desafio à impossibilidade. Todas as grandes conquistas humanas vieram daquilo que parecia impossível. ”

Charles Chaplin

RESUMO

O presente trabalho de conclusão do curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul abordou uma proposta de implementação de um modelo para previsão de demanda para procedimentos no contexto *Health Care* em um ambulatório de prestação de serviços. Logo, o referencial teórico foi organizado apresentando os modelos de previsão de demanda por suavização exponencial e ARIMA, métodos puros, e por combinação por pesos e combinação aritmética, métodos combinados. Foram escolhidos itens (procedimentos ambulatoriais) com alta demanda e custo elevado. O consumo de seis anos de cada item foi coletado, as séries tabuladas e plotadas graficamente. As séries temporais foram modeladas por meio do *software* SPSS®, e as combinações realizadas por meio do MS Excel®, assim como a acuracidade dos modelos e comparação dos resultados obtidos. Utilizou-se o MAPE, MAD e RMSE para validação das previsões obtidas e escolha do modelo de maior acurácia. Os resultados demonstram que as previsões por intuição utilizadas pelo gestor do ambulatório estão em desacordo com os números praticados pela organização. Além do mais, as previsões obtidas podem ser de grande aplicação para a empresa, podendo beneficiar com a melhoria do planejamento, organização e gestão da organização como um todo.

Palavras-chave: Previsão de Demanda. Métodos de Previsão. Combinação. Séries Temporais.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ambulatório Central.....	33
Figura 2 – Sala de Exames de Ginecologia-Obstetrícia.....	36
Figura 3 – Etapas para previsão de demanda.....	41
Figura 4 – Gráfico de consumo do Item A – Core Biopsy.....	44
Figura 5 – Gráfico de consumo do Item B – Biópsia de Colo de Útero.....	44
Figura 6 – Gráfico de consumo do Item C – Citopatológico.....	45
Figura 7 – Gráfico de consumo do Item D – Colposcopia.....	45
Figura 8 – Gráfico de consumo do Item E – Histeroscopia.....	46
Figura 9 – Demanda Real e previsão por suavização exponencial.....	48
Figura 10 – Previsão para Core Biopsy.....	51
Figura 11 – Previsão para Biópsia de Colo de Útero.....	51
Figura 12 – Previsão para Citopatológico.....	52
Figura 13 – Previsão para Colposcopia.....	52
Figura 14 – Previsão para Histeroscopia.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Matriz SWOT.....	34
Quadro 2 – Procedimentos realizados no AMCE de Gineco-Obstetrícia.....	36
Quadro 3 - Grupos de Procedimentos realizados no AMCE de Gineco-Obstetrícia.....	37
Quadro 4 – Previsões geradas pelo software.....	49
Quadro 5 – Indicadores de Acuracidade Item A.....	50
Quadro 6 – Indicadores de Acuracidade Item B.....	50
Quadro 7 – Indicadores de Acuracidade Item C.....	50
Quadro 8 – Indicadores de Acuracidade Item D.....	50
Quadro 9 – Indicadores de Acuracidade Item E.....	50
Quadro 10 – Comparativo da Previsão Com Valor Real e Valor Estimado Pelo Gestor.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição do modelo pelo método de suavização exponencial.....	47
Tabela 2 - Descrição do modelo pelo método ARIMA.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMCE	Ambulatório Central
ARIMA	<i>autoregressive integrated moving average</i> / modelo auto-regressivo integrado de média móvel
CFE	<i>Cumulative sum of forecast erros</i> / Soma cumulativa dos erros de previsão
\bar{E}	Erro de previsão médio
MAD	<i>Mean Absolute Deviation</i> / Desvio médio absoluto
MAPE	<i>Mean Absolute Percent Error</i> / Erro percentual absoluto médio
RMSE	<i>Root Mean Square Error</i> / Raiz do erro quadrático médio
SESI	Serviço Social da Indústria
SUS	Sistema Único de Saúde
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
UCS	Universidade de Caxias do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO	13
1.2 JUSTIFICATIVA.....	14
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 Objetivo geral	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1 TÉCNICAS DE PREVISÃO DE DEMANDA.....	18
2.1.1 Modelo de decomposição.....	19
2.1.1.1 Modelo aditivo.....	19
2.1.1.2 Modelo multiplicativo.....	20
2.1.2 Modelo suavização exponencial.....	20
2.1.2.1 Média móvel exponencialmente ponderada de primeira ordem.....	21
2.1.2.2 Média móvel exponencialmente ponderada de segunda ordem.....	22
2.1.3 Análise de regressão linear simples.....	22
2.1.4 BOX-JENKINS.....	23
2.1.4.1 Modelos estacionários.....	24
2.1.4.2 Modelo auto-regressivo (AR)	24
2.1.4.3 Modelo de médias móveis (MA)	25
2.1.4.4 Modelos auto-regressivos de médias móveis (ARMA)	25
2.1.5 Modelos não estacionários.....	26
2.1.5.1 Modelos auto-regressivos integrados de médias móveis (ARIMA)	26
2.1.6 Modelos sazonais.....	26
2.2 COMBINAÇÃO DE PREVISÕES.....	27
2.3 ERROS DE PREVISÃO.....	28

2.3.1 MAD e MSE.....	29
2.3.2 CFE e \bar{E}	29
2.3.3 MAPE.....	29
2.3.4 RMSE.....	30
2.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO.....	30
3 PROPOSTA DE TRABALHO.....	32
3.1 CENÁRIO ATUAL.....	32
3.2 ETAPAS DO TRABALHO.....	40
3.3 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO.....	42
4 APLICAÇÃO E ANÁLISE DA PROPOSTA DE TRABALHO.....	43
4.1 DESCRIÇÃO DO CASO.....	43
4.2 ANÁLISE DO CASO.....	53
4.3 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS.....	54
5 CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS.....	58
APÊNDICE A – PREVISÃO PELO MODELO DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL.....	62
APÊNDICE B – PREVISÃO PELO MODELO ARIMA.....	64
APÊNDICE C – SÉRIES TEMPORAIS E PREVISÕES.....	66

1 INTRODUÇÃO

Com o mercado em constante progresso, na economia atual percebe-se que o avanço tecnológico tem sido um fator que vem afetando as empresas e como elas atuam dentro do mercado. Para Drucker (1998), este cenário está sendo fortemente influenciado por dois fatores: a globalização e a tecnologia. Diante disso, com a globalização de mercado, as empresas visando atender o mercado competitivo, procuram a redução dos desperdícios, buscando prever dos recursos necessários para suas operações e processos.

As mudanças nos cenários econômicos e políticos, acabam dificultando o planejamento das organizações. Planejar é uma atividade comum a qualquer tipo de empresa, independentemente de tamanho ou de ramo a que se dedique. Constantemente, todas as áreas estão envolvidas com o planejamento, de maneira formal ou informal (MOREIRA,2012). As tomadas de decisões corretas e um método de previsão adequado auxiliam e facilitam os processos e tornam o planejamento mais eficaz e compreensível com a realidade.

De acordo com Ritzman e Krajewski (2004, p. 260) “uma previsão é uma avaliação de eventos futuros utilizada para fins de planejamento. As previsões são necessárias para auxiliar na determinação de que recursos são necessários, da programação dos recursos existentes e da aquisição de recursos adicionais”. Ballou (2006), destaca que o processo de previsão de demanda para qualquer tipo de empresas está relacionado às decisões primárias de todo o seu planejamento e controle em geral das funcionalidades das organizações. Os volumes de demanda e os momentos em que ocorrerão, afetam fundamentalmente os índices de capacidade, as necessidades financeiras e a estrutura geral de qualquer negócio.

Uma previsão de demanda mal elaborada pode ocasionar encontros negativos, gerando um aumento no volume de estoques ou à falta de materiais e/ou recursos. Salienta-se que há obstáculos e impedimentos para a escolha de um modelo de previsão de demanda mais adequado. Uma previsão eficaz permite que o tempo das variáveis do processo sejam reduzidos, antecipando as decisões empresariais e organizacionais. Previsões precisas permitem aos programadores utilizarem a capacidade eficientemente, reduzir o tempo de reação dos clientes e diminuir estoques (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004). Dessa forma, o presente trabalho trata dessa temática, com o objetivo de buscar à implementação de um modelo de previsão de demanda para os procedimentos da área de ginecologia e obstetrícia do Ambulatório Central da Universidade de Caxias do Sul.

A estrutura do presente trabalho está dividida em três capítulos. No capítulo um, é apresentada a contextualização do tema, a justificativa do estudo, os objetivos, as características gerais da área de estudo, como também as delimitações do trabalho.

No capítulo dois é abordado a fundamentação teórica, com a revisão bibliográfica das diferentes técnicas de previsão de demanda, entre elas a suavização exponencial, Winter e ARIMA.

No capítulo três é apresentada de forma detalhada a metodologia para o desenvolvimento do trabalho. Dessa forma, apresenta-se a descrição detalhada do caso de análise, as etapas de aplicação do estudo e os resultados esperados.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO

O planejamento da produção tem a previsão da demanda como um dos seus principais subsídios. A previsão tem a função de fornecer informações sobre a demanda futura dos produtos para que a produção possa ser planejada com antecedência, permitindo que os recursos produtivos estejam disponíveis na quantidade, momento e qualidade adequada (QUEIROZ e CAVALHEIRO, 2003).

Para Corrêa e Corrêa (2006), a previsão de demanda procura identificar uma visão determinada de futuro, juntamente com o conhecimento da situação atual e que servirão de base para influenciar as decisões no futuro. Diante disso, é fundamental a identificação das oportunidades de mercados que necessita que as mesmas sejam mensuradas, previstos o crescimento, tamanho e o potencial de lucro de cada oportunidade. E para gerenciar e atender tais necessidades, é preciso realizar previsões de demanda. Conforme Pellegrini & Fogliatto (2000), previsões de demanda desempenham um papel-chave em diversas áreas da gestão das organizações. Assim, o departamento financeiro levanta os recursos necessários aos investimentos e operações para que o departamento de compras adquira o volume correto de suprimentos e o departamento de recursos humanos planeje adequadamente o número de operadores essenciais.

As observações repetidas da demanda de um produto ou serviço em sua ordem de ocorrência formam um padrão conhecido como séries temporais (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004). Previsão de séries temporais utilizam o histórico da demanda para fazer a previsão. Baseiam-se na suposição de que o histórico da antiga demanda é um bom indicador da demanda futura (CHOPRA; MEINDL, 2010). Partindo disso, será um passo inicial ao qual poderá ser utilizado como um modelo de previsão de demanda eficaz para a análise dos

procedimentos da área de ginecologia e obstetrícia do Ambulatório Central da Universidade de Caxias do Sul (AMCE), auxiliando à gestão na compra dos materiais, minimizando os desperdícios e custos desnecessários, na gestão de recursos humanos e demais análises estratégicas. Salienta-se que a empresa estudada não possui um método de análises de dados históricos de demanda ao qual pode basear-se para a compra necessária dos materiais para os pacientes. A mesma almeja possuir essas informações sobre demandas futuras.

Buscando um exemplo para mostrar o quão é importante a previsão de demanda em qualquer empresa ou ramo em que ela atua, verificou-se que, conforme Batista et al. (2014), as empresas em geral, sendo elas prestadoras de serviços ou as que produzem bens de consumo, possuem uma enorme preocupação com o ótimo atendimento aos seus clientes, principalmente quando o serviço é voltado para o bem estar da população, como é o caso da prestação de atendimentos aos pacientes portadores de insuficiência renal crônica em uma Clínica de Nefrologia. Diante disso, verificou-se no estudo de caso realizado na Clínica de Nefrologia do Hospital São José do Avaí, a extrema relevância dos materiais utilizados no atendimento as pessoas, pois demonstraram a utilização da previsão de demanda de materiais na clínica, onde se basearam na premissa de que em um ambiente de saúde é inadmissível deixar de atender os pacientes por falta de material. Mediante o conhecimento prévio dos materiais e produtos utilizados no processo de Hemodiálise da clínica, permitiu-se analisar através dos dados históricos, à acurácia da previsão de demanda dos materiais em períodos passados. Analisando os materiais em um semestre e comparados à um semestre anterior, confirmando com os conceitos de previsão de demanda, verificou se que o resultado sairia positivo. Concluiu-se então, os resultados positivos das comparações e foi sugerido a previsão futura dos materiais utilizados no processo de Hemodiálise para o semestre seguinte, utilizando o modelo de previsão de demanda adequado ao estudo de caso.

1.2 JUSTIFICATIVA

Desempenhar previsões é necessário, pois as organizações operam em uma atmosfera de indefinições e o planejamento da previsão de demanda é significativo para as operações das empresas. A previsão de demanda é, portanto, fundamental para o planejamento da demanda e, por extensão, para a cadeia produtiva (Wang & Chang, 2010). No entanto, esta alternativa estratégica não é exclusiva das indústrias, empresas prestadoras de serviços também exigem organização e planejamento. Em setores que possuem grande rotatividade e flexibilidade de serviços, com “*lead times*” variados, exige-se uma habilidade dinâmica de

resposta. O negócio que possui estas características necessita de um elevado nível de precisão na previsão de demanda, para evitar o desbalanceamento dos recursos (tanto humanos como de equipamentos) e, conseqüentemente, os gastos desnecessários. Além de buscar um atendimento eficaz aos clientes (MANCUSO; WERNER, 2014). Diante disso, na sequência é exemplificado casos da importância de se utilizar a previsão de demanda em diferentes organizações.

Mancuso e Werner (2014), relataram em seu estudo de caso na área de auditoria médica, onde foram realizados estudos de métodos de previsão de demanda para verificar qual o modelo mais adequado que se ajustava a este tipo de organização de prestação de serviço. Os dados históricos que estavam disponíveis para a previsão apresentaram tendência, sazonalidade e fatores não controláveis (fatores naturais). Buscaram-se então, como alternativa para o gerenciamento eficiente, a utilização de modelos estocásticos de previsão de séries temporais. Onde, o objetivo principal do estudo foi, averiguar como as redes neurais artificiais (RNA) e o modelo de combinação por regressão se comportavam frente a uma série de dados reais (divergentes), métodos encontrados como melhores no estudo de simulação (séries estacionárias) em um artigo escrito por Mancuso em 2013. Os resultados das modelagens demonstraram a superioridade dos métodos de combinação, em termos de precisão, comparados às previsões individuais. A combinação por regressão obteve as previsões mais acuradas. Como resultado deste estudo, a auditoria médica abrange um conjunto de atividades e procedimentos realizados por organizações prestadoras de serviço da saúde. Entretanto, empresas desse ramo de mercado precisam de uma intervenção gerencial para garantir a segurança das operadoras de saúde. Desse modo, a previsão de demanda é o recurso essencial para sua administração.

Segundo Paiva e Negão (2014) que demonstraram em seu estudo na empresa Beta Cerâmicas, testando e buscando o melhor método de previsão de demanda com menor erro para dois produtos. A média móvel dupla foi a técnica que mais se adaptou ao estudo de caso, segundo o MAPE, parâmetro de comparação de erros considerado. Os dados que foram analisados, são de 36 meses anteriores, utilizando duas ferramentas, MS Excel e Promodel, realizando previsões para os próximos 18 meses. O objetivo principal do estudo era direcionar o planejamento e controle de produção, como também o planejamento estratégico para uma futura ampliação do parque industrial. Como conclusão, os resultados alcançados deram a oportunidade à empresa de uma construção de um plano de produção estruturado, conduzindo o setor produtivo da organização.

Os métodos de previsão podem ser baseados em modelos matemáticos que usam dados históricos disponíveis ou em métodos qualitativos, que são planejados de acordo com a experiência administrativa e com as avaliações do cliente, ou podem ser baseados em uma combinação de ambos (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2009). Por não existir um modelo matemático de previsão de demanda no Ambulatório Central da Universidade de Caxias do Sul (AMCE), à utilização de métodos de previsão de demanda, embasadas em séries temporais, pode proporcionar à gestão, a facilidade na interpretação dos dados e auxiliar na organização dos procedimentos utilizados na área de ginecologia e obstetrícia, identificando erros futuros, evitando tomadas de decisões precipitadas, oportunizando ganhos financeiros e evitando desperdícios de recursos desnecessários.

A partir da importância do significado de previsão, surge a necessidade de definir um modelo adequado de previsão de demanda que atenda às necessidades do Ambulatório Central da Universidade de Caxias do Sul (AMCE), pois servirá como balizador para o sucesso do objetivo deste trabalho.

1.3 OBJETIVOS

Nesta seção são apresentados o objetivo geral do trabalho e os objetivos específicos.

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho é realizar um estudo para implementação de um modelo de previsão de demanda para os procedimentos no setor de Ginecologia-Obstetrícia do Ambulatório Central da Universidade de Caxias do Sul.

1.3.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral deste trabalho, foram desenvolvidos os seguintes objetivos específicos:

- a) avaliar o perfil de demanda dos procedimentos utilizados na empresa;
- b) definir os itens (códigos) estudados, coletar e analisar dados;
- c) mapear tendências, sazonalidades e ciclos de demanda nas séries dos itens (códigos) em estudo;

- d) testar e comparar diferentes métodos quantitativos de previsão de demanda para os itens (códigos) selecionados no estudo;
- e) avaliar acuracidade de modelos utilizados;
- f) determinar a técnica de previsão mais adequada.

1.4 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho será construído com base em uma abordagem qualitativa e quantitativa, sob a metodologia da ferramenta de pesquisa, um estudo de caso. Uma vez identificado o problema, serão realizadas pesquisas fundamentadas no referencial teórico, haverá realização de conversas, debates, estudos de opiniões de colaboradores e lideranças e também nas áreas de conhecimento afins, com o objetivo de encontrar a ferramenta e/ou método apropriado de trabalho que atenda às necessidades para a resolução do problema. Na pesquisa quantitativa, nos diz a respeito quanto as técnicas e ferramentas utilizadas na previsão de demanda, realizando um levantamento de dados históricos, estabelecendo uma relação com os futuros, e também à aplicação de modelos estatísticos para a compreensão do cenário estudado.

O método de estudo de caso será a ferramenta de pesquisa utilizada, segundo Yin (2005, p. 32), um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

A proposta de trabalho se limita em realizar o estudo para a aplicação de um modelo de previsão de demanda para procedimentos na área de Ginecologia e Obstetrícia, no Ambulatório Central da Universidade de Caxias do Sul, localizado na mesma cidade. Ressalta-se um aspecto relevante a delimitação do estudo, o fato dos dados serem gerados por histórico de consumos, ou seja, histórico de procedimentos realizados, onde esses são provenientes de registros de sistemas de informação e registros manuais, o que pode ocasionar erros nas observações. E também, temos outro ponto importante, que são as escalas de médicos nos atendimentos dos pacientes, onde muitas vezes eles cancelam os atendimentos em cima da hora, por terem consultas e/ou procedimentos externos de urgência, onde isso acaba afetando uma agenda de pacientes em demasia, ocasionando alterações nos registros de sistemas de informação e manuais.

As informações e os dados da empresa devem possuir o acesso restrito, assim sendo o trabalho possui apenas fins acadêmicos não podendo ser divulgado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados os conceitos e metodologias de previsão de demanda existentes na literatura que servirão como referência para o desenvolvimento deste trabalho e sua avaliação posterior. Além disso, serão abordadas as técnicas para implementação de tais modelos, as maneiras de combiná-los e as formas de medir a acuracidade das previsões obtidas.

2.1 TÉCNICAS DE PREVISÃO DE DEMANDA

As organizações buscam se planejar da melhor forma a fim de evitar problemas que possam ocorrer dentro das empresas quando se fala de planejamento a curto, médio e longo prazo. Toda área tem suas particularidades e de acordo com o planejamento gerado de cada área, os detalhes perdidos neste período se tornam mais ou menos relevantes (MOREIRA, 2012).

Moreira (2012) destaca uma grande e importante base comum a todo planejamento, seja ele de qualquer dimensão, que é a previsão de demanda. Pellegrini e Fogliatto (2001) concordam com Moreira (2012), ao que diz respeito da importância da previsão de demanda para que todas as áreas e setores de uma empresa possam se planejar. Os níveis de demanda e os momentos que ocorrem afetam fundamentalmente os índices de capacidade, necessidades financeiras e estruturas de qualquer negócio (BALLOU, 2006).

Davis, Aquilano e Chase (2001) exemplificam como a previsão de demanda tem impacto em todos os níveis de uma organização. Nos níveis mais altos, ela é base para realizar o planejamento estratégico a longo prazo. Nas áreas funcionais de finanças e contabilidade, fornece base para o planejamento orçamentário e controle de custos. As funções da administração da produção utilizam as previsões para tomar decisões periódicas envolvendo seleção de processos, planejamento da capacidade, melhorias de *layout*, e decisões contínuas sobre o planejamento da produção, da programação e do estoque.

As técnicas de previsão podem ser classificadas em três categorias gerais: qualitativa, análise de séries temporais e modelos causais. As técnicas qualitativas são subjetivas ou optativas por natureza e são baseadas em estimativas e em opiniões de especialistas e intuições, e normalmente são utilizadas quando não existem dados disponíveis (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001). A análise de séries temporais é uma abordagem estatística que conta com dados históricos sobre a demanda para projetar o tamanho futuro da demanda e

reconhecer tendências e padrões sazonais (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009). Os modelos causais, por sua vez, pressupõem que a previsão de demanda é amplamente correlacionada com fatores conjunturais, onde esses modelos estabelecem essa correlação entre demanda e fatores conjunturais e utilizam as estimativas de quais serão esses fatores conjunturais para prever a demanda futura (CHOPRA; MEINDL, 2003).

Nesses grupos variam a acurácia da previsão obtida, o horizonte de tempo (que geram previsões a longo, médio e curto prazos), o nível de sofisticação da técnica empregada e a base de dados utilizada (BALLOU, 2006). A análise de séries temporais é normalmente utilizada em situações de curto prazo, enquanto os modelos causais são geralmente utilizados para problemas de longo prazo. Ainda, as previsões de médio prazo são úteis para efeitos sazonais; os modelos de longo prazo detectam normalmente tendências, e são essenciais para detectar pontos críticos; os modelos de curto prazo compensam variações aleatórias e ajustam-se a mudanças de curto prazo. Os modelos mais simples de previsão tendem a ser técnicas melhores e mais fáceis para se utilizar em previsões de curto prazo, necessitando de poucos dados e fornecendo resultados médios. Os modelos de longo prazo são mais complexos, necessitando maior quantidade de dados de entrada, mas fornecendo um grau mais alto de precisão (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001).

2.1.1 Modelo de decomposição

Segundo Moreira (2012), modelos de decomposição, são séries verificadas considerando-se quatro componentes, já detalhados: tendência, sazonalidade, ciclos de negócios e flutuações irregulares. A ideia fundamental da decomposição é a tentativa de isolar os vários componentes, à exceção das flutuações irregulares, de forma que esses efeitos possam ser tratados separadamente. Existem dois modelos para explicar como os componentes se combinam em uma série: o modelo aditivo e o modelo multiplicativo.

2.1.1.1 Modelo aditivo

O modelo aditivo representa a série como composição da soma de quatro componentes – tendência (T), sazonalidade (S), ciclos de negócios (C) e resíduos devido a flutuações irregulares (i) – e, segundo Moreira (2012) a demanda prevista (Y) é expressa pela Equação 1:

$$Y = (T) + (S) + (C) + (i) \quad (1)$$

Neste modelo de decomposição, cada componente é expressa em unidades de demanda que se somam (MOREIRA, 2012).

2.1.1.2 Modelo multiplicativo

No modelo de decomposição multiplicativo, apenas a tendência T é expressa em unidades de demanda, sendo as outras quantidades expressas em porcentagem dessa tendência. Na prática, o modelo multiplicativo é mais utilizado. Este modelo é representado pela Equação 2, onde suas variáveis já tiveram seus significados apresentados anteriormente.

$$Y = (T) \cdot (S) \cdot (C) \cdot (i) \quad (2)$$

Este modelo pode ser simplificado se adotarmos que o horizonte de previsão é curto o suficiente para que estejamos sempre na mesma fase do ciclo de negócios, o que faz $C = 1$. Admitindo-se que os efeitos sazonais e as variações ao acaso possam ser reunidos, é possível simplificar a Equação 2, reescrevendo-a na Equação 3, onde (S) já incorpora o efeito sazonal e as variações ao acaso (MOREIRA, 2012).

$$Y = (T) \cdot (S) \quad (3)$$

Os valores de T são determinados por meio da linha de tendência, ajustada aos valores reais da demanda através de uma regressão simples ao mesmo tempo que os valores de S são, por sua vez, chamados de índices sazonais e a sua determinação exige a observação do afastamento dos valores reais da demanda e dos valores previstos pela linha de tendência no passado.

2.1.2. Modelo suavização exponencial

Os modelos de suavização exponencial são utilizados para previsão de demanda devido a sua simplicidade de ajustes e acuracidade. O método calcula a média de uma série temporal dando às demandas recentes mais peso que as anteriores. Estes métodos usam uma ponderação distinta para cada valor observado na série temporal, de modo que valores mais

recentes recebam pesos maiores (PELLEGRINI, 2000). É um caso particular de médias ponderadas de dados do passado, com peso e ponderação caindo exponencialmente (CORRÊA, CORRÊA; 2012).

2.1.2.1 Média móvel exponencialmente ponderada de primeira ordem

Segundo Maholtra, Ritzman e Krajewski (2008) a suavização exponencial não requer um período (n) de demanda anterior e um peso (w), a suavização exponencial requer apenas três itens de dados: a previsão do último período, a demanda para este período e um parâmetro suavizador alfa (α), o qual é necessário que seja entre zero e um. Conforme Ritzman e Krajewski (2004, p. 272) “para obter uma previsão com suavização exponencial, simplesmente calculamos a média ponderada da demanda mais recente e a previsão obtida no último período”.

Segundo a representação matemática representada por Moreira (2012), essa previsão se dá pela equação 4.

$$D_t = D_{t-1} + \alpha (Y_{t-1} - D_{t-1}) \quad (4)$$

onde D_t é a previsão para o período t, D_{t-1} é a previsão para o período (t - 1), α é a constante de suavização e Y_{t-1} é a demanda real para o período (t - 1).

Observa-se que esta equação determina que a nova previsão seja igual à previsão antiga mais uma fração referente ao erro, ou seja, a diferença entre a previsão anterior e o que realmente ocorreu. Além disso, quando o método é introduzido pela primeira vez, a previsão inicial pode ser obtida pela utilização de uma estimativa simples ou por uma média dos períodos anteriores. Se dados históricos não estão disponíveis, então a previsão para o período anterior é considerada igual à demanda para aquele período (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001).

O valor de α geralmente varia entre 0 e 1, e a soma dos pesos utilizados em uma previsão feita com a utilização de vários períodos deve ser igual a 1. Para a definição do valor de α a ser utilizado, pode-se utilizar a hipótese de que a demanda prevista inicial é igual ao primeiro valor real da demanda da série, o que não terá influência nas previsões futuras se a demanda for suficientemente longa (MOREIRA, 2012). Para Ritzman e Krajewski (2004, p. 273), “são experimentados vários valores de α e escolhe-se aquele que produz as melhores previsões”.

2.1.2.2 Média móvel exponencialmente ponderada de segunda ordem

A média móvel exponencialmente ponderada de segunda ordem trata de uma dupla suavização dos dados históricos para gerar uma previsão para um período futuro. A representação matemática segundo Moreira (2012) é apresentada na Equação 5.

$$D'_t = D'_{t-1} + \beta (D_{t-1} - D'_{t-1}) \quad (5)$$

onde D'_t é a previsão de segunda ordem para o período t , D'_{t-1} é previsão de segunda ordem para o período $(t - 1)$, β é a constante de suavização de segunda ordem, D_{t-1} é a previsão de primeira ordem para o período $(t - 1)$. Assim como α , β varia entre 0 e 1.

Assim sendo, a previsão de primeira ordem é utilizada onde antes se utilizavam os dados reais na equação. A nova previsão de segunda ordem apresenta-se mais suavizada, sendo menos sujeita a variações bruscas. A diferença entre a demanda real e a previsão de primeira ordem é aproximadamente igual à diferença entre esta última e a previsão de segunda ordem. Esta relação nos fornece uma maneira de corrigir a previsão de primeira ordem e a demanda real, também chamado de correção do efeito de tendência (MOREIRA, 2012). Esta demanda corrigida (D_c) é escrita conforme a Equação 6.

$$D_c = D + (D - D') = 2D - D' \quad (6)$$

Todavia, a correção de demanda obtida com a suavização exponencial de segunda ordem pode não ser eficaz em séries com média básica variável, como no caso de uma série de demanda com tendência. Se utilizado em uma série com essa variável, os resultados ficarão distorcidos em função da mudança na média básica da demanda e defasagens ocorrerão mesmo com o fator de correção caso a média se altere sistematicamente (RITZMAN, KRAJEWSKI; 2004). Em vista disso, para tais aplicações pode ser que seja necessário à utilização de métodos de previsão mais aprimorados ou a combinação de modelos, considerando a tendência ou a influência sazonal da série.

2.1.3 Análise de Regressão Linear Simples

De acordo com Davis et al. (2001), utiliza-se a técnica de análise de regressão linear para estabelecer um relacionamento funcional entre duas ou mais variáveis correlacionadas.

Este relacionamento é normalmente desenvolvido a partir de um dado observado no qual um parâmetro (variável independente) é usado para prever outro (variável dependente).

Ainda de acordo com Davis et al. (2001, p. 228), “a regressão linear refere-se a uma classe especial de regressão na qual o relacionamento entre as variáveis é considerado como sendo representado por uma linha reta”. Inclui-se somente uma variável independente na equação para a regressão linear que possui a seguinte forma:

$$Y = a + bX \quad (7)$$

Onde

Y = Variável dependente que estamos resolvendo

a = Intersecção no eixo Y

b = Inclinação

X = Variável independente (na análise de séries temporais, X representa a unidade de tempo)

O método regressão linear para a previsão de demanda é útil para previsões de longo prazo na maioria das ocorrências e para planejamento agregado. Este método pode ser utilizado tanto para previsão de séries temporais como para previsão de relacionamentos causais. O modelo também pode ser encontrado em algumas bibliografias como modelo de tendência dos mínimos quadrados (TEIXEIRA, 2004).

2.1.4 BOX-JENKINS

Pellegrini (2000), afirma que os modelos de *Box-Jenkins*, também conhecidos como Modelos auto regressivos integrados a média móvel, ou simplesmente ARIMA - *Autoregressive Integrated Moving Average* representam uma ideia de que os valores de uma série temporal são altamente dependentes, podendo ser explicados por valores prévios da série.

Para Lemos (2006), com a utilização de análises estatísticas pode-se determinar quais as combinações de modelos de previsão são mais apropriadas para cada situação e esta combinação de modelos é possível utilizando o modelo *Box-Jenkins*.

Segundo Werner (2004), o método modela a função de auto correlação de uma série temporal com o mínimo de parâmetros possíveis. Tais parâmetros são apresentados como:

a) auto regressão (AR), que modelam a dependência de valores atuais com valores passados;

- b) integração (I), que remove a tendência tornando a série estacionária;
- c) média móvel (MA), o qual assume que valores são dependentes de erros de previsão de períodos passados;
- d) p – ordem máxima de parâmetros de auto regressão simples;
- e) d – número de diferenciações não sazonais aplicadas para tornar a série temporal estacionária;
- f) q – ordem máxima dos parâmetros de média móvel simples;
- g) P – ordem máxima dos parâmetros de auto regressão sazonal;
- h) D – número de diferenciações sazonais aplicadas para tornar a série temporal estacionária;
- i) Q – número máximo dos parâmetros de média móvel sazonal;
- j) s – número de períodos por ciclo sazonal.

2.1.4.1 Modelos estacionários

Conforme Werner (2004), modelos estacionários são aqueles que assumem um processo equilibrado ao longo da série temporal. São considerados fracos se a média e a variância mantiveram-se constantes ao longo da série ou fortes se todos os momentos estatísticos forem constantes ao longo do tempo. A seguir estão apresentadas as características que representam os modelos estacionários.

2.1.4.2 Modelo auto-regressivo (AR)

Um modelo considerado útil na representação de um grande número de séries temporais é o modelo auto regressivo. Neste modelo, Werner e Ribeiro (2003), afirmam que a série de dados Y_t históricos é descrita por seus valores passados regredidos e pelo ruído aleatório ε_t . Assim, um modelo AR é dado, conforme Equação 8:

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (8)$$

$$\varepsilon_t = Y_t (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p) \quad (9)$$

$$\varepsilon_t = \phi_t(B) Y_t \quad (10)$$

Onde:

c é o termo constante;

ϕ_i é o coeficiente de auto regressão do período i ;

ε_t é o erro aleatório no período t ;

$\phi(B)$ é um polinômio auto regressivo de ordem p .

2.1.4.3 Modelo de médias móveis (MA)

Segundo Werner e Ribeiro (2003), em um modelo de médias móveis, a série Y_t resulta da combinação dos ruídos ε do período atual com aqueles ocorridos em períodos anteriores. Assim, um modelo MA é definido como a Equação 11.

$$Y = c - \theta_1 e_{t-1} + \theta_2 e_{t-2} + \dots + \theta_q e_{t-q} + e_t \quad (11)$$

$$Y_t = \theta(B)e_t \quad (12)$$

Onde:

θ_i é o coeficiente de média móvel do período i ;

$\theta(B)$ é um polinômio de média móvel de ordem q .

2.1.4.4 Modelos auto-regressivos de médias móveis (ARMA)

Pellegrini (2000) afirma que séries temporais são mais bem modeladas com a inclusão de termos auto regressivos e de média móvel. O resultado é um modelo misto auto regressivo média móvel.

A equação descrita por Lemos (2006), define que o modelo $AR(p)$, de ordem máxima de parâmetros de regressão simples, corresponde ao modelo $ARMA(p,0)$ e o modelo $MA(q)$, de ordem máxima de parâmetros de média móvel simples, ao $ARMA(0,q)$. Qualquer série estacionária pode ser modelada como um processo $ARMA(p,q)$:

$$\phi_t(B)Y_t = c + \theta(B)e_t \quad (13)$$

2.1.5 Modelos não estacionários

Modelos não estacionários, segundo Werner e Ribeiro (2003), significam que uma série temporal apresenta média e variância dependentes do tempo. A não estacionariedade de uma série implica nas seguintes questões:

- a) há inclinação nos dados e eles não permanecem ao redor de uma linha horizontal ao longo do tempo;
- b) a variação dos dados não permanece essencialmente constante sobre o tempo, isto é, as flutuações aumentam ou diminuem com o passar do tempo, indicando que a variância está se alterando.

2.1.5.1 Modelos auto regressivos integrados de médias móveis (ARIMA)

Como a maioria dos procedimentos de análise estatística de séries temporais supõe que estas sejam estacionárias, caso não sejam, será necessário transforma-las. A transformação mais comum consiste em tomar diferenças sucessivas da série original até obter uma série estacionária (WERNER, 2004).

Quando a série necessita de diferenciação para ser transformada em estacionária, Box, Jenkins e Reinsel (2008), afirma que é necessária a utilização do modelo ARIMA, utilizando a seguinte equação:

$$\phi_t(B)(1 - B)^d Y_t = \theta(B)e_t \quad (14)$$

2.1.6 Modelos sazonais

Segundo Pellegrini (2000), grande parte das séries temporais, principalmente na indústria, apresentam variações sazonais. Isto ocorre quando a série de tempo exibe características periódicas repetidas a cada intervalo de tempo.

Werner (2004) complementa que os modelos *Box-Jenkins* exploram a auto correlação entre os valores da série em instantes sucessivos. Entretanto, quando os dados são observados em períodos inferiores a um ano, a série pode apresentar auto correlação para uma estação de sazonalidade. A equação é apresentada por Box, Jenkins e Reinsel (2008):

$$\phi(B^s)(1 - B^s)^d Y_t = \theta(B^s)e_t \quad (15)$$

Onde:

$\phi(B^s)$ é um polinômio auto regressivo sazonal de ordem P;

$\theta(B^s)$ é um polinômio de média móvel sazonal de ordem Q.

2.2 COMBINAÇÃO DE PREVISÕES

Pesquisas propõem que combinar previsões de múltiplas fontes acarreta muitas vezes em previsões mais precisas. Previsões combinadas são previsões realizadas levando em consideração a média de previsões independentes baseada em diferentes métodos, dados ou ambos os casos. No futuro, se essa técnica de previsão for aplicada regularmente, as previsões combinadas serão mais precisas do que aquelas oriundas de qualquer técnica de previsão de maior confiabilidade. Este método é mais eficaz quando a previsões individuais contribuem com diferentes tipos de informações para o processo de previsão (RITZMAN, KRAJEWSKI; 2004).

Werner (2004) descreve as formas de combinações de previsões, classificando as previsões obtidas de técnicas quantitativas como objetivas, enquanto as previsões obtidas de técnicas qualitativas são denominadas subjetivas. A combinação estritamente objetiva F_c considera duas previsões objetivas não viciadas (corrigidas), atribuindo diferentes pesos para as mesmas, de acordo com a acuracidade ou relevância dos dados obtidos, e é expressa pela Equação 16. A primeira previsão F_1 recebe peso w e a segunda, F_2 , recebe o peso $(1 - w)$.

$$F_c = wF_1 + (1 - w)F_2 \quad (16)$$

Os pesos a serem atribuídos a cada previsão podem ser iguais, mas é desejável dar peso maior para a previsão que possui menor erro. Para determinar o peso w , utiliza-se a minimização da variância dos erros da previsão combinada, que é dada conforme a Equação 17.

$$\sigma_c^2 = w^2\sigma_1^2 + (1 - w)^2\sigma_2^2 + 2\rho.w\sigma_1(1 - w)\sigma_2 \quad (17)$$

onde σ_1^2 e σ_2^2 são as variâncias dos erros das previsões a serem combinadas, ρ é o coeficiente de correlação entre os erros das previsões e w é o peso dado à previsão.

Além da combinação por pesos, também se utiliza com frequência a combinação aritmética, que não considera pesos para as técnicas utilizadas, apenas faz a média aritmética simples para obter o resultado médio entre os dados obtidos. A combinação é dada através da Equação 18.

$$F_c = \frac{F_1 + F_2 + \dots + F_n}{n} \quad (18)$$

2.3 ERROS DE PREVISÃO

O conceito de acuracidade ou precisão é de fundamental importância na seleção de um modelo particular de previsão para um determinado conjunto de dados, que é muitas vezes, à adequação do ajuste do modelo, ou seja, quão bem o modelo de previsão é capaz de reproduzir os dados conhecidos antecipadamente (TEIXEIRA, 2004).

Para Davis et al. (2001), a palavra “erro” é utilizada para expressar a diferença entre o valor da demanda prevista e que realmente ocorreu. Considerando que o valor previsto está no intervalo de confiança, ele não é realmente um erro.

Várias fontes podem originar o erro, a fonte mais comum que muitas pessoas que fazem previsão ignoram, é causada pela projeção de tendências passadas para o futuro (DAVIS et al., 2001).

Ballou (2001) afirma que na medida em que o passado não espelha perfeitamente o futuro, a previsão de demanda conterà erros em algum nível. Um formato básico de erro de previsão E_t é descrita por Chopra e Meindl (2003) por:

$$E_t = D_t - F_t \quad (19)$$

Onde:

E_t é o erro de previsão para o período t ;

F_t é a previsão para o período t ;

D_t é a demanda real do período t .

2.3.1 MAD e MSE

O erro médio ao quadrado (*Mean Squared error* – MSE) e o desvio absoluto médio (*Mean Absolute Deviation* – MAD) medem a dispersão dos erros de previsão. Se o MSE e o MAD forem pequenos, a previsão ficará próxima da demanda real, enquanto um valor elevado significa a possibilidade de grandes erros de previsão. Erros grandes possuem um peso maior em MSE, porque são elevados ao quadrado. MAD é simplesmente a média de erros de previsão ao longo dos períodos de uma série temporal, e é muito utilizado no controle de estoque (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004). A Equação 20 e 21 descrevem o MAD e o MSE respectivamente.

$$\text{MAD} = \frac{\sum |E_t|}{n} \quad (20)$$

$$\text{MSE} = \frac{\sum E_t^2}{n} \quad (21)$$

2.3.2 CFE e \bar{E}

A soma cumulativa dos erros de previsão (*Cumulative sum of Forecast Errors* – CFE) mede o erro de previsão total. A CFE é útil para avaliar o viés de uma previsão. O erro CFE cada vez maior indica alguma deficiência sistemática no método de previsão. Algum elemento foi omitido, como a tendência ou um padrão cíclico, ou as influências sazonais se alteram diante do seu padrão histórico (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004). As Equações 22 e 23 descrevem as fórmulas CFE e \bar{E} (erro de previsão médio), respectivamente.

$$\text{CFE} = \sum E_t \quad (22)$$

$$\bar{E} = \frac{\text{CFE}}{n} \quad (23)$$

2.3.3 MAPE

O erro percentual absoluto médio (*Mean Absolute Percent Error* – MAPE), segundo Ritzman e Krajewski (2004) “relaciona o erro de previsão no nível de demanda e é útil para

analisar o desempenho da previsão sob uma perspectiva adequada”. Essa média é expressa pela equação 24.

$$\text{MAPE} = \frac{[\sum |E_t|/D_t] (100)}{n} \quad (24)$$

Conforme Lemos (2006), o MAPE é a medida mais utilizada nos estudos empíricos com comparação de métodos, pois é a menos afetada por valores extremos do que as medidas quadradas, utiliza percentuais do erro e não depende da unidade dos dados.

2.3.4 RMSE

O RMSE, ou raiz do erro quadrático médio, considera os erros numa proporção maior, uma vez que os erros são elevados ao quadrado. A equação do RMSE é descrita conforme a Equação 25.

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum E_t^2}{n}} \quad (25)$$

Portanto, a preocupação final é fazer com que os resultados das técnicas de previsão de demanda disponíveis sejam os melhores, podendo ainda em algumas situações, combinar resultados de diversos modelos com o objetivo de possuir previsões mais estáveis e mais acuradas (BALLOU, 2001).

2.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou os fundamentos teóricos que sustentam as diferentes técnicas de previsão de demanda. Baseado no referencial exibido, pôde-se observar que as técnicas de previsão de demanda em geral, possuem cálculos matemáticos, mas uma dependência total de dados históricos confiáveis e análises de erros de previsão, devido ao número de variáveis envolvidas e às relações existentes entre elas.

Segundo o que foi verificado, a obtenção de bons resultados depende de um adequado dimensionamento temporal e uma boa análise da ocorrência de sazonalidades, tendências ou ruídos aleatórios. Considerando que este capítulo constitui a base teórica que suporta este trabalho, pode-se concluir que o vigente capítulo representa um ponto de

significativa importância, uma vez que o mesmo define quais são os parâmetros de avaliação que se aplicam sobre este trabalho.

3 PROPOSTA DE TRABALHO

Este capítulo objetivou apresentar a proposta de trabalho, visando caracterizar o ambiente de implantação de um sistema de previsão de demanda no Ambulatório Central, com a descrição do cenário atual da organização e descrevendo as etapas envolvidas. Por fim, foram descritos os problemas enfrentados até o presente momento e as etapas para realização do método.

3.1 CENÁRIO ATUAL

Para contextualizar o ambiente escolhido como objeto do estudo e detalhar os processos e as dificuldades envolvidas, nos demais tópicos foi exposta a situação atual da organização com relação aos processos realizados no Ambulatório Central. Essa análise visa o conhecimento do cenário para justificar a proposta de aplicação de um método de previsão de demanda, objetivada pelo trabalho.

A partir dessa análise, foi proposta uma solução, visando atender as necessidades do Ambulatório Central, que a partir do levantamento de dados, poderá ser gerenciado de forma mais eficaz. Em seguida, destacam-se as etapas para realização do trabalho aonde será explicado como acontecerá a implementação e quais as metodologias empregadas evidenciando os setores da organização envolvidos.

O Ambulatório Central de Caxias do Sul iniciou suas atividades em agosto de 1982, em sociedade com a Universidade de Caxias do Sul e o Serviço Social da Indústria (SESI), onde esteve instalado na área central da cidade de Caxias do Sul até o início do ano de 1997.

No mês de março de 1997, o AMCE foi transferido para a Cidade Universitária, constituído como bloco 15. No ano seguinte, firmou um convênio com a Secretaria Municipal da Saúde de Caxias do Sul, passando a fazer parte do Sistema Único de Saúde (SUS).

O Ambulatório Central no qual se enquadra no conceito de Policlínica (unidade de saúde para prestação de atendimento ambulatorial em várias especialidades, incluindo ou não especialidades básicas e ainda tendo a possibilidade de oferecer especialidade não médicas), permite aos alunos das áreas da saúde, integrarem a teoria e a prática. O Ambulatório foi criado pela Universidade de Caxias do Sul e a finalidade do espaço do AMCE fundamentou-se sobre a proposta de ser uma unidade de atendimento comunitário, a partir da demanda dos acadêmicos da área da saúde, em especial do Curso de Medicina, por não possuírem um local de estudos práticos, os quais eram realizados nos diversos hospitais da região.

Com aproximadamente 2,3 mil m² de área instalada, contando com 37 funcionários e demais colaboradores, como por exemplo, alunos dos cursos da área da saúde e professores, o ambulatório beneficia a população do município através do atendimento gratuito e realiza, em média, 5 mil atendimentos mensais pelo Sistema Único de Saúde (SUS). São realizados atendimentos pré-agendados em saúde básica somando mais de 20 especialidades e também se realiza exames de diagnósticos, vacinas e curativos.

Atualmente o Ambulatório Central, em função da sua atividade fim e dos objetivos que atende, se constitui por 39 consultórios, 7 salas de espera, 5 salas para exames, um bloco cirúrgico equipado com 2 salas de cirurgia, 2 salas de curativo, 1 sala de observação clínica com 2 leitos e 1 sala para insumos e materiais de esterilização. Além disso, possui salas dos serviços administrativos, de apoio, de recursos humanos e salas de ensino, para os alunos e professores da Universidade de Caxias do Sul. Conforme Figura 1 abaixo, podemos ver a vista externa do Ambulatório Central.

Figura 1 – Ambulatório Central



Fonte: O autor (2017).

Os atendimentos são pré-agendados em saúde básica somando mais de 20 especialidades e também se realizam exames de diagnósticos, de cardiologia, de oftalmologia, de otorrinolaringologia, de pneumologia, de ginecologia e obstetrícia, procedimentos como biópsias, retiradas de pontos, vacinas e curativos. Este conjunto de estrutura, recursos humanos e atendimentos requer uma série de equipamentos, instrumentais cirúrgicos, insumos de assistência administrativo e de saúde.

Os serviços oferecidos à saúde pelo Ambulatório Central seguem os requisitos do Sistema Único de Saúde e possuem como norma regulamentadora a Lei Orgânica da Saúde (Lei Federal nº 8.080), a qual "Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências." (BRASIL, Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990).

Segundo informações da coordenação do AMCE e afim de se tornar independente financeiramente, de se inserir em novos mercados, sentiu a necessidade de ampliar sua área de abrangência ofertando serviços para usuários de outras operadoras de saúde e particulares, além de colocar em prática diversos planos de ação que garantirão os objetivos almejados. Desta forma, é possível verificar a situação interna e externa, a qual a organização está inserida no mercado, através da matriz SWOT, mostrada no Quadro 1.

Quadro 1 – Matriz Swot

(Continua)

	Pontos Fortes	Pontos Fracos
Interno (Organização)	Mão de obra administrativa e de assistência em saúde altamente qualificada	Não possui um sistema de previsão de demanda para insumos e procedimentos
	Estrutura e equipamentos adequados, segundo órgãos reguladores	Falta de rotina de controle de estoque
	Sistema de gestão especializado, software (tasy) com alta capacidade de adequação dos seus parâmetros às necessidades dos processos	Mapeamento de processos administrativos e assistenciais pendentes
	Alta capacidade produtiva	Falta de segurança para o funcionamento (atendimentos, estacionamento e estrutura física)
	Tem representatividade em toda comunidade da serra gaúcha e em algumas especialidades abrange 4 milhões de pessoas no estado	Falta de equipamentos <i>backup</i> para alguns setores do ambulatório (histeroscopia, oftalmologia e biopsia de mama)
	Está entre os maiores ambulatórios do estado, levando em conta a estrutura física, número de atendimentos e as especialidades atendidas;	Climatização inadequada em setores administrativos e assistenciais de ensino
	Único estabelecimento na cidade de Caxias do Sul que oferece histeroscopia diagnóstica e espirometria com difusão de CO2 pelo SUS.	Falta de peças de reposição chave para alguns equipamentos
	Imagem da Instituição no qual está inserido;	Acessibilidade para pacientes com limitações físicas (escada)

(Conclusão)

Externo (Ambiente)	Oportunidades	Ameaças
	Alocação das salas para médicos	Mudanças nas legislações normativas
	Venda dos procedimentos / produtos para operadoras de saúde	Revés econômico com implicação monetária na importação de equipamentos ou insumos voltados a assistência em saúde
	Otimização da estrutura como espaço para prática de estágios e pesquisa aos acadêmicos e docentes da Universidade (sistematização dos prontuários e formatação de banco de dados)	Recessão econômica com implicação de cortes em orçamentos públicos para custeio da prestação dos serviços em saúde
	Inscrição de projetos de captação de recursos nos fundos financeiros da saúde	Surgimento de novos concorrentes / novos entrantes no mercado
	Parcerias com instituições de saúde para trocas de informações a fim de aumentar o conhecimento sobre tecnologias, práticas na assistência em saúde, formatação de novos ambulatórios / agendas, produtos (insumos) a serem comercializados.	Possibilidade de extinção de fornecedores de determinados equipamentos ou insumos de assistência em saúde em função do momento econômico ou aspectos cambiais
	Ganhos financeiros com a abertura de serviços para usuários de outras operadoras de saúde e particulares	Redução de recursos públicos

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Observa-se na matriz SWOT, que o AMCE apresenta dentre seus pontos fracos à falta de um sistema que mensure a previsão de demanda dos insumos e procedimentos. Para tornar essa questão um diferencial e solucionar o problema, o estudo para a implementação de um modelo de previsão de demanda para os procedimentos da área da Ginecologia e Obstetrícia foi o foco deste trabalho.

O Ambulatório Central proporciona serviços em diferentes especialidades médicas, serviços de alta qualidade e com estrutura física adequada para todos os procedimentos ali exercidos. Conta também, com uma equipe qualificada e equipamentos que garantem a eficiência dos processos. Em meio aos diversos serviços proporcionados pelo AMCE, os procedimentos de Ginecologia e Obstetrícia, conforme Quadro 2, os quais são realizados em salas de exames, conforme Figura 2, e que são os quais foram avaliados neste estudo.

Quadro 2 – Procedimentos realizados no AMCE de Gineco-Obstetrícia

GINECO-OBSTETRÍCIA
Biópsia de mama
Biópsia de colo de útero
Biópsia de vulva
Biópsia de endométrio
Biópsia de fundo de saco (anterior e posterior)
Coleta de Citopatológico
Colposcopia
Conização de Alta Frequência - CAF
Drenagem de mama
Core biopsy (punção de nódulo palpável)
Punch (histopatológico mama)
PAAF (citopatológico mama)
Histeroscopia
Criocauterização de Colo Uterino
Consulta de enfermagem pré-natal
Consulta de enfermagem puerpério
Consulta de enfermagem planejamento familiar - vasectomia
Consulta de enfermagem planejamento familiar - laqueadura tubária
Consulta de enfermagem em patologia cervical
Grupo de planejamento familiar - vasectomia
Grupo de planejamento familiar - laqueadura tubária
Fisioterapia Pélvica
Fisioterapia pós-mastectomia
Fisioterapia obstétrica

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 2 – Sala de Exames de Ginecologia-Obstetrícia



Fonte: Coordenação do AMCE (2017).

Conforme mostrado no Quadro 3, os procedimentos realizados no setor de Ginecologia-Obstetrícia podem variar de acordo com a necessidade do paciente. E com isso, temos um fluxo de atendimento por profissionais diferentes. Quando se trata de exames e procedimentos são realizados por médicos e enfermeiros, quando são consultas de enfermagem, são realizadas pelo enfermeiro responsável da área e quando são procedimentos de fisioterapia, são realizados pelos fisioterapeutas.

Quadro 3 – Grupos de Procedimentos realizados no AMCE de Gineco-Obstetrícia

GINECO-OBSTETRÍCIA	
EXAMES E PROCEDIMENTOS	CONSULTAS DE ENFERMAGEM
Biópsia de mama	Consulta de enfermagem pré-natal
Biópsia de colo de útero	Consulta de enfermagem puerpério
Biópsia de vulva	Consulta de enfermagem planejamento familiar - vasectomia
Biópsia de endométrio	Consulta de enfermagem planejamento familiar - laqueadura tubária
Biópsia de fundo de saco (anterior e posterior)	Consulta de enfermagem em patologia cervical
Coleta de Citopatológico	Grupo de planejamento familiar - vasectomia
Colposcopia	Grupo de planejamento familiar - laqueadura tubária
Conização de Alta Frequência - CAF	
Drenagem de mama	
Core biopsy (punção de nódulo palpável)	
Punch (histopatológico mama)	FISIOTERAPIA
PAAF (citopatológico mama)	Fisioterapia Pélvica
Histeroscopia	Fisioterapia pós-mastectomia
Criocauterização de Colo Uterino	Fisioterapia obstétrica

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

São oferecidos 14 exames e procedimentos no Ambulatório Central na área da Ginecologia-Obstetrícia, além das consultas de enfermagem e fisioterapia. Esses exames são efetuados em seis salas, das quais, uma delas pode ser vista na Figura 2. Os exames de Ginecologia-Obstetrícia estão descritos a seguir:

- a) Biópsia de mama: exame em que é retirado uma amostra de tecido mamário e enviado a um laboratório para análise.
- b) Biópsia de colo de útero: exame em que é retirado uma pequena amostra de tecido do colo do útero e enviado a um laboratório para análise. Esse tipo de biópsia geralmente é solicitado após, descobrir uma anormalidade durante o exame pélvico de rotina ou Papanicolau.
- c) Biópsia de vulva: exame em que é retirado um pequeno fragmento de tecido das paredes da vulva e enviado a um laboratório para análise. É realizada para avaliar alterações da mucosa e/ou pele vulvar, detectadas durante a vulvoscopia e para diagnosticar precocemente as doenças que podem evoluir para câncer.

- d) Biópsia de endométrio: exame em que é coletado uma pequena amostra do tecido endometrial. Com essa biópsia é possível diagnosticar algumas doenças, e também pode ser usada para verificar a presença de infecções uterinas.
- e) Biópsia de fundo de saco (anterior e posterior): exame em que é feito com espécuro, ou seja, exame especular. Fundo de saco, é o espaço anatômico localizado entre o útero e o reto, em mulheres. Com esta biópsia, é possível identificar se o saco encontra-se livre e permeável ou se há presença de alguma massa, estrutura ou líquido dentro dele.
- f) Coleta de Citopatológico: mais conhecido, como Papanicolau, exame em que consiste no esfregaço de células do colo uterino, provocando uma escamação da superfície interna e externa do colo do útero, onde são colhidas células e colocadas em uma lâmina para enviar para análise em um laboratório.
- g) Colposcopia: exame que permite visualizar o órgão feminino e o colo do útero através de um aparelho chamado Colposcópio.
- h) Conização de Alta Frequência (CAF): exame que retira um pedaço em forma de cone de tecido uterino para realização de biópsia, em casos de diagnóstico.
- i) Drenagem de Mama: exame em que consiste em uma massagem da mama, onde ajuda no alívio de dores, remoção de hematomas, acelera o processo de cicatrização e recuperação de cirurgias.
- j) Core Biopsy (punção de nódulo palpável): conhecida como biópsia de fragmento com agulha, exame em que é retirado fragmentos de tecido, com uma agulha de calibre grossa, acoplada a uma pistola especial. O posicionamento da agulha da biópsia é guiado por mamografia digital ou ultrassom.
- k) PAAF (citopatológico mama): o exame de punção aspirativa por agulha fina consiste na remoção de uma amostra de células do tecido mamário, com uma agulha fina, acoplada a uma seringa para aspiração. O posicionamento da agulha é guiado por ultrassom.
- l) PUNCH (histopatológico mama): exame em que consiste em examinar no microscópio um fragmento de tecido da mama, com o fim de avaliar um ou mais diagnósticos ou hipóteses diagnósticas.
- m) Histeroscopia: É um procedimento cirúrgico realizado por dentro da vagina e do canal do colo uterino utilizando uma câmera fina que permite visualizar a cavidade uterina e identificar eventuais doenças existentes dentro do útero. A histeroscopia pode ser diagnóstica ou cirúrgica. A histeroscopia diagnóstica pode ser realizada em

regime ambulatorial (no consultório) e tem por objetivo apenas a visualização interna do útero; caso sejam encontradas quaisquer alterações, há necessidade de programar uma histeroscopia cirúrgica para o tratamento dessa alteração.

n) Criocauterização de Colo Uterino: A cauterização do colo do útero é um tratamento utilizado nos casos de feridas no útero provocadas por HPV, alterações hormonais ou infecções vaginais, por exemplo, assim como em casos de corrimento ou sangramento excessivo após o contato íntimo.

O Ambulatório não possui um sistema de previsão de demanda, isso dificulta em diversas ações e atividades, como: assessoramento nas compras de materiais, no auxílio a gestão nas tomadas de decisões, não permitindo que a mesma defina objetivos mais ambiciosos e realizáveis, na alocação dos recursos nas atividades que agregam real valor, nas decisões estratégicas, no que diz a respeito de planejamento de processos, tecnologias, instalações, preços e investimentos, no auxílio do processo de planejamento de atividades da organização, planejamento e alocações de recursos humanos e demais definições estratégicas que sem um método de previsão de demanda fica difícil trabalhar e ter informações mais precisas.

Diante disso, percebe-se a necessidade de um método de previsão de demanda por procedimentos na área da Ginecologia-Obstetrícia. Tais processos requerem tempo dos funcionários, enfermeiros e técnicos de enfermagem em realizar atividades desnecessárias, a forma como realizam as compras de materiais é extremamente trabalhosa, onde é feita uma análise de gestão visual pelo conhecimento dos funcionários e enfermeiros. Por exemplo, corre-se o risco da falta temporária de algum material ou medicamento necessário para os pacientes, onde o *lead time* de ressuprimento, às vezes, se torna extenso até a chegada do mesmo, incertezas na alteração do quadro de funcionários, rupturas no estoque, uma vez que pode ocorrer consultas, procedimentos acima da média dos períodos anteriores, por exemplo, devido à uma epidemia, zerando estoque e fazendo com que o setor de compras não perceba tal situação até a nova análise de estoque que ocorre semanalmente.

Destacando outro ponto muito importante, que com a implementação do método de previsão de demanda, é de grande auxílio na gestão de pessoas e compra de materiais. Como a maioria das organizações, todos os anos no período do mês de dezembro a janeiro a Universidade de Caxias do Sul entra em recesso, diante disso é necessário que seja realizado um grande pedido de insumos para abastecer o ambulatório, já que o mesmo permanece em funcionamento nesse período.

Assim sendo, esse “pedido” como é assim chamado pelos funcionários do local é realizado com base na experiência de funcionários que tem um maior conhecimento sobre o fluxo do local. No entanto, apesar do conhecimento sobre o dia a dia nas atividades do ambulatório esse pedido no final de cada ano muitas vezes acaba gerando alguns transtornos, como geração de grande estoque de alguns insumos, ocasionando um gasto desnecessário e falta de outros, férias de funcionários, prejudicando o andamento das atividades, visto que os setores de compras e almoxarifado também entram em férias no mesmo período de recesso da Universidade.

Com o estudo da implementação de um método de previsão de demanda nos procedimentos do setor da Ginecologia-Obstetrícia, propõe-se que o método possa assessorar a organização com maior segurança nas definições estratégicas.

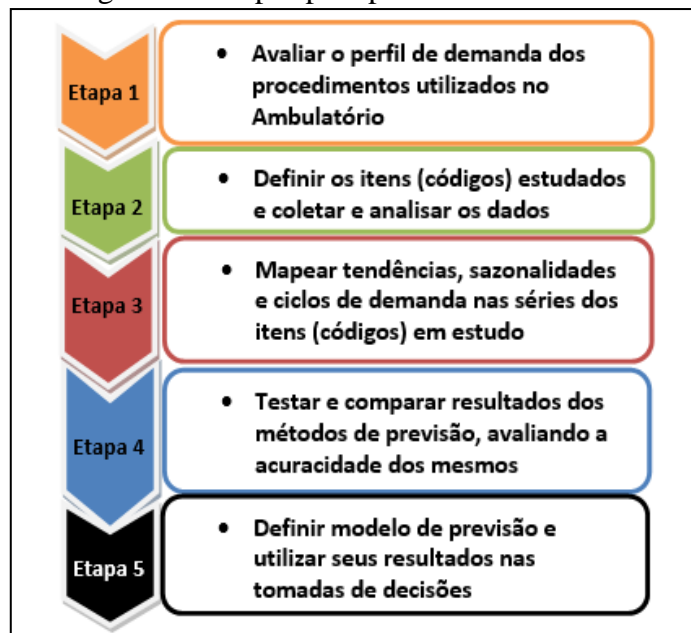
3.2 ETAPAS DO TRABALHO

Com fundamento no contexto descrito na seção 3.1 e alinhado aos objetivos específicos, o método de trabalho proposto é exposto na Figura 3. Observa-se que o método foi composto por cinco etapas.

Na primeira etapa o objetivo era analisar o perfil de demanda dos procedimentos ambulatoriais utilizados na área de Ginecologia e Obstetrícia do AMCE e que teriam volumes de consumos significantes nessa área de exames, envolvendo a seleção dos itens (códigos) de acordo com a indicação do coordenador do Ambulatório. Diante disso, os itens definidos e a serem estudados deveriam ter histórico de consumo suficiente para serem avaliados. Esses parâmetros foram utilizados neste estudo, evidenciando a importância desta etapa, pois os itens definidos foram estudados na realização do vigente trabalho. De fato, o histórico de consumo é a quantidade de meses necessários para elaboração do estudo.

A coleta de dados, etapa seguinte, foi realizada por meio da exportação de relatórios de dois sistemas. O GEHOS onde era utilizado até 30 de junho de 2015 e o sistema Tasy, o qual é utilizado atualmente na organização. Ademais, nessa etapa também foi feita uma avaliação de adequação dos dados aplicados, como por exemplo, se em um determinado período o consumo do item a ser estudado é zero, esse período deveria ser excluído da análise. Nessa etapa também foi definida a quantidade de períodos que seriam utilizados para o estudo, no qual a quantidade poderia variar entre 60 a 72 meses.

Figura 3 – Etapas para previsão de demanda



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Na terceira etapa já identificado os componentes da demanda, os dados coletados foram tabulados com auxílio do MS Excel®, versão 2013, e assim analisados visualmente com a plotagem de um gráfico. Em vista disso, foi possível à identificação de variáveis de tendência, sazonalidade e ciclo. Por conseguinte, foi possível identificar métodos mais adequados, ou ainda se havia necessidade de realizar-se combinações de previsões para obter a previsão de demanda mais exata, diante das variáveis identificadas e analisadas.

Visto que os componentes da demanda foram identificados e os melhores métodos para a série a ser estudada foram determinados, foi preciso realizar as previsões (etapa 4). Os dados foram analisados com o auxílio do software *IMB Statistical Package for Social Sciences 21*®, conhecido também como SPSS, utilizando os dados coletados.

Posteriormente a realização dessa última etapa, avaliou-se a acuracidade de cada modelo. A verificação de acuracidade foi feita em função dos erros gerados, por cálculo de acuracidade de elementos referências, MAE, MAPE e RMSE. Os cálculos de acuracidade comparam o valor previsto com os valores reais, e também foram realizados através do MS Excel®, versão 2013.

Mediante a comparação dos valores calculados e os reais, juntamente com a verificação da acuracidade obtida no modelo, foi possível definir o melhor método a ser utilizado para os itens (códigos) determinados. Ainda assim, a coleta e revisão dos dados devem ser constante, em função do abastecimento dos dados históricos, e com isso, a possível mudança no perfil das séries temporais por tendências, sazonalidades e ciclicidades. Portanto,

é de extrema importância a coleta de dados e a procedência das etapas do método com frequência para procedermos com a utilização do modelo de previsão definido ou alterar para um modelo mais adequado que mostre resultados nas tomadas de decisões estratégicas da organização.

3.3 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Este capítulo buscou expor de forma resumida o formato atual do cenário de realização do trabalho, descrevendo os procedimentos que são realizados na área de Ginecologia e Obstetrícia e que não há uma análise de demanda, e os impactos nos setores da organização. Como pôde ser verificado não existe nenhum método para avaliação, apresentado como problema. Propõe-se então, o estudo para a implementação de um modelo de previsão de demanda nestes procedimentos para auxiliar a organização nas análises globais e estratégicas, a partir dos resultados que foram avaliados.

4 APLICAÇÃO E ANÁLISE DA PROPOSTA DE TRABALHO

Esse capítulo apresenta o desenvolvimento da proposta por meio de um caso de análise. Também estão descritas as etapas desenvolvidas ao longo do trabalho, e ao final é possível debater aspectos positivos, negativos e as implicações gerenciais referentes ao uso de técnicas de previsão de demanda para os procedimentos no contexto *Health Care*.

4.1 DESCRIÇÃO DO CASO

Conforme descrito no capítulo três, a primeira etapa de trabalho, tem como propósito efetuar a avaliação do perfil de demanda dos procedimentos ambulatoriais utilizados no Ambulatório, desta maneira criando uma base de dados com o intuito de aplicar as técnicas de previsão de demanda. Os itens foram avaliados e, baseado na experiência do gestor do ambulatório, foram escolhidos itens que tem maior número de atendimentos e histórico de consumo suficientes para serem avaliados.

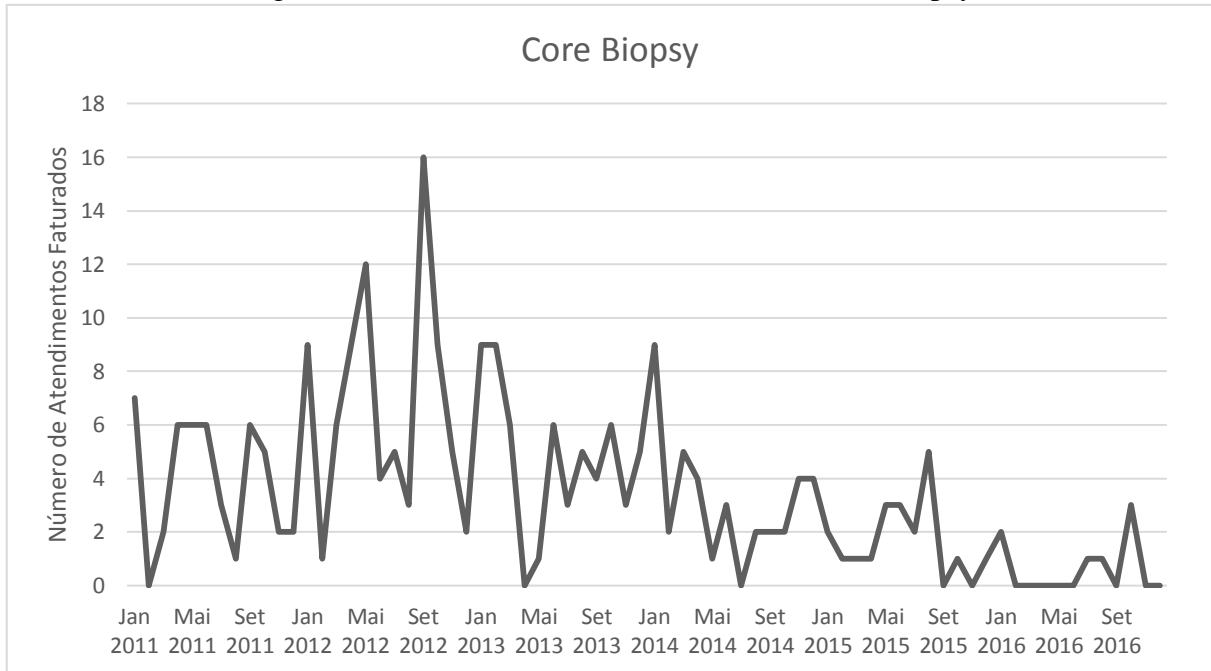
Diante disso, destacamos que o ambulatório pretende se inserir em novos projetos, bem como, novos negócios, como por exemplo, parcerias com planos de saúde. Para isso, é importante e necessário que se avalie de forma estratégica a previsão de procedimentos, pois esses procedimentos com maior número de atendimentos entrariam nos contratos a serem firmados com os planos de saúde.

Foram definidos cinco itens, denominados como Item A – Core Biopsy, Item B - Biópsia de Colo de Útero, Item C – Citopatológico, Item D – Colposcopia e Item E – Histeroscopia. Assim, com os itens escolhidos, os dados de consumo dos últimos seis anos foram coletados por meio de exportação de relatórios de dois sistemas, o GEHOS, onde era utilizado até 30 de junho de 2015 e o sistema Tasy, o qual é utilizado atualmente na organização. A verificação dos dados é de grande importância, afim de avaliar se os mesmos seriam adequados para a utilização no estudo. Os dados coletados foram inseridos em uma planilha do MS Excel® e plotados em gráficos, conforme as Figuras 4 a 8 para que a curva dos seus consumos fosse avaliada visualmente.

Destacamos que com à análise visual, foram avaliados os procedimentos citados no capítulo três que seriam estudados, porém alguns tiveram dados zerados na maior parte do período de análise, onde se constatou juntamente com o gestor do ambulatório, que isso decorre das baixas procuras para as realizações destes procedimentos, onde não foram registrados os dados de consumo. Mas lembra-se que o Ambulatório está apto para a

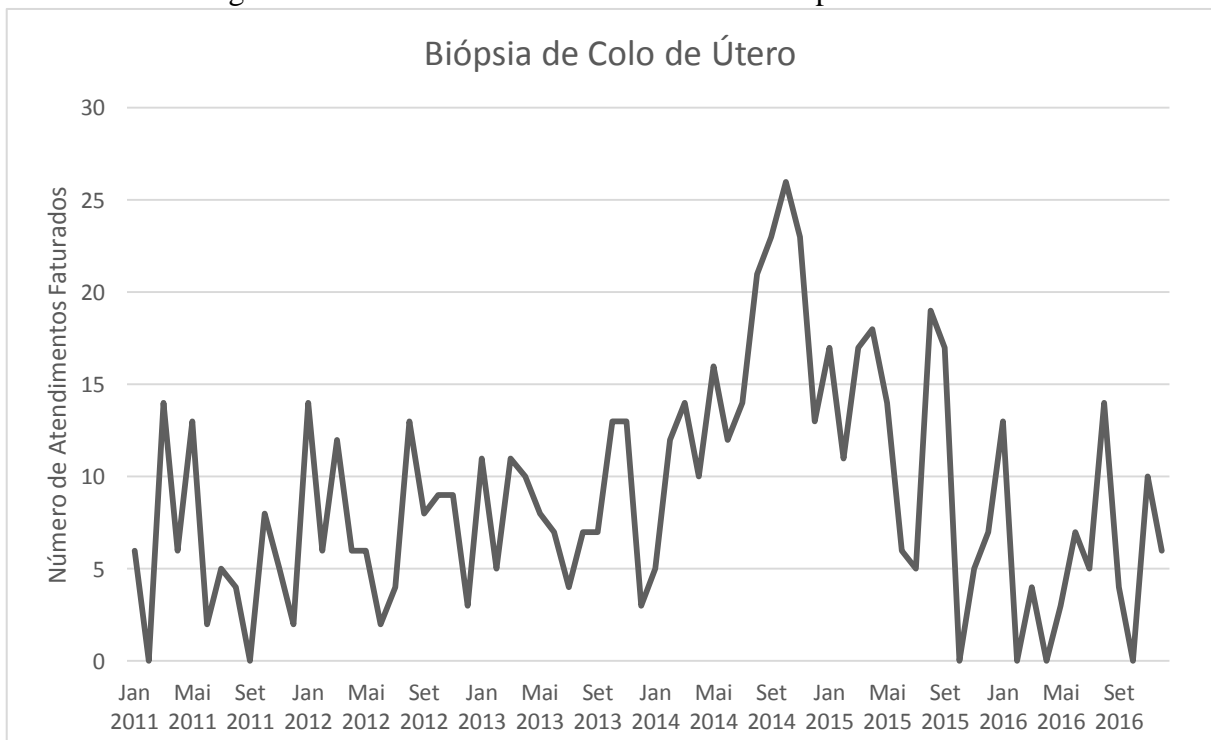
realização destes tipos de procedimentos. Portanto, estes cinco itens foram escolhidos por possuírem alta demanda de atendimentos e alto nível de representatividade financeira para a organização.

Figura 4 – Gráfico de consumo do Item A – Core Biopsy



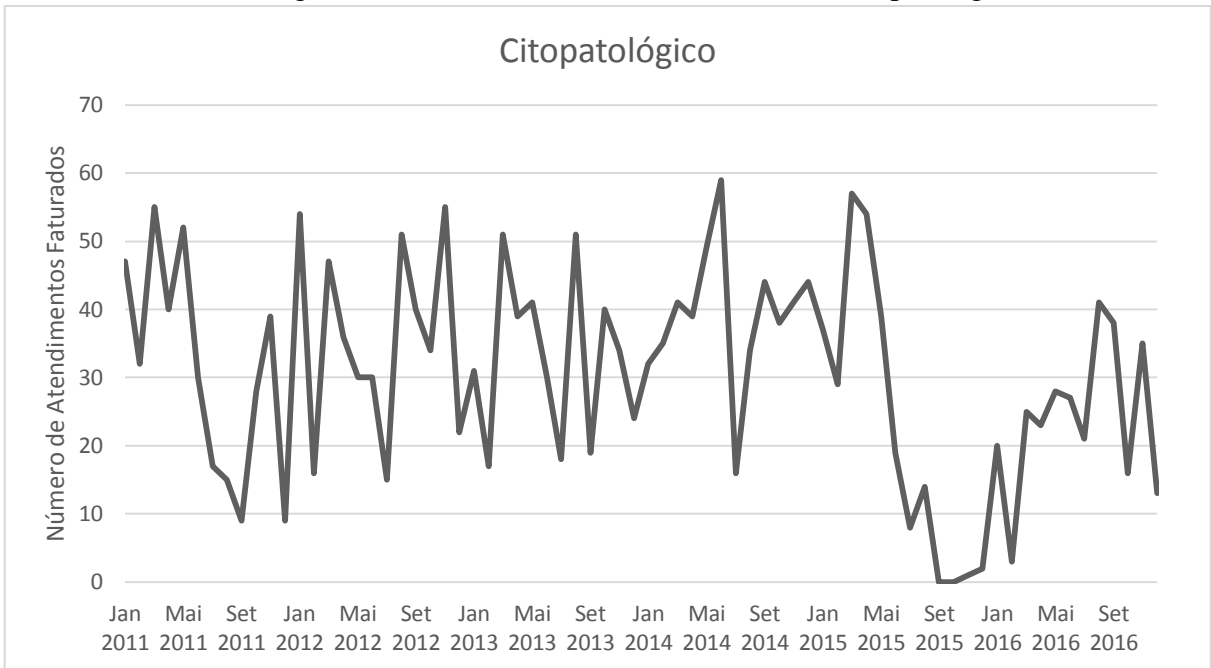
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 5 – Gráfico de consumo do Item B – Biópsia de Colo de Útero



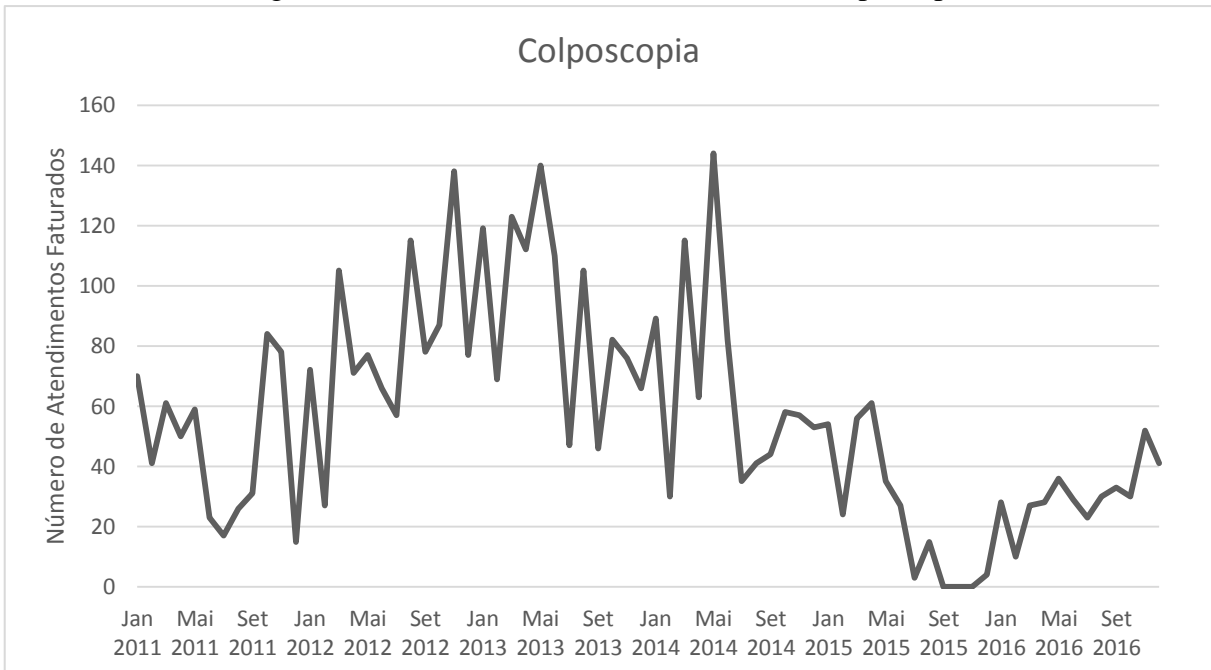
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 6 – Gráfico de consumo do Item C – Citopatológico



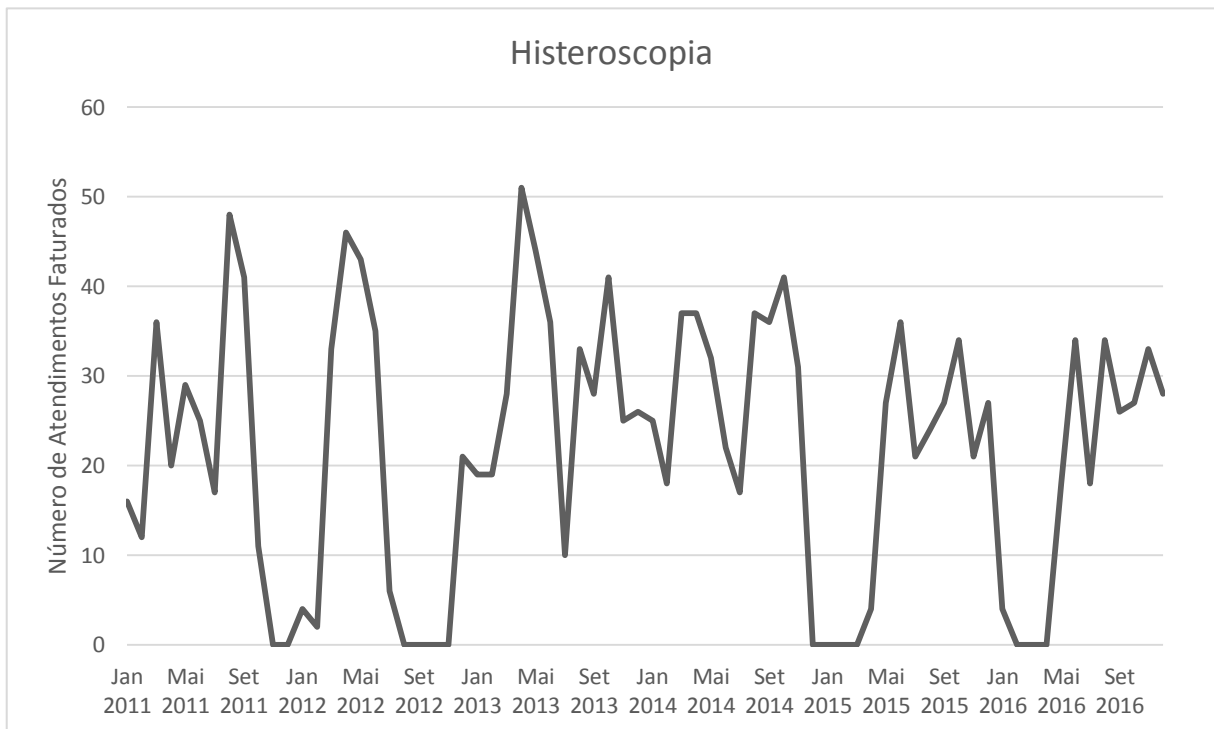
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 7 – Gráfico de consumo do Item D – Colposcopia



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 8 – Gráfico de consumo do Item E – Histeroscopia



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Na próxima etapa foram importados os dados das séries históricas de consumo no software SPSS® v.21. O próximo passo consistiu em estabelecer o tempo que seria considerado no software, para que o processamento fosse realizado conforme o período de tempo correto da série histórica. O tempo da série foi então definido como de seis anos, com seus setenta e dois períodos correspondentes aos doze meses de cada ano, distribuídas mensalmente (janeiro a dezembro) entre os anos de 2011 a 2016.

Na etapa seguinte, realizou-se o modelamento das séries temporais. O software possui uma opção chamada *Expert Modeler*, do menu *Analyze*. Através deste artifício, a própria ferramenta computacional realiza uma análise das séries temporais, eliminando métodos de previsão que, segundo seus critérios, não apresentam boa acuracidade de resposta. Por padrão, o software analisa diversos modelos de previsão de demanda possíveis, e traz como retorno ao usuário aquele método que apresenta a melhor aderência à demanda real. Entretanto, este artifício também pode ser parametrizado, permitindo que o usuário realize estudos específicos de determinados modelos que lhe interessam, conforme seu estudo de caso.

Para cada uma das séries foi aplicada à respectiva função, e identificado dois modelos de ajuste. O primeiro modelo foi configurado pelas regras de suavização exponencial e no segundo modelo foi configurado para realizar as previsões por meio de métodos ARIMA.

As equações aplicadas nessa modelagem seguem as referências e citações indicadas no Capítulo 2. O SPSS® v.21 gera um reporte composto por diversos dados, os quais podem ser incrementados ou resumidos de acordo com a preferência do usuário.

Diante disso, este trabalho é aplicado no comportamento exibido quanto ao modelo mais adequado dentro dos dois grupos delimitados (suavização exponencial e ARIMA), e ao gráfico que fornece a previsão com base no consumo analisado.

Na Tabela 1 mostra a previsão gerada pelo método de suavização exponencial que concluiu que os dois primeiros itens apresentam um comportamento aditivo de winters e os outros três apresentam um comportamento sazonal simples.

Tabela 1 – Descrição do modelo pelo método de suavização exponencial

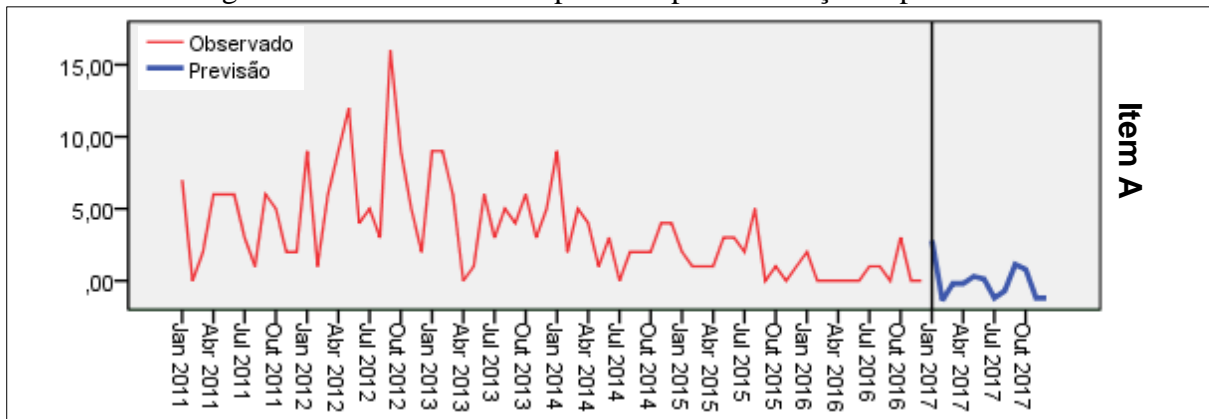
Item	Tipo de Modelo
A	Aditivo de Winters
B	Aditivo de Winters
C	Sazonal Simples
D	Sazonal Simples
E	Sazonal Simples

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A observação de dados e a resultante previsão de demanda por meio da suavização exponencial considerando os modelos aditivo de winters e sazonal simples, é demonstrada pelo gráfico, conforme Figura 9. Este gráfico representa o comportamento observado na série temporal (linha vermelha) e é seguido pela previsão gerada pelo software (linha azul).

Os dados completos dos comportamentos das séries dos cinco itens, tal como suas previsões conforme o modelo de suavização exponencial, são apresentados no Apêndice A. Salienta-se que se optou pela apresentação no Apêndice A, a fim de facilitar a leitura nessa seção de trabalho.

Figura 9 – Demanda Real e previsão por suavização exponencial



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Semelhante ao que foi descrito acima, foi configurado o software para gerar previsões por meio de modelos Autoregressivos Integrados de Médias Móveis, conhecidos como Modelos de Box-Jenkins ou somente ARIMA.

Neste contexto, o comportamento das séries foi descrito pelo recurso computacional conforme visto na Tabela 2. Por exemplo, o item A foi modelado considerando apenas a existência de sazonalidade simples, onde a série não é estacionária considerando-se o grau de diferenciação da série (d), ou seja, um modelo de médias móveis de ordem 1, com um nível de integração (0,1,1) e sem nenhuma ocorrência de um modelo totalmente sazonal (0,0,0).

Tabela 2 - Descrição do modelo pelo método ARIMA

Item	Tipo de Modelo
A	ARIMA (0,1,1) (0,0,0)
B	ARIMA (0,1,1) (0,0,1)
C	ARIMA (0,1,1) (0,0,1)
D	ARIMA (1,1,0) (1,0,0)
E	ARIMA (0,0,1) (0,0,1)

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Para o modelo ARIMA, foram gerados os mesmos gráficos que a figura 9, onde encontra-se no Apêndice B, para facilitar a leitura nesta seção.

O software gera uma previsão para cada mês da série temporal existente, com base no modelo matemático, ou seja, as informações geradas por ele não se limitam a previsões em períodos subsequentes aos da série histórica.

Será a partir dessa informação que será possível verificar a acuracidade do modelo, por meio da realização dos cálculos dos erros de previsão (indicadores) RMSE, MAPE e MAE, que serão discutidos posteriormente juntamente com outros dois modelos testados.

No Quadro 4 mostra uma abstração dos dados coletados e das previsões geradas pelo software para os itens. Os dados completos para todos os itens e previsões são apresentados no Apêndice C. Salienta-se que o procedimento de análise segue o mesmo padrão para todos os itens, como é apresentado na sequência e dessa forma se evita a repetição de muitas informações.

Quadro 4 – Previsões geradas pelo software

Dados da Série					Período Histórico		Previsões por Suavização Exponencial					Previsões por ARIMA					
Core_Biopsia_Citopatologica_Item_A	de_Colo_de_Uterio_Item_B	de_Citopatologica_Item_C	de_Colposcopia_Item_D	de_Histeroscopia_Item_E	YEA	MON_TH	DATE	Previsto_Core_Biopsy_Modelo_1_A	Previsto_Biopsia_de_Colo_de_Uterio_Modelo_1_A	Previsto_Citopatologico_Modelo_1_A	Previsto_Colposcopia_Modelo_1_A	Previsto_Histeroscopia_Modelo_1_A	Previsto_Core_Biopsy_Modelo_1_B	Previsto_Biopsia_de_Colo_de_Uterio_Modelo_1_B	Previsto_Citopatologico_Modelo_1_B	Previsto_Colposcopia_Modelo_1_B	Previsto_Histeroscopia_Modelo_1_B
7,00	6,00	47,00	70,00	16,00	2011	1	JAN 2011	6,81	7,54	45,88	66,13	16,00	22,00
0,00	0,00	32,00	41,00	12,00	2011	2	FEB 2011	2,68	1,59	31,61	29,18	13,17	6,94	6,02	46,81	70,00	19,61
2,00	14,00	55,00	61,00	36,00	2011	3	MAR 2011	3,31	7,29	55,80	81,58	25,83	3,37	2,76	38,41	57,86	18,40
6,00	6,00	40,00	50,00	20,00	2011	4	APR 2011	3,04	6,31	47,90	56,34	39,99	2,84	7,59	45,58	49,35	30,65

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Uma vez que os modelos temporais estavam definidos, os cálculos das previsões foram exportados a uma planilha eletrônica. Diante disso, além de verificar previsões por modelos individuais, o objetivo é descobrir se a combinação desses modelos impacta sobre os resultados. Desta forma, a combinação de previsões por pesos e combinação aritmética está sendo realizadas para cada um dos itens estudados, bem como os desvios de todas as previsões obtidas. De acordo com a literatura, a combinação por pesos e a média aritmética são boas opções para encontrar um melhor resultado do que propriamente os modelos individuais.

Conhecidos as previsões dos quatros modelos testados, foram elaborados os indicadores de acuracidade para verificar e justificar o modelo puro ou a combinação mais adequada para a análise da série de dados. Deste modo, foram calculados os indicadores RMSE, MAE e MAPE para cada um dos itens estudados. Diante disso, foi possível gerar um comparativo dos cálculos de acuracidade obtidos. O cálculo de acuracidade dos indicadores é apresentado nos Quadros 5 a 9 para os cinco itens em estudo, aos quais estão destacados os métodos que apresentaram menores desvios. Salienta-se que o modelo escolhido será aquele que apresentar pelo menos dois indicadores com o menor valor. Serão destacados em negrito em cada Tabela, os menores valores de cada indicador.

Quadro 5 – Indicadores de Acuracidade Item A

	Suavização Exponencial	ARIMA	Combinação por pesos	Combinação aritmética
RMSE	2,51	2,84	2,52	2,60
MAPE	56,23	58,57	55,72	55,33
MAE	1,84	2,06	1,84	1,90

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Quadro 6 – Indicadores de Acuracidade Item B

	Suavização Exponencial	ARIMA	Combinação por pesos	Combinação aritmética
RMSE	4,33	5,15	4,80	4,56
MAPE	40,96	48,63	44,80	42,24
MAE	3,49	4,05	3,82	3,66

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Quadro 7 – Indicadores de Acuracidade Item C

	Suavização Exponencial	ARIMA	Combinação por pesos	Combinação aritmética
RMSE	10,46	14,12	13,74	11,56
MAPE	53,64	61,53	59,82	53,26
MAE	8,62	12,07	11,76	9,89

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Quadro 8 – Indicadores de Acuracidade Item D

	Suavização Exponencial	ARIMA	Combinação por pesos	Combinação aritmética
RMSE	19,05	22,81	19,62	19,64
MAPE	39,00	44,83	38,06	38,10
MAE	14,98	16,37	14,44	14,45

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Quadro 9 – Indicadores de Acuracidade Item E

	Suavização Exponencial	ARIMA	Combinação por pesos	Combinação aritmética
RMSE	10,56	11,74	12,15	10,02
MAPE	37,65	48,28	50,52	36,78
MAE	8,20	9,65	10,05	7,75

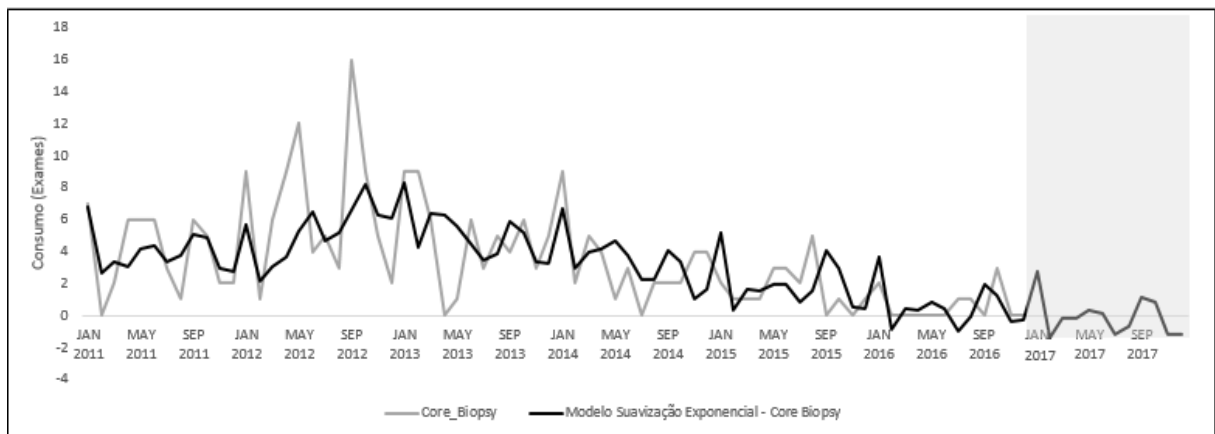
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Com a planilha dos cálculos de acuracidade de cada previsão, para cada item do estudo, observou-se que os resultados que obtiveram maior acurácia para os itens A, B e C foram os resultados do método de suavização exponencial. Contudo, para o item D o melhor método apresentado foi por combinação por pesos e para o item E, o resultado com menor desvio foi à combinação aritmética entre os métodos de suavização exponencial e ARIMA.

Sabendo-se qual método era o mais adequado para cada item em estudo, realizou-se a previsão para o ano de 2017, para os respectivos 12 meses, para os cinco itens em estudo.

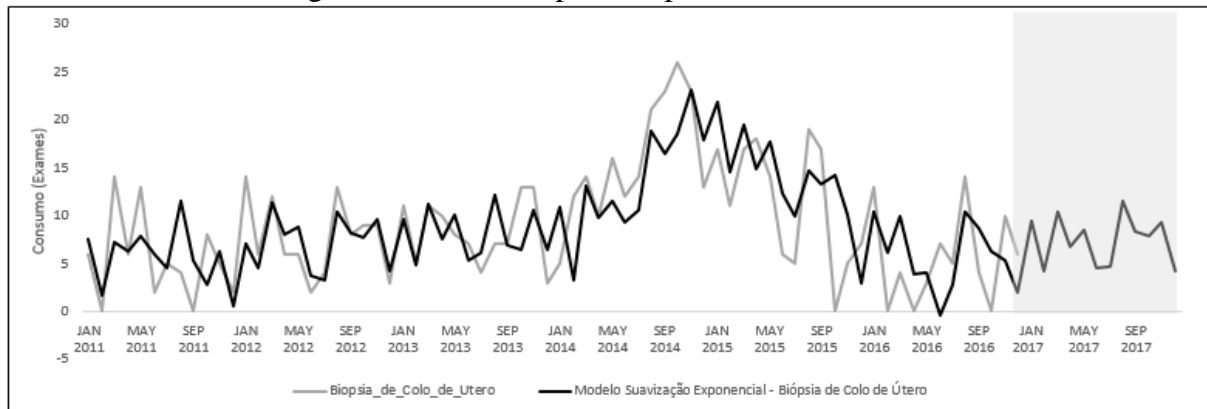
As Figuras 10 a 14 mostram a previsão para 2017 dos modelos escolhidos. Nas figuras está destacado a área em cinza, como sendo as previsões para o ano de 2017. E também se fez a comparação dos dados reais com os previstos, bem como a comparação da previsão mais adequada para cada item em estudo. As conclusões obtidas nessas comparações e a utilização destes resultados para melhorias na organização são apresentadas a seguir, na seção de análise do caso.

Figura 10 – Previsão para Core Biopsy



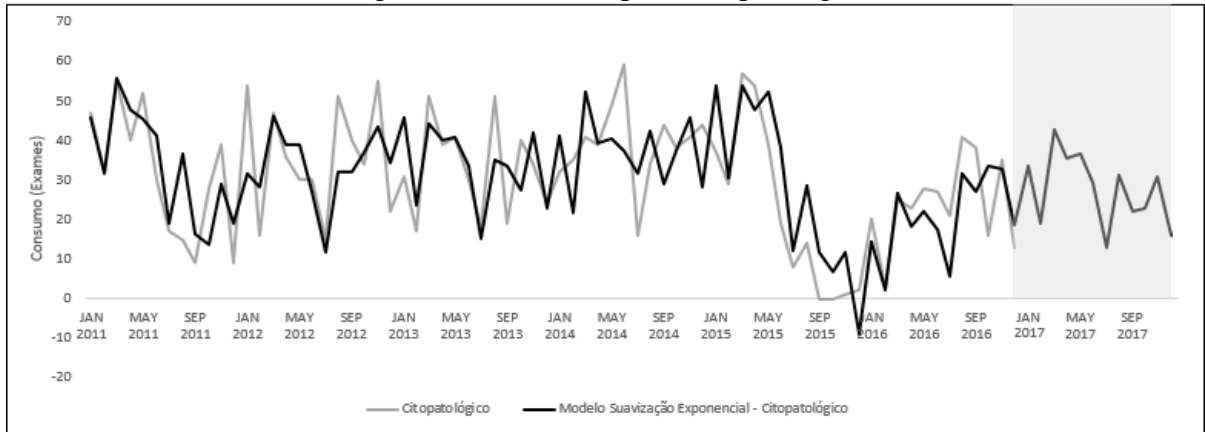
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 11 – Previsão para Biópsia de Colo de Útero



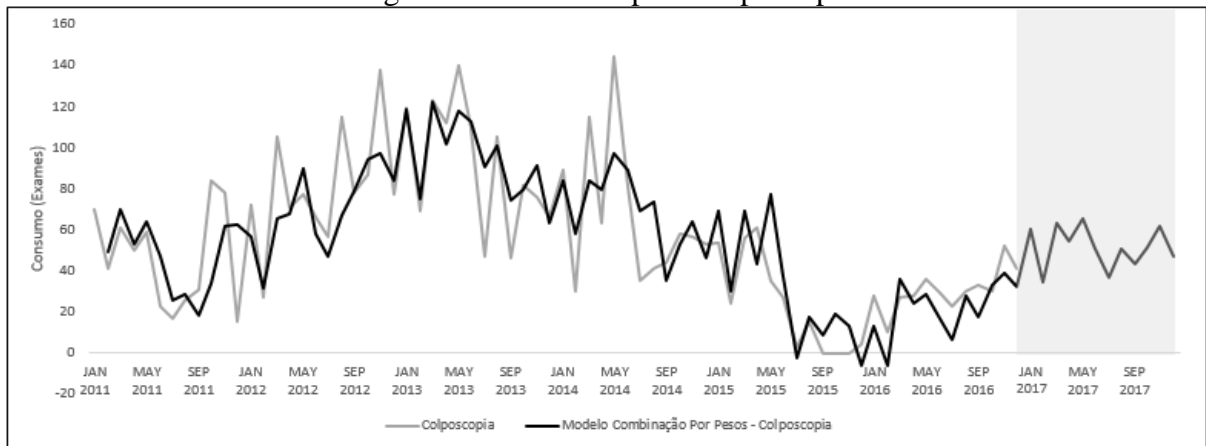
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 12 – Previsão para Citopatológico



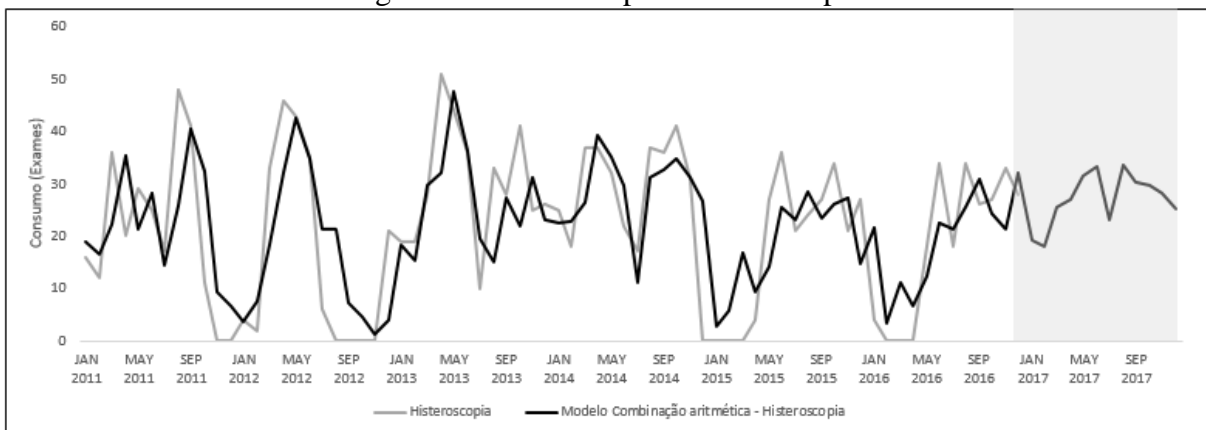
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 13 – Previsão para Colposcopia



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 14 – Previsão para Histeroscopia




Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

4.2 ANÁLISE DO CASO

Para fins de comparação de resultados obtidos no estudo, foram utilizados os dados dos meses de janeiro a novembro de 2017. Foram comparadas as previsões calculadas com um grupo de outras informações. A primeira são as quantidades efetivas de atendimentos (consultas), a segunda é a expectativa da gestão em relação aos atendimentos, ou seja, a previsão gerada tacitamente realizada pelo gestor (coordenador) do ambulatório. Salienta-se a importância dessa comparação, uma vez que mostra a efetividade da previsão no que diz respeito a compras e disponibilidade de insumos no estoque para a realização dos exames e procedimentos. Essas informações foram comparadas para cada um dos cinco itens em estudo.

Abaixo mostra-se no Quadro 10, um resumo que expõe as diferenças entre as três informações. Neste Quadro pode-se observar que tanto a previsão pelos métodos escolhidos, neste caso do Quadro 10, método de suavização exponencial e combinação aritmética, quanto a estimativa do gestor não coincidem com os valores reais absolutos. Porém quando é realizado uma análise da expectativa de gastos, percebe-se que a previsão gera uma economia bem interessante.

Quadro 10 – Comparativo da Previsão Com Valor Real e Valor Estimado Pelo Gestor

 UCS UNIVERSIDADE DE CASSIAS DO SUL	Cenários de Janeiro a Novembro de 2017				
	CORE BIOPSY	BIÓPSIA DE CÓLO DE ÚTERO	CITOPATOLÓGICO	COLPOSCOPIA	HISTEROSCOPIA
TOTAL DE ATENDIMENTOS					
Real	6	66	290	367	222
Estimado pela previsão	7	90	333	620	324
Valor estimado pelo gestor	10	120	400	680	400
CUSTOS DOS ATENDIMENTOS					
Custo unitário	R\$ 97,00	R\$ 18,33	R\$ 1,00	R\$ 3,38	R\$ 76,50
VALORES GASTOS					
Real	R\$ 582,00	R\$ 1.209,78	R\$ 290,00	R\$ 1.240,46	R\$ 16.983,00
Estimado pela previsão	R\$ 679,00	R\$ 1.649,70	R\$ 333,00	R\$ 2.095,60	R\$ 24.786,00
Valor estimado pelo gestor	R\$ 970,00	R\$ 2.199,60	R\$ 400,00	R\$ 2.298,40	R\$ 30.600,00
ERROS (EM VALORES)					
Com previsão	R\$ 97,00	R\$ 439,92	R\$ 43,00	R\$ 855,14	R\$ 7.803,00
Sem previsão	R\$ 388,00	R\$ 989,82	R\$ 110,00	R\$ 1.057,94	R\$ 13.617,00
ERROS (EM PERCENTUAIS)					
Com previsão	16,67%	36,36%	14,83%	68,94%	45,95%
Sem previsão	66,67%	81,82%	37,93%	85,29%	80,18%

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

As análises dos valores demonstram com clareza que na prática o uso da previsão para a programação permite obter ganhos econômicos, uma vez que há uma economia de 50% gerada para o item A, quando comparada a expectativa do gestor, 45% para o item B, 23% para o item C, 16% para o item D e 34% para o item E, em relação a essa mesma expectativa. Esses valores na prática concebem uma economia de R\$ 6.924,70.

Destaca-se que haveria essa redução citada acima para apenas cinco itens trabalhados na organização em duas especialidades, as quais Ginecologia e Obstetrícia (de um total de mais de 20 especialidades entre a realização de exames de diagnósticos, vacinas e curativos), contando também com uma média de 5 mil atendimentos mensais. Dessa maneira, caso exista uma replicação desses valores para os demais procedimentos do ambulatório, não há dúvidas sobre a necessidade de adotar os métodos de previsão de demanda para programar e gerir o ambulatório.

4.3 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS

A organização não utiliza nenhum método de previsão para programação e gestão de materiais e recursos. Conforme explicado anteriormente, as tomadas de decisões eram feitas por intuições e conhecimentos dos funcionários e gestor do ambulatório, onde o caminho a ser escolhido afetava diretamente os resultados de maneira positiva ou negativa. Contudo, com os dados obtidos no presente estudo, é possível identificar que a maneira intuitiva de prever as demandas utilizadas atualmente pela organização, ficam muito distantes das quantidades dos atendimentos realizados.

Em paralelo, outras análises poderiam ser pensadas, bem como, análises gerenciais, tal como, qual a quantidade de pessoas necessárias para a realização de cada procedimento estudado, ou seja, para o item A, B, C, D e E. Já que conhecido as demandas, e consequentemente os picos sazonais, torna-se mais simples de montar uma escala de técnicos, enfermeiros e médicos necessários para o período. Sendo assim, a economia gerada com a alocação de pessoas seria mais representativa, posto que atualmente os valores totais de gastos do ambulatório giram em torno de 60% em recursos humanos (pessoas) e 25% em insumos (materiais). Por questões de sigilo, infelizmente este trabalho não teve acesso as escalas e salários para estimar o volume dessa economia.

Relacionado a gestão *lean*, em termos de superprodução, temos a catalogação de medicamentos prevendo uso futuro, já em termos de defeitos, podemos relacionar a realização inadequada de exames, administração incorreta de medicamentos ou encaminhamento

equivocado de pacientes. Em termos de estoque, podemos elencar a possibilidade de trabalharmos com a redução excessiva de insumos ou equipe excessivamente alta para a demanda de tais procedimentos; em termos de transporte e movimentação excessivo, relaciona-se ao arranjo físico da estrutura do ambulatório realizado de maneira equivocada, em alguns casos de realização de exames e procedimentos, acaba resultando em grandes trajetos a serem percorridos com pacientes, insumos (medicamentos), médicos e equipe. E por fim, esperas, decorrente da demora no atendimento a pacientes na entrada, atrasos de resultados de exames e demora na alta de pacientes.

Outra aplicação possível associada a gestão *lean* dos ambientes de saúde, diz respeito à aplicação do conceito de nivelamento da produção. Efetivamente para esses procedimentos a carga de trabalho é totalmente dependente da demanda. A alocação das horas de professores-médicos é realizada pela expectativa de atendimentos do gestor do laboratório. Uma vez conhecidas essas informações da demanda, as horas semestrais para essas atividades poderiam ser redimensionadas.

Uma quarta prática que poderia ser implantada na organização, em questões de *lean healthcare*, é o *Kanban*, onde no ambiente do ambulatório, cada tarefa pode ser organizada em um cartão, que vai autorizar processos, movimentações e quantidades. Onde se torna útil na organização de estoques de materiais e medicamentos, para buscar a redução de desperdícios de superprodução e estoque, como utilizar cartões *Kanban* para organizar pedidos e demandas é uma atitude que, rapidamente irá reduzir custos correlatos.

Partindo ainda da prática do *Kanban*, um cartão *Kanban* pode conter informações como nome do medicamento, quantidade requisitada, setor de encaminhamento, entre outros. Além disso, é possível organizar esses cartões em um quadro de produção, no qual as tarefas podem ser divididas em “em espera”, “em andamento” e “realizadas”. Contudo, a ideia do *Kanban* de atividades e organização na sua execução é garantir que uma nova atividade é aberta somente quando a que está sendo realizada é terminada. Essa técnica garante um aumento da produtividade da equipe e, conseqüentemente, tem um impacto muito importante para os resultados da organização. Salienta-se que para cada caso é possível incluir uma organização secundária de prioridades e prazos, com cores, tamanhos e posicionamento dos cartões.

5. CONCLUSÃO

O objetivo desse estudo foi verificar se a implementação de um método de previsão de demanda é útil para um ambulatório que realiza prestação de serviços na Universidade de Caxias do Sul. De acordo com o objetivo geral, verificou-se que esta ferramenta se torna necessária como estratégia na gestão da organização, os resultados obtidos são importantes e geram resultados favoráveis à empresa. No entanto, é necessário rever a acurácia dos mesmos, por se referir de séries históricas que podem sofrer diversas influências, assim como o método utilizado para cada série de dados.

Para tanto o trabalho foi organizado por meio de seis objetivos específicos. O primeiro deles, foi realizar a avaliação do perfil de demanda dos procedimentos utilizados na empresa. Diante disso, pode-se dizer que foi cumprido em sua totalidade. A verificação dos perfis de demanda dos itens se deu pela análise das séries históricas dos dados de cada procedimento estudado, sendo possível a realização de um levantamento de consumos em cada procedimento. Desse modo, o segundo objetivo específico, que se refere à definição dos itens para o estudo, também foi atingido.

O terceiro objetivo, que trata do mapeamento dos componentes de tendências, sazonalidades e ciclos de demanda nas séries temporais dos itens avaliados no presente estudo, verificou-se que através da análise do perfil da demanda permitiu que fossem constatados picos sazonais, tendências e ciclos ao longo do tempo.

O quarto objetivo, que diz respeito da testagem e comparação de diferentes métodos quantitativos de previsão de demanda para os itens em estudo, foi elaborado com auxílio do SPSS. O SPSS define automaticamente os melhores métodos para as séries de dados utilizadas e realiza cálculos de tais métodos, gerando previsões puras, suavização exponencial e ARIMA. Já com as planilhas realizadas no MS Excel®, foi possível efetuar previsões combinadas, pelos métodos e combinação por pesos e combinação aritmética. Posterior a isso, o cálculo de acuracidade dos métodos propostos foi realizado, para efetuar a comparação do método. Onde este foi calculado para todos os modelos e itens do estudo, cumprindo o quinto objetivo proposto neste trabalho.

O sexto e último objetivo, que é a determinação da técnica de previsão mais adequada, refere-se a escolha do melhor método para cada item estudado. Dentre os cinco itens em estudo, o método de suavização exponencial foi o que mais se adequou a três destes, enquanto dois destes o método de combinação por pesos e por combinação aritmética mostrou-se mais eficaz. Porém, essa definição da sistemática de previsão de demanda não se limita

somente a estes cinco itens. Essa definição é para atender outras situações na organização em estudo, onde já está em andamento o trabalho na empresa. Os resultados obtidos são necessários e importantes, porém atualmente são muitos itens ativos contando todas as especialidades. Entretanto, o objetivo do gestor do ambulatório é utilizar o método aqui proposto para as demais famílias de itens (códigos) dos procedimentos utilizados na organização, de forma sucessiva até atingir a sua totalidade dos itens distribuídos.

Com base na realização desse trabalho é possível evidenciar que como qualquer implementação de previsão de demanda os dados deverão ser revisados assim como os resultados dos modelos. Cada item ao qual se quer utilizar o método de previsão, deve ser realizado um estudo, para a escolha do melhor modelo. Do mesmo modo, é importante salientar que a análise deve ser feita por um profissional que entenda do mercado e da empresa, pois constantemente estes métodos devem ser reavaliados, isso por se tratarem de dados históricos que sofrem alterações de consumo com o passar dos meses, por não se tratarem de variáveis definidas, pode ser que o método escolhido em um momento não tenha mais a melhor acurácia com o passar do tempo.

Outro aspecto importante de ressaltar, é com a realização deste trabalho é possível verificar que novos estudos podem ser realizados para refinar os resultados encontrados, como por exemplo, poderia utilizar o uso sistemático do MRP substituindo o valor da previsão atual, por um cálculo robusto de séries temporais. Sendo assim, o ambulatório obteria as compras ajustadas com a demanda do setor de atendimento de pacientes e, conseqüente, menores investimentos em estoques.

Dessa forma viabiliza-se como estudos futuros a criação de um fluxo de informação focando na maior integração e comunicação entre as áreas funcionais da organização, como vendas, financeiro, engenharia e compras, devido a maior credibilidade da previsão geraria uma redução em erros devidos a falta de comunicação, ou do conhecimento da melhor forma de agir em relação a problemas cotidianos evidenciados na organização diariamente.

Por fim, o presente trabalho alcançou o objetivo proposto e proporcionou para a autora do trabalho um conhecimento na prestação de serviços hospitalares e no conceito de *lean healthcare*. Também proporcionou para a coordenação do ambulatório o real conhecimento da existência de aplicação de modelo de previsão de demanda relacionados aos procedimentos de Ginecologia e Obstetrícia, e por consequência a exatidão de direcionar esses resultados para a redução dos custos, bem como o aumento da lucratividade e um melhor gerenciamento da organização.

REFERÊNCIAS

AMCE - Ambulatório Central. **Coordenação do AMCE**. 2017.

BATISTA, Fábio Barbosa et al. Previsão da Demanda de Materiais na Terapia Renal substitutiva – Hemodiálise, do Hospital São José do Avaí, Itaperuna – RJ. **Revista Acta Biomedica Brasiliensia**, São Paulo, v. 5, n. 1, p.80-91, jun. 2014.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOX, G. E. P; JENKINS, G. M; REINSEL, G. C. **Time series analysis. Forecasting and control**. 4. ed. New Jersey: John Wiley and Sons, 2008.

BRASIL, Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 de set. 1990. p. 18055. Disponível em:<<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=20/09/1990&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=176>> Acesso em: 11 mai. 2017.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2006.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

CHOPRA, S; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos, estratégia, planejamento e operação**. 4. Ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2010.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DRUCKER, Peter F. The discipline of innovation. Boston: Harvard Business Review, v. 79, n. 6, p. 149-159, nov. /dez. 1998.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. K. **Administração de produção e operações**. 8.ed. São Paulo: Pearson, 2009.

LEMOS, F. O. **Metodologia para seleção de métodos de previsão de demanda**. 2006. 183 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MAHOLTRA, M. K; RITZMAN, L. P; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da produção e operações**. 8. Ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2008.

MANCUSO, Aline Castello Branco; WERNER, Liane. Estudo dos métodos de previsão de demanda aplicado em uma empresa de auditorias médicas. **Revista Ingeniería Industrial**, Concepción, Chile, v. 1, n. 13, p.99-111, 2014.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2.ed., rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

PAIVA, M. H. P.; NEGRÃO, L. L. L. Análise de métodos de previsão de demanda: aplicação na indústria cerâmica. **Anais... XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Curitiba, 2014.

PELLEGRINI, F. & FOGLIATTO, F. Estudo Comparativo entre os Modelos de Winters e de Box-Jenkins para Previsão de Demanda Sazonal. **Produto & Produção**. V. 4, n. especial, abril 2000, p. 72-85.

PELLEGRINI, F. R. **Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda**. 2000. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de

Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

PELLEGRINI, F. R.; FOGLIATTO, F.S. **Passos para implantação de Sistemas de Previsão de Demanda – Técnicas e Estudo de Caso**. Revista Produção, São Paulo, v.11, n. 1, p. 43-64, jan./jun. 2001.

QUEIROZ, A. A. & CAVALHEIRO, D.. *Método de previsão de demanda e detecção de sazonalidade para o planejamento da produção de indústrias de alimentos*. XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003, P. 1-8.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

TEIXEIRA, J. A. J. **Metodologia para Implementação de um Sistema de Gestão de Estoques Baseado em Previsão de Demanda**, 2004. 142 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL. **Ambulatório Central**. Disponível em: <<http://www.ucs.br/site/tourvirtual/unidades/detalhe/22/ambulatorio-central>>. Acesso em: 24 mar. 2017.

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL. **Institucional**. Disponível em: <<http://www.ucs.br/site/institucional/>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

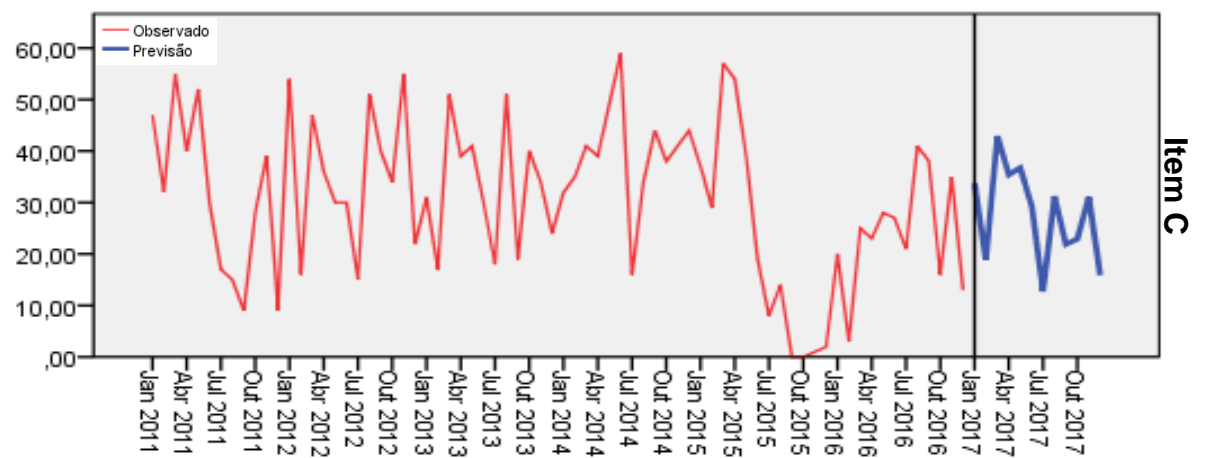
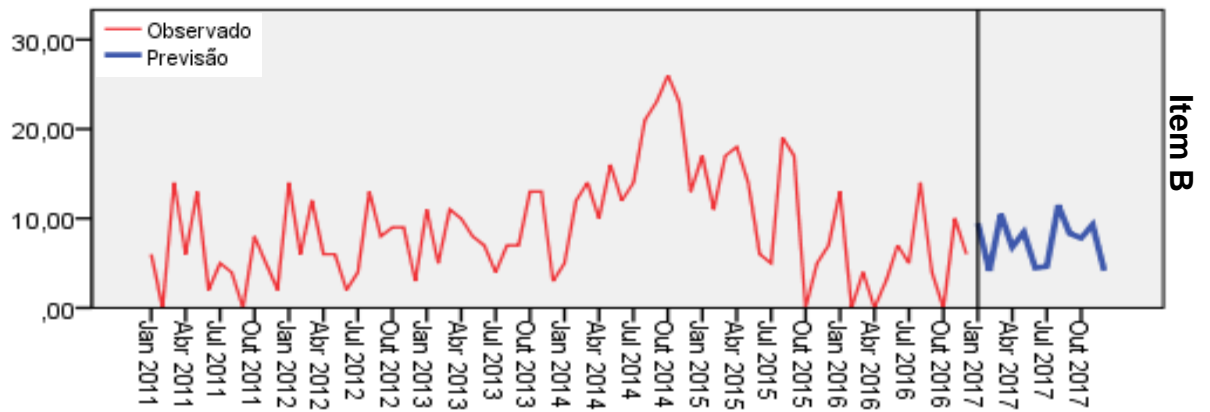
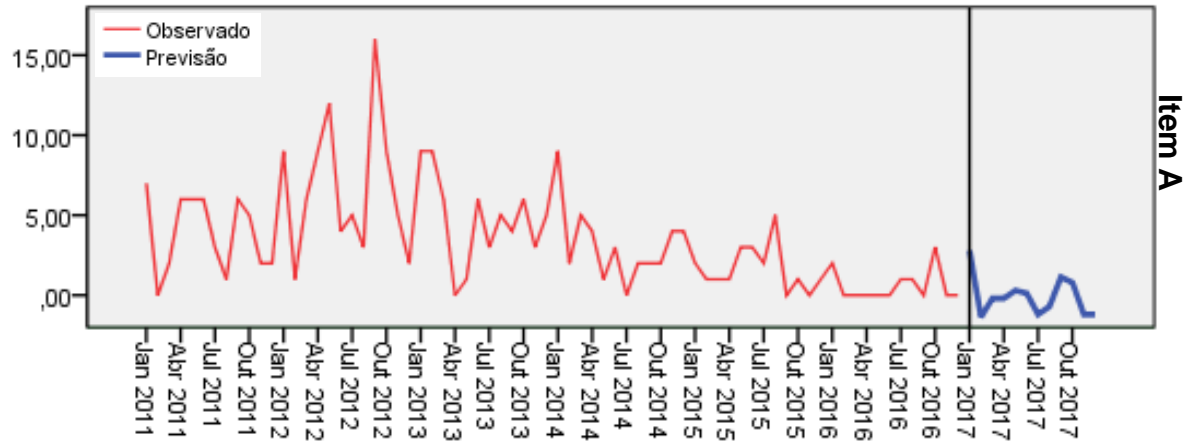
WANG, Fu-Kwun., and CHANG, Ku-Kuang. Adaptive neuro-fuzzy inference system for combined forecasts in a panel manufacturer. **Expert Systems with Applications**, 2010, vol. 37, p. 8119-8126.

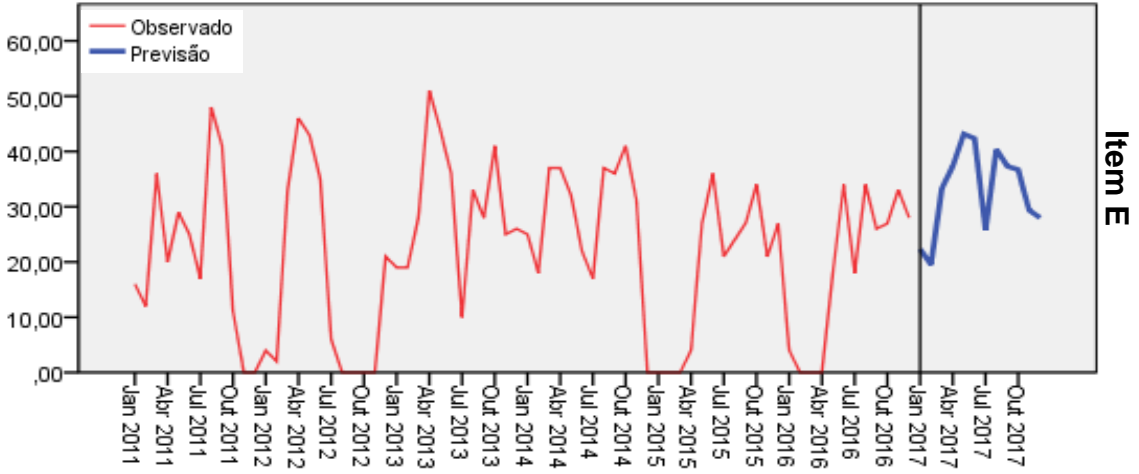
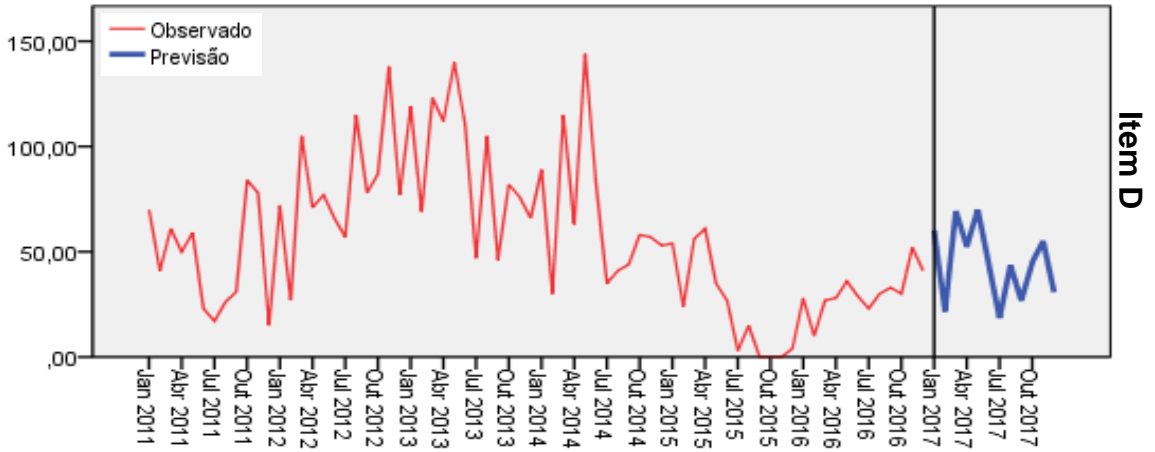
WERNER, L; RIBEIRO J. L. D. Previsão de Demanda: Uma aplicação dos Modelos Box-Jenkins na Área de Assistência Técnica de Computadores Pessoais. **Revista Gestão e Produção**. v. 10, n. 1, p. 47-67, 2003.

WERNER, L. Um modelo composto para realizar previsão de demanda através da integração da combinação de previsões e do ajuste baseado em opinião. 2004. 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

YIN, Robert K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICE A – PREVISÃO PELO MODELO DE SUAUIZAÇÃO EXPONENCIAL





APÊNDICE B – PREVISÃO PELO MODELO ARIMA

