

Políticas de gestão de inventário para farmácias comunitárias

Luís Miguel Varajão Gonçalves

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Mário Amorim Lopes



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2020-09-21

Resumo

A economia atual encontra-se cada vez mais competitiva devido ao aumento do número de empresas e à globalização das mesmas. Neste sentido advém a necessidade de otimização dos recursos disponíveis e a definição de processos mais eficientes e eficazes para a redução dos custos das organizações permitindo assim um aumento significativo do nível de serviço prestado ao cliente. Um fator importante para o aumento da competitividade no seio das empresas prende-se com a execução de um planeamento rigoroso e antecipado.

No caso das farmácias comunitárias, o comportamento a adotar passa pela minimização de produto em despensa sem abdicar da satisfação das necessidades do cliente.

Deste modo, esta dissertação, com a utilização de métodos de previsão, pretende efetuar uma análise da previsão dos consumos com o intuito de verificar qual o modelo mais conveniente. Assim, para além da utilização de um método concebido, denominado de “Método Utilizado”, são utilizados métodos de previsão de amortecimento exponencial e médias móveis para a previsão dos consumos. Após desenvolvimento dos mesmos, constata-se que os modelos que apresentam melhores resultados são os de amortecimento exponencial e médias móveis.

O outro objetivo a analisar no âmbito desta dissertação passa pela análise da implementação de um modelo de gestão de inventário em duas farmácias entre 1 de novembro de 2019 e 29 de fevereiro de 2020 para alguns artigos de maior importância. Esta situação surge pelo facto de as farmácias em questão até à data da aplicação apresentarem um nível de elevado de produto em inventário (em que 96% dos custos totais estão associados a custos de posse), pela constante solicitação de produtos à entidade distribuidora, fazendo com que esta, por vezes, se tivesse que deslocar às farmácias de forma bidirecional para suprimir as necessidades dos clientes. Assim, com a aplicação deste modelo de gestão de inventário atesta-se uma redução média de 35 % nas quantidades de produto em *stock* em 9 produtos e uma redução dos custos totais em pelo menos 8 dos 10 produtos.

De seguida, com o intuito de efetuar uma melhoria do modelo implementado, é avaliada a implementação de um modelo periódico (R, S). Para além desta questão, utilizam-se os métodos de previsão de procura mencionados anteriormente nos modelos de gestão de inventário selecionados, é testada a aplicação de duas janelas rolantes e são otimizados os índices utilizados pelo “Método Utilizado” para previsão da procura, e verificam-se os custos associados para cada artigo selecionado. Deste modo constatou-se que não existe um modelo e método de previsão evidente universal para todos os produtos. Outra questão a referir é que o modelo de gestão de inventário a selecionar tem maior influência nos custos totais que o método de previsão em questão.

Posteriormente, são analisados alguns indicadores de desempenho do modelo de gestão de inventário em que se conclui que anteriormente o modelo se encontrava mal dimensionado e que em relação ao modelo atual ainda existe espaço para melhoria.

Por fim, é efetuado um estudo em como o nível de serviço e os custos unitários de posse e de aprovisionamento afetam o custo total do modelo de gestão de inventário. Tendo em conta o efeito provocado pela propagação do novo coronavírus SARS-CoV-2, é selecionado um produto de desinfeção em que se observa um aumento do consumo em relação ao período numa razão de 10 e é feita uma breve análise ao comportamento do modelo em que se verifica a satisfação das necessidades dos clientes.

Palavras-chave: Modelo de gestão de inventário, Métodos de previsão, Procura, Indicadores de desempenho, *Stocks*, Farmácias

Inventory management policies for pharmacy retailers

Abstract

The current economy has increased its competitiveness due to the increase in the number of companies and their globalization. Thus, there is a need to optimize the resources and to define more efficient and effective processes to reduce the costs of organizations which leads to a significant increase in the service level provided to the customer. An important factor to increase competitiveness within companies is the execution of rigorous and advanced planning.

In the case of the community pharmacies' industry, the major objective is to minimize the quantity of each product in inventory without reducing the customer' satisfaction.

Thus, this dissertation, using forecasting methods, has the intention of analyzing the consumption forecast to verify which model is more convenient. Thus, in with the use of a created method, called "Método Utilizado", exponential smoothing and moving averages forecasting methods are used to forecast demand. After their development, the conclusion is that the models that present the best results are those with exponential smoothing and moving averages.

The other aim of this dissertation is the analysis of implementing an inventory management model in two pharmacies between 1 of November of 2019 and 29 of February of 2020 for products that represent the highest amount of sales. This situation arises from the fact that the pharmacies in question until the date of application have a high level of product in inventory (where 96% of the total costs are holding costs), and a constant request of products to the distributor, which reports the need of moving to the pharmacy twice a day to suppress customers' needs. Thus, with the application of this inventory management model, for 9 products it is visible an average reduction of 35% of the quantities in stock and a reduction of the total costs in at least 8 of 10 products.

Then, to improve the implemented model, it was evaluated the implementation of a periodic model (R, S). Besides this question, there are used the forecasting methods mentioned above in defined inventory management models. It is also tested the application of two rotating windows and are optimized the indices used by the "Método Utilizado" for forecasting acquisitions and then there are verified the costs associated with each selected item. After that, it was observed that there is no universal forecasting method and inventory management model for all the products. Another issue that is relevant to mention is that the inventory management model to be selected has a greater influence on total costs than the forecast method.

Subsequently, some performance indicators of the inventory management model were analyzed and it was concluded that previously the model was poorly dimensioned and the current model still has room for improvement.

Finally, it was analyzed how the service level, the single holding and setup costs affect the global costs. Because of the spread of the new SARS-CoV-2 coronavirus, a disinfection product was selected in which was observed an increase in consumption by a ratio of 10. After that, it is observed how the model reacted to the increasing in consumption and it was verified that it satisfied the needs of the costumers.

Keywords: Inventory management model, Forecasting methods, Forecasting, Key performance indicator, Stocks, Pharmacies

Agradecimentos

Na realização desta dissertação tive a oportunidade de ter o apoio de muitas pessoas e instituições a quem deixo um agradecimento.

Agradeço ao meu orientador Mário Amorim Lopes pelo acompanhamento e disponibilidade ao longo deste período.

Ao Gonçalo Figueira pela extrema disponibilidade e flexibilidade sempre que necessário e pelo acompanhamento em períodos mais conturbados.

Um especial obrigado ao Tiago Batista Abreu, que me começou a acompanhar já numa fase avançada da dissertação e teve um papel fundamental na realização na mesma. Agradeço pelo constante apoio e preocupação.

Os maiores agradecimentos possíveis ao meu pai, à minha mãe, ao meu “Bô” e à minha avó que sempre me acompanharam e zelaram pela minha educação e desenvolvimento como pessoa.

Um abraço muito forte a todos os meus amigos e amigas que me marcaram e que sempre me apoiaram e contribuíram quer a nível educacional quer a nível relacional para o cumprimento desta etapa.

A todos meus professores que tiveram impacto na minha formação.

Deixo um obrigado também a todos os membros da comunidade da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, do Instituto Superior de Engenharia do Porto e do INESC TEC.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento atual	1
1.2	Objetivos do projeto	1
1.3	Metodologia.....	2
1.4	Estrutura da dissertação	2
2	Enquadramento teórico	3
2.1	Gestão de <i>stocks</i>	3
2.2	Análise ABC/XYZ	12
2.3	Previsão da procura	14
2.4	Avaliação dos métodos de previsão.....	18
3	Caraterização do problema e metodologia aplicada.....	21
3.1	Levantamento e análise de dados	21
3.2	Classificação e seleção dos produtos	21
3.3	Estado pré-implementação	22
3.4	Previsão da procura	24
3.5	Aplicação de uma janela rolante	26
3.6	Otimização da previsão do “Método Utilizado”	26
3.7	Modelos de gestão de inventário	26
3.8	Custos globais associados.....	27
4	Apresentação e análise de resultados	29
4.1	Análise séries temporais	29
4.2	Previsão da procura	30
4.3	Estabelecimento e seleção do modelo mais adequado	34
4.4	Impacto do novo coronavírus SARS-CoV-2	48
5	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro.....	50
	Referências	52
	ANEXO A: Quantidades de produto em <i>stock</i> pré-implementação em função do produto	53
	ANEXO B: Tabela para cálculo de coeficiente de correlação.....	56
	ANEXO C: Gráficos de análise de tendência dos produtos.....	57
	ANEXO D: Gráficos e indicadores de procura dos produtos para diferentes horizontes temporais.....	59
	ANEXO E: Diagramas de caixa de indicadores dos métodos de previsão	71
	ANEXO F: Quantidades de produto em <i>stock</i> em função do método de previsão e do modelo de gestão de inventário para cada produto	73
	ANEXO G: Previsão e indicadores de várias janelas rolantes para determinado produto	80

Índice de Figuras

Figura 1 – Curva do custo total (Silver, Pyke, & Thomas, 2017)-----	5
Figura 2- Custos em função da quantidade a encomendar (Vasconcelos, 1991) -----	6
Figura 3 – Variação do inventário em função do tempo com política de revisão (s, Q) (Silver, Pyke, & Thomas, 2017)-----	8
Figura 4 - Variação do inventário em função do tempo com política de revisão (s, S) (Silver, Pyke, & Thomas, 2017)-----	8
Figura 5 - Variação do inventário em função do tempo com política de revisão (R, S) (Silver, Pyke, & Thomas, 2017)-----	9
Figura 6 - Variação do inventário em função do tempo com política de revisão (R, s. S) (Chris Caplice, 2009)-----	10
Figura 7 - Variação do inventário em função do tempo com política de revisão (R, s. Q) (Chris Caplice, 2009)-----	11
Figura 8 – Curva ABC (Reis, 2008)-----	13
Figura 9 – Cinco fases para estabelecimento de uma previsão (Spyros G. Makridakis) -----	15
Figura 10 – Tendência crescente numa série temporal (Vasconcelos B. J., 1991) -----	15
Figura 11 – Efeito sazonal numa série temporal (Vasconcelos B. J., 1991)-----	16
Figura 12 – Variações cíclicas numa série temporal-----	16
Figura 13 – Curva ABC-----	22
Figura 14 – Quantidade de produto em <i>stock</i> para o produto “TROMALYT 150 MG CAP.LM X28” entre 2 de janeiro de 2017 e 29 de fevereiro de 2020-----	23
Figura 15- Quantidade de produto em <i>stock</i> para o produto “JANUMET 1000 MG 50 COMP.REV P X56” na farmácia Y entre 2 de janeiro de 2017 e 29 de fevereiro de 2020 ---	23
Figura 16 – Consumos para o produto “TROMALYT 150 MG CAP.LM X28” e coeficiente de correlação-----	29
Figura 17 – Previsão e indicadores da procura diária para vários métodos-----	30
Figura 18 - Previsão e indicadores da procura semanal para vários métodos para o produto “TROMALYT 150 MG CAP.LM X28”-----	33
Figura 19 - Previsão e indicadores da procura mensal para vários métodos para o produto “TROMALYT 150 MG CAP.LM X28”-----	33
Figura 20 – Quantidade de produto de <i>stock</i> para o modelo (R, s, Q) para vários métodos de previsão para o produto “TROMALYT 150 MG CAP.LM X28” -----	34
Figura 21 – Previsão procura e valor real para vários métodos para o produto “SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG -----	36
Figura 22 – Previsão e indicadores para procura diária de várias janelas rolantes para o produto “TROMALYT 150 MG CAP.LM X28” -----	38
Figura 23 – Valores ótimos para cada previsão de cada produto -----	40
Figura 24 – Valores ótimos e valor estimado para cada indicador-----	40
Figura 25 – Custos para o método de previsão atual para cada produto -----	40
Figura 26 – Custos para o método de previsão global ótimo para cada produto-----	40

Figura 27 - Custos para o método de previsão global ótimo para cada produto com janela rolante-----	41
Figura 28 – Custos totais em função do nível de serviço para cada produto -----	41
Figura 29 – Nível de serviço em função do custo total para vários produtos -----	42
Figura 30 - Nível de serviço em função do custo total para o primeiro tipo de artigos -----	42
Figura 31 – Custos totais para cada produto em função da variação dos custos unitários de aprovisionamento e de posse -----	43
Figura 32 – Variação do custo unitário de provisionamento em função do custo total-----	44
Figura 33 – Variação do custo unitário de posse em função do custo total-----	44
Figura 34 – Quantidade de produto em <i>stock</i> após implementação do modelo de gestão-----	45
Figura 35 – Consumo mensal do produto “HOLONBASIC ALCOOL ETILICO SANITARIO 96% 250 ML” para períodos homólogos -----	48
Figura 36 – Quantidade do produto “HOLONBASIC ALCOOL ETILICO SANITARIO 96% 250 ML” em <i>stock</i> entre 2017 e 2020-----	49

Índice de Tabelas

Tabela 1- Sistemas de controlo de <i>stocks</i> (Silva, 2013)	7
Tabela 2 – Matriz ABC/XYZ	14
Tabela 3 – Métodos de previsão em função das características de série temporal (Bertolo).....	17
Tabela 4 – Identificação dos artigos selecionados e respetivas características	22
Tabela 5 – Custos de posse e de encomenda e percentagem dos custos de posse em relação aos custos totais para cada produto.....	24
Tabela 6 – Custos unitários de posse e aprovisionamento em função do artigo e da farmácia	27
Tabela 7 – Tipo de tendência e sazonalidade para produtos selecionados	30
Tabela 8 – Indicadores obtidos em função de artigo e método de previsão para farmácia X ..	31
Tabela 9 - Indicadores obtidos em função de artigo e método de previsão para farmácia Y ...	32
Tabela 10 – Custos totais em função do método de previsão e modelo para cada produto para a farmácia X.....	35
Tabela 11 - Custos totais em função do método de previsão e modelo para cada produto para a farmácia Y	37
Tabela 12 – Custos totais para determinado artigo em função da janela rolante	39
Tabela 13 – Custos teóricos e reais e nível de serviço teórico e real para cada produto para farmácia X	42
Tabela 14 – Custos teóricos e reais e nível de serviço teórico e real para cada produto para farmácia Y	43
Tabela 15 – Comparação entre <i>stocks</i> e redução do nível de <i>stock</i> para cada produto	45
Tabela 16 – Comparação de taxa de cobertura e rotação para cada produto para farmácia X.	46
Tabela 17 - Comparação de taxa de cobertura e rotação para cada produto para farmácia Y .	46
Tabela 18 – Antes e depois dos custos globais para cada produto	47

1 Introdução

O presente relatório é realizado no âmbito da dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e surge com o intuito de efetuar uma gestão integrada do inventário de duas farmácias comunitárias.

Neste capítulo é inicialmente realizada a apresentação do problema em estudo, são definidos os objetivos do projeto, é definida o método seguido no decorrer da dissertação e, por fim, é delineada a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento atual

Atualmente, as organizações encontram-se pressionadas devido à elevada concorrência e diversidade existente no mercado. Com o propósito de garantir um serviço de qualidade ao cliente e com a constante redução dos tempos de espera, é essencial uma adaptação aos mercados. Assim, a constituição de um inventário é fulcral para dar resposta a esta situação. Por outro lado, neste contexto advém a necessidade de uma correta gestão deste sistema de forma a permitir a otimização dos custos que este implica e a uma racionalização eficiente e eficaz dos *stocks*, que tem um elevado impacto do ponto de vista financeiro. Com recurso à procura e à experiência de alguns autores Silver, Pyke, & Thomas (2017), estes afirmam que a maioria das organizações não consideram a gestão da produção e do inventário dentro da sua rede de abastecimento. Para além disto, conseguem garantir que, com base na sua influência em empresas locais, é possível em 90% dos casos uma redução de 20% nos custos sem afetar o nível de serviço prestado.

Deste modo, sabendo que as farmácias em estudo apresentam uma quantidade elevada de produto em inventário e que existe a necessidade constante de a entidade distribuidora se deslocar às mesmas, por vezes de forma bidirária, existe a necessidade da implementação de um modelo integrado da gestão de inventário.

Para tal, sabendo que a uma correta gestão da cadeia de abastecimento se encontra uma previsão da procura rigorosa, existe a necessidade da execução da mesma. Assim, segundo Silver, Pyke, & Thomas (2017), uma previsão adequada permite à entidade em questão suprimir as necessidades dos consumidores através do planeamento antecipado da procura e da reposição dos materiais, mesmo quando esta não é totalmente conhecida. Desta forma, são analisados vários métodos de previsão a ser analisados nos modelos de gestão de inventário.

1.2 Objetivos do projeto

Este projeto visa analisar o comportamento da implementação de um modelo de gestão de inventário em duas farmácias comunitárias.

Deste modo, definem-se os seguintes objetivos inerentes a esta proposta:

- Estudo dos modelos de gestão de inventário existentes e parâmetros característicos, de forma a efetuar a seleção mais adequada em função dos produtos existentes;

- Identificação e seleção de metodologias de previsão da procura adequadas;
- Recriação do modelo de gestão do inventário a implementar;
- Análise detalhada do ponto do sistema antes da implementação e comparação com pós aplicação do modelo, através da recolha de indicadores;
- Seleção dos métodos de previsão e modelos de gestão mais convenientes através do cálculo dos custos totais associados;

Em suma, desenvolver um modelo que permita a otimização da gestão do inventário através do aumento do nível de serviço e a redução dos custos operacionais.

1.3 Metodologia

O método de trabalho seguido para a realização do projeto encontra-se dividido em três partes:

1) Análise da situação inicial; 2) Implementação do modelo; 3) Avaliação dos resultados observados;

Na primeira fase, com a utilização dos valores presentes na base de dados, são observadas as quantidades de produto existentes até à data da implementação do modelo e é feita a sua reconstituição bem como a seleção dos artigos de maior importância.

A segunda fase compreende a implementação do modelo e a apresentação de alternativas de forma a melhorá-lo, tais como a aplicação de diferentes métodos de previsão, de janelas rolantes e outro modelo de revisão de inventário.

Na terceira fase efetua-se uma análise a todos os resultados observados e são retiradas ilações sobre quais técnicas permitem o melhor desempenho do modelo de gestão de inventário.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se distribuída em cinco capítulos.

O primeiro capítulo corresponde ao enquadramento do projeto e ao estabelecimento dos objetivos que se pretendem colmatar.

No segundo capítulo é tratada a revisão da literatura onde são abordados os tópicos mais importantes para o progresso da dissertação, tais como os modelos de gestão de inventário, classificação de artigos, indicadores de desempenho e métodos de previsão de procura.

O terceiro capítulo aborda todo o desenvolvimento metodológico e todos os detalhes presentes no desenrolar do processo.

O quarto capítulo corresponde à apresentação e análise de todos os resultados desenvolvidos ao longo da dissertação.

Por fim, o quinto capítulo expõe as principais conclusões desenvolvidas na dissertação e as recomendações a ser empregues num trabalho futuro.

2 Enquadramento teórico

No capítulo que se segue, é apresentado o resultado da consulta bibliográfica que serve de base ao desenvolvimento deste projeto. Neste ponto é realizada uma definição dos modelos gestão de inventário e dos métodos de previsão de procura e é efetuada a sua caracterização em função de vários indicadores.

2.1 Gestão de *stocks*

Com um mercado em constante atualização e elevada competitividade, existe a necessidade de as empresas requererem uma mudança no paradigma com o intuito de cumprir os requisitos dos clientes com o máximo de eficácia e eficiência. Desta forma, com a intenção de garantir um nível de satisfação do cliente elevado e a qualidade do produto e serviço, é essencial uma boa gestão dos seus ativos.

2.1.1 Conceito de *stock*

Segundo Reis (2008), entende-se por *stock* como sendo um conjunto de artigos que constitui determinada reserva aguardando satisfazer uma futura necessidade de consumo quer dos seus clientes ou quer da produção sendo útil para evitar situações de escassez, procurando providenciar as faltas que poderão ocorrer dos diferentes ritmos de necessidades de consumo.

Para uma empresa, os *stocks* têm um papel primordial numa organização no sentido em que mantém um equilíbrio entre a oferta e a procura. Ou seja, existe a necessidade de garantir a satisfação do cliente através da preservação de produto de *stock* sem que haja o seu comprometimento devido a ruturas de *stock* e consequentemente a vendas perdidas e, por fim, sem que o prazo de entrega do produto não seja cumprido. Por outro lado, a aquisição e o armazenamento de uma elevada quantidade de *stock* não é favorável na medida em que está associada a ocupação de um espaço, a imobilização de meios financeiros sob a forma de produto, bem como a possibilidade de criação de produtos obsoletos.

Desta forma, através deste equilíbrio entre a oferta, *stock* e vendas existe uma superioridade em relação a outras empresas com uma gestão de *stocks* menos competente (Masclé & Gosse, 2014).

2.1.2 Custos associados

Tendo em consideração que a uma gestão de *stocks* se encontram associados vários tipos de custos, sabendo que os mesmos são fulcrais para a seleção de políticas de gestão de *stocks*, estes custos encontram-se divididos em três categorias (Gonçalves, 2006):

- Custos de aprovisionamento;
- Custos associados à posse de *stocks*;
- Custos de rutura de *stock*;

A primeira categoria encontra-se dividida em duas parcelas: custos de material adquirido e custos do processo de aquisição. Os custos de material adquirido correspondem ao valor pago ao fornecedor pela compra de determinada quantidade do artigo. Em relação aos custos do processo de aquisição, estes incluem as despesas burocráticas, contabilísticas e de transportes, ou seja, toda a envolvimento associada ao processamento da encomenda.

Relativamente aos custos associados à posse de *stocks*, estes integram as despesas financeiras correspondentes, tais como custo de capital imobilizado e custos de seguro da mercadoria e custos de despesas de manutenção que correspondem a despesas associadas a instalações, energia e equipamentos, bem como custos com o pessoal. Para além destes gastos inerentes, também existem as desvalorizações associadas à perda de qualidade do produto e a obsolescências.

Por fim, os custos de rutura de *stock* são difíceis de estimar e resultam sempre que um artigo é necessário, mas não existe para entrega imediata. Quando esta circunstância ocorre, resultam duas situações. A primeira condição corresponde à insatisfação da procura do cliente, possibilitando a perda de vendas, deterioração da imagem da empresa, renúncia da mercadoria e ou multas por atrasos na entrega do produto. No segundo caso, é efetuado um pedido adicional ao fornecedor de forma a cumprir com a exigência do cliente, tendo assim associado um custo extraordinário apelidado de custo de rutura.

2.1.3 Quantidade económica de encomenda (EOQ)

Tendo em conta o objetivo da minimização dos custos totais, segundo Slack, Chambers, & Johnston (2006), a abordagem mais utilizada para cumprir este requisito é a determinação da quantidade económica de encomenda (*Economic Order Quantity*), visto que é um método robusto e apresenta bons resultados. Este modelo visa a determinação do ponto que permite definir o momento e quantidade a encomendar tendo em conta o critério de minimização dos custos totais relevantes, ou seja, que são verdadeiramente afetados pela escolha da quantidade.

Com o objetivo de simplificar o cálculo da quantidade económica de encomenda são estabelecidos alguns pressupostos (Silver, Pyke, & Thomas, 2017):

- A procura é constante e determinística;
- O custo unitário do artigo não depende da quantidade entregue e não há descontos no custo unitário de compra ou no custo unitário de transporte;
- Os fatores de custo não variam significativamente com o tempo e a inflação está num nível baixo;
- O produto é tratado de forma totalmente independente em relação aos outros e não existem benefícios de revisão conjunta;
- O prazo de entrega (*lead time*) é constante;
- O tempo de reabastecimento é nulo;
- A quantidade total pedida é entregue simultaneamente, ou seja, as entregas são integrais;
- O horizonte temporal é muito longo, no sentido em que se assume que os parâmetros permanecem os mesmos em função do tempo;
- Não existem ruturas de *stock*;

Tendo feito estas assunções e como é visível na Figura 1, a evolução dos custos de encomenda e custos de posse apresentam um comportamento distinto. Enquanto que os custos de posse variam proporcionalmente em função da quantidade encomendada, como se verifica

através da Equação 2.1, os custos de encomenda diminuem com o aumento da quantidade encomendada pela minimização dos custos da encomenda, como é possível ver na Equação 2.2.

$$C_p = \bar{I}vr \quad (2.1)$$

$$C_e = AD/Q + Dv \quad (2.2)$$

Onde:

- C_p - Custo total de posse, euros
- C_e - Custo total de encomenda, euros
- $\bar{I}$ - Nível de inventário médio, unidades de produto
- v - Custo por unidade, euros/unidade de produto
- r - Taxa de posse, euros/unidade de tempo
- A - Custo unitário de encomenda, euros
- D - Procura, unidades/unidade de tempo
- Q - Quantidade a encomendar, unidades de produto
- TRC(Q)- Custos totais relevantes, euros

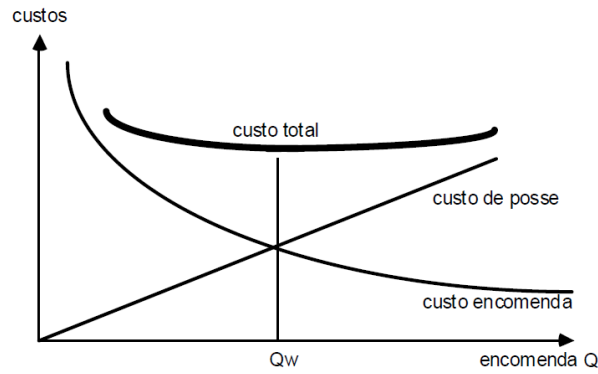


Figura 1 – Curva do custo total (Silver, Pyke, & Thomas, 2017)

Desta forma, resulta a seguinte expressão total dos custos em função da quantidade a encomendar:

$$TRC(Q) = C_p + C_e \quad (2.3)$$

Sabendo que o nível de inventário médio ($\bar{I}$) corresponde a $Q/2$, obtém-se assim a seguinte expressão:

$$TRC(Q) = AD/Q + Qvr/2 \quad (2.4)$$

Tendo em conta que a seleção da quantidade económica de encomenda é originada pela minimização do custo total, que resulta do equilíbrio destas duas despesas, o valor mínimo da quantidade da encomenda é o ponto da curva dos custos totais onde o declive é nulo. Desta forma, derivando a expressão dos custos totais relevantes e igualando a zero obtém-se a seguinte expressão:

$$\begin{aligned} \frac{dTRC(Q)}{dQ} &= 0 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \frac{vr}{2} - \frac{AD}{Q^2} &= 0 \end{aligned} \quad (2.5)$$

Reorganizando a expressão de forma a determinar a quantidade económica de encomenda ótima, obtém-se a seguinte expressão, também conhecida por fórmula de Wilson:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2AD}{vr}} \quad (2.6)$$

De forma a encorajar a encomenda de maiores quantidades, os fornecedores apresentam descontos de quantidade. Esta situação normalmente é benéfica uma vez que existe uma redução no custo unitário de aquisição do produto e, já que a quantidade a encomendar é maior e a procura se mantém constante, o número de encomendas no mesmo espaço temporal é menor. Por outro lado, com o aumento da quantidade a adquirir, é inevitável o aumento do custo de posse.

Assim, dado que, em função da quantidade a encomendar, existem escalões para os quais se estabelecem preços, é necessário determinar o valor mínimo para o custo total, tal como se verifica na Figura 2.

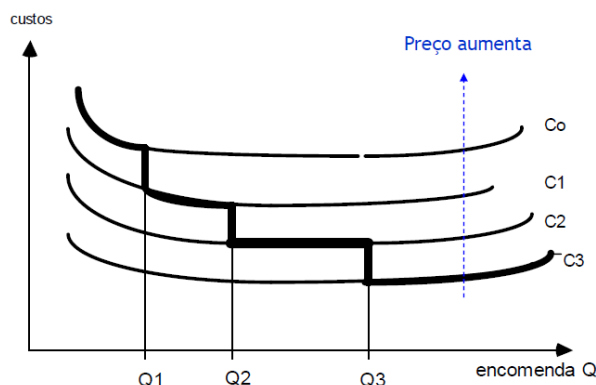


Figura 2- Custos em função da quantidade a encomendar (Vasconcelos, 1991)

2.1.4 Modelos de gestão de *stocks*

Uma gestão eficiente do inventário permite obter numa vantagem competitiva em relação à concorrência, bem como à satisfação dos clientes e à melhoria na globalidade da empresa.

Primeiramente, para a definição do modelo a aplicar, é necessário verificar a presença de aleatoriedade no comportamento da oferta e da procura (Carvalho, 2017).

É relevante referir que o tipo de procura e a sua previsão afetam os critérios para a seleção do modelo de tal forma que é feita uma abordagem mais detalhada num capítulo específico posteriormente.

Para que o comportamento da oferta seja determinístico e seja possível fazer uma estimativa adequada, é necessário verificar se o período de entrega é fixo, cumprido e a quantidade entregue coincide com a quantidade pedida pelo cliente. Caso o prazo de entrega seja variável e as quantidades pedidas não sejam satisfeitas, confirma-se que a oferta é efetuada de modo aleatório.

Do ponto de vista da procura, a procura tanto pode ser determinística como aleatória. Quando as quantidades pedidas aproximadamente constantes, a procura é determinística. Por outro lado, se a quantidade procurada for desconhecida, pode-se afirmar que a procura é aleatória.

Assim, na Tabela 1 são apresentados os modelos de gestão de *stocks* mais adequados em função do período de encomenda e do tipo de quantidade a encomendar.

Tabela 1- Sistemas de controlo de *stocks* (Silva, 2013)

	Período de revisão fixo	Período de revisão variável
Quantidade a encomendar fixa	Modelos determinísticos: QEE (<i>EOQ</i>), DQ, RP Modelos estocásticos: (R, s, Q)	Modelos estocásticos: Modelos revisão contínua: (s, Q)
Quantidade a encomendar variável	Modelos estocásticos: Modelos de revisão periódica: (R, s, S), (R, S)	Modelos estocásticos: Modelos revisão contínua: (s, S)

Deste modo é visível a existência de dois tipos de modelos: modelo determinísticos e modelos estocásticos.

Nos próximos subcapítulos é feita uma breve descrição de ambos os métodos, sendo dado principal enfoque aos modelos estocásticos pelo facto de serem os mais relevantes no âmbito da dissertação.

❖ Modelos determinísticos

Estes modelos, como é referido anteriormente, definem-se por o nível de oferta e de procura serem conhecidos ou possíveis de estimar.

Assim, tem-se como exemplo os seguintes modelos como sendo determinísticos (Silva, 2013):

- Modelo da quantidade económica da encomenda;
- Modelo de reposição progressiva;
- Modelo da quantidade económica da encomenda com rutura permitida.

❖ Modelos estocásticos

Em relação aos modelos estocásticos, referem-se a sistemas em que a procura ou a oferta são aleatórias. Desta forma, com o principal objetivo de proteger a empresa e satisfazer as necessidades dos clientes, existe a necessidade do estabelecimento de um *stock* de segurança, de modo a evitar ruturas de *stock* originadas por variações da procura ou por atrasos imprevistos. O seu dimensionamento depende do modelo de gestão de *stocks* a utilizar. É importante referir que, quanto maior for o *stock* de segurança, menor é a probabilidade de ocorrência de ruturas de *stock*. Por outro lado, os custos de posse associados a esse valor são superiores.

Tendo em conta a aleatoriedade da procura, existe a necessidade do estabelecimento de um período entre encomendas fixo ou uma quantidade a encomendar fixa. Deste modo, surgem dois sistemas a ser empregues: sistema revisão periódico e sistema de revisão contínuo.

• Sistema de revisão contínuo

Neste tipo de sistema, o modelo verifica a quantidade em *stock* de determinado produto de forma regular e, com a intenção de aumentar o valor em *stock* para cobrir a futura procura, quando este valor atinge o ponto de encomenda (ou *reorder point*), é encomendada uma determinada quantidade. É de salientar que o nível de reaprovisionamento (s) ou ponto de encomenda é determinado através da soma da procura durante o prazo de entrega com o *stock* de segurança.

Por esta ordem de ideias, existem dois tipos de modelos de revisão contínua:

- Modelo (s, Q);
- Modelo (s, S).

No primeiro modelo, a quantidade a entregar (Q) é fixa e previamente definida, dada pela quantidade económica de encomenda. O intervalo entre encomendas não é fixo dado que depende da procura associada ao produto. Na Figura 3 é possível verificar um exemplo da variação dos *stocks* em função do tempo, segundo uma política (s, Q).

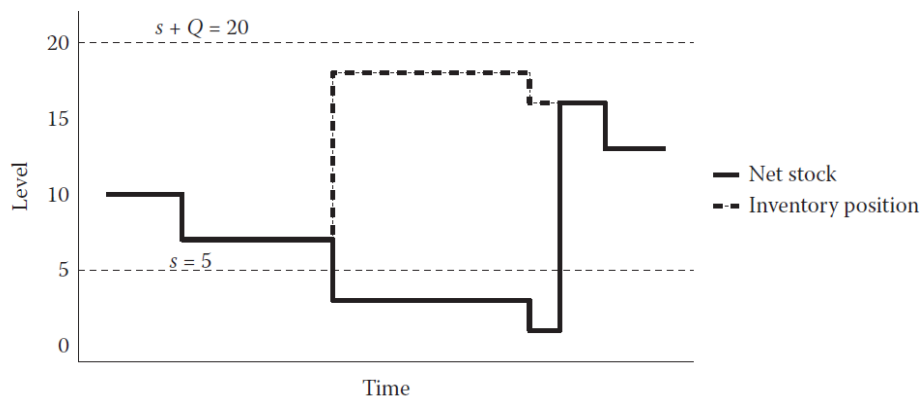


Figura 3 – Variação do inventário em função do tempo com política de revisão (s, Q) (Silver, Pyke, & Thomas, 2017)

Quanto ao modelo (s, S), o momento da necessidade do pedido de uma encomenda, à semelhança do modelo anterior, é determinado quando o ponto de encomenda (s) é igualado ou ultrapassado. Contrariamente ao modelo (s, Q), a quantidade a encomendar não é a mesma para cada pedido e é dada pela diferença entre o nível de enchimento (S), que é um ponto previamente obtido pela soma do ponto de encomenda com a quantidade económica da encomenda, e a quantidade em *stock* do produto em questão. O modelo em questão é visível através da Figura 4.

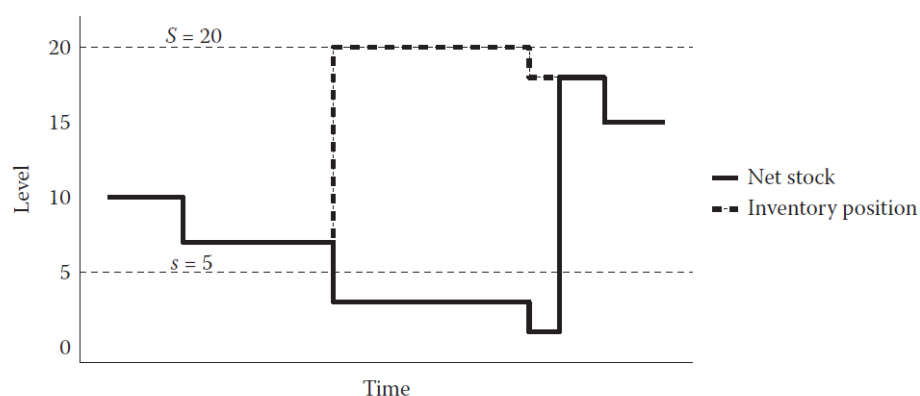


Figura 4 - Variação do inventário em função do tempo com política de revisão (s, S) (Silver, Pyke, & Thomas, 2017)

É notório que estes sistemas apresentam desvantagens na medida em que necessitam de uma monitorização e revisão constante pela entrada e saída de produtos. Em termos de risco associado, é possível a existência de ruturas de *stock* enquanto se aguarda o abastecimento da encomenda pedida e se o prazo de entrega for superior ao nível da encomenda.

❖ Sistema de revisão periódico

Esta política caracteriza-se por apresentar pouca flexibilidade e maiores quantidades em *stock* de segurança (Silver, Pyke, & Thomas, 2017).

Neste caso, o período entre encomendas encontra-se fixado, é constante e sendo assim realizadas revisões com intervalos de tempo R . Quando o período R é atingido, é efetuado um pedido de encomenda cuja quantidade é variável entre pedidos. Esse valor corresponde à diferença entre a posição do *stock* e o nível de enchimento (S), ou seja, o nível máximo de *stock*, como é visível na Figura 5.

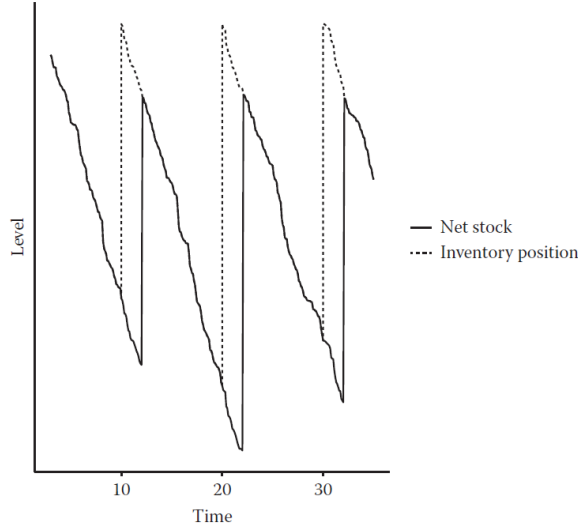


Figura 5 - Variação do inventário em função do tempo com política de revisão (R, S) (Silver, Pyke, & Thomas, 2017)

O nível de enchimento é calculado através das seguintes fórmulas:

$$S = DL + ss \quad (2.7)$$

$$DL = L \cdot x_t \quad (2.8)$$

$$ss = z \cdot \sigma_{DL} \quad (2.9)$$

$$\sigma_{DL} = \sqrt{\sigma_{DL}^2} \quad (2.10)$$

$$\sigma_{DL}^2 = (L \cdot \sigma_D^2 + x_t^2) \cdot \sigma_L^2 \quad (2.11)$$

Onde:

x_t : procura prevista
 ss : *stock* de segurança
 L : período de reaprovisionamento
 D : procura real
 σ_L : desvio-padrão dos erros de previsão do período de reaprovisionamento
 z : fator de segurança

Em relação aos sistemas de revisão contínuos, apresentam a vantagem de não ser necessário estar sempre a monitorizar os *stocks* e facilitar a sincronização das operações com os fornecedores. Por outro lado, a utilização deste modelo não permite o controlo durante o período de aprovisionamento, estando assim exposto a ruturas de *stock* devido a flutuações na procura.

Deve-se salientar que esta política é normalmente utilizada quando não há um custo fixo definido por encomenda. Outra questão associada a este modelo é a dificuldade no estabelecimento do período de revisão mais o prazo de entrega praticado pelo fornecedor.

Efetuada uma comparação com a política de revisão contínua, o *stock* de segurança da política de revisão periódica é superior dado que, para além do tempo de abastecimento, é acrescentado o tempo de verificação até à encomenda seguinte, contrariamente à outra política na medida em que apenas considera o tempo de abastecimento.

❖ Sistemas de revisão híbridos

Os modelos com política de revisão híbrido é caracterizado por apresentar atributos quer de sistemas de revisão contínuos quer de sistemas de política de revisão periódica.

Desta forma, um modelo de revisão periódico resultante da junção do modelo periódico (R, S) e do modelo contínuo (s, S) é o modelo (R, s, S). Esta política caracteriza-se pela verificação do nível de inventário a cada período R e, na eventualidade de a posição em *stock* ser inferior ao ponto de encomenda (s), existe a necessidade de efetuar uma encomenda de quantidade suficiente para atingir o nível de enchimento (S). Na existência de um cenário em que o ponto de encomenda (s) não seja atingido, não há a necessidade de efetuar qualquer tipo de encomenda até à próxima revisão. É possível analisar a evolução da posição do inventário em função do tempo através do exemplo presente na Figura 6.

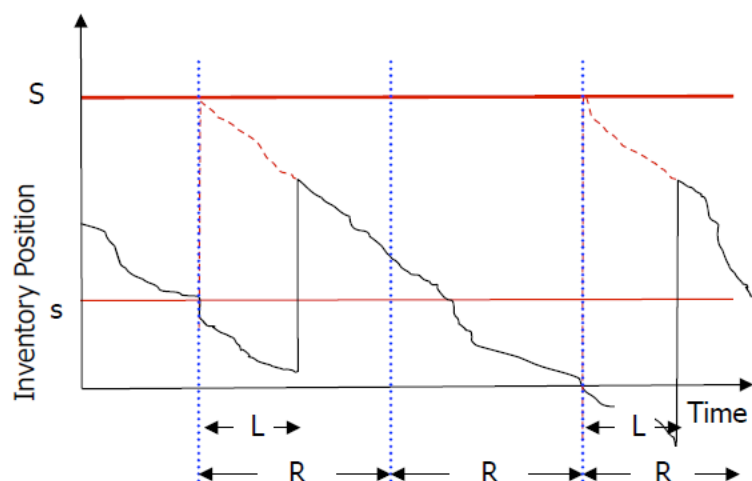


Figura 6 - Variação do inventário em função do tempo com política de revisão (R, s, S) (Chris Caplice, 2009)

É de referir que o uso deste modelo é mais apropriado quando existe um custo fixo associado a cada ordem de encomenda.

Por fim, outra política periódica de relevância a ser aplicada é o sistema (R, s, Q). O mesmo surge da junção do modelo periódico (R, S) com o modelo contínuo (s, Q). Desta forma, resulta um sistema de revisão, em que a cada unidade de tempo R é verificada a quantidade em *stock* e, no caso de o seu valor ser igual ou inferior ao valor do ponto de encomenda (s), é efetuada uma encomenda de uma quantidade correspondente à quantidade económica de encomenda (EOQ), como é visível na Figura 7. Para este modelo a fórmula para o cálculo do *reorder point* é a mesma utilizada para o cálculo do nível de enchimento do sistema revisão periódico, sendo que o nível de enchimento desse sistema corresponde ao *reorder point* do sistema de revisão contínuo.

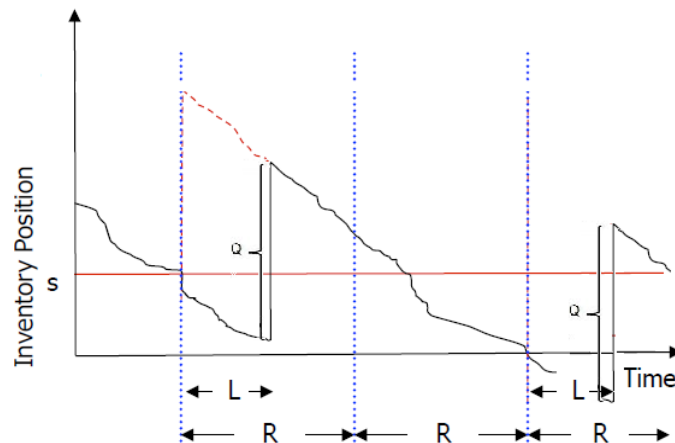


Figura 7 - Variação do inventário em função do tempo com política de revisão (R, s, Q) (Chris Caplice, 2009)

2.1.5 Indicadores de desempenho

Com o intuito de analisar a eficiência e o desempenho do modelo implementado, existe vários indicadores que permitem essa avaliação.

Neste subcapítulo são identificados os principais indicadores que permitem otimizar o desempenho do modelo, através da satisfação das necessidades dos clientes com a garantia de minimizar os custos totais associados.

Segundo Carvalho (2017), de forma a examinar o comportamento da política de gestão de *stocks* utilizado, são aplicados indicadores tais como a taxa de rotação, taxa de cobertura, taxa de rutura e ainda o nível de serviço, que se encontra associado à taxa de rutura.

❖ Taxa de rotação

A taxa de rotação é um dos indicadores mais valorizados e demonstra o número de vezes que o *stock* é renovado por unidade de tempo, ou seja, estabelece a relação entre o consumo e o *stock* médio existente. Como é possível analisar na Equação 2.12, quanto maior for este valor, mais vantajoso é para o modelo, dado que a quantidade de produto imobilizado em *stock* será inferior.

$$\text{Taxa de rotação} = \frac{\text{Quantidade consumida}}{\text{Quantidade média em stock}} \quad (2.12)$$

Outro ponto importante para se referir é que associada a uma taxa de rotação elevada subsiste a necessidade de efetuar encomendas ao fornecedor de forma regular, bem como se encontra agregado uma maior probabilidade de existência de ruturas de *stock*. Por outro lado, no caso de a taxa de rotação apresentar um valor baixo, como é referido anteriormente, esta situação representa uma quantidade de produto imobilizado em *stock* superior à pretendida.

❖ Taxa de cobertura

A taxa de cobertura é dada na razão inversa da taxa de rotação. Este indicador corresponde ao período de tempo em que o *stock* abastece a procura sem que haja a necessidade de efetuar uma nova encomenda ao fornecedor, dado pela seguinte expressão:

$$\text{Taxa de cobertura} = \frac{\text{Quantidade média em stock}}{\text{Quantidade consumida}} \quad (2.13)$$

❖ Taxa de rutura

Relativamente à taxa de rutura, este indicador indica a percentagem da procura do cliente que não é satisfeita. Estas encomendas que não são satisfeitas devem-se ao facto de a procura ser superior à quantidade de produto em *stock*, sendo assim insuficiente para a satisfação das necessidades dos clientes. Esta taxa encontra-se definida pela seguinte fórmula:

$$\text{Taxa de rutura} = \frac{\text{Número de encomendas insatisfeitas}}{\text{Número total de encomendas}} \quad (2.14)$$

É necessário referir que as taxas de rutura têm especial relevância para produtos essenciais à correta atividade das empresas na medida em que, no caso da sua ausência, as organizações têm o seu funcionamento corrompido. Desta forma, existe a necessidade do estabelecimento de um *stock* de segurança elevado dado que o custo associado à sua rutura também apresenta valores elevados.

Segundo Reis (2008), outro fator a ter em conta é o sobre e subdimensionamento dos *stocks*, visto que são sinónimos de uma má gestão dos produtos. Desta forma, é necessário proceder ao equilíbrio das taxas de rutura de maneira a evitar taxas de rutura muito elevadas ou muito próximas de zero.

Por fim, em relação ao nível de serviço, este indicador tem como objetivo a complementação da taxa de rutura visto que quanto menor for número de encomendas insatisfeitas, ou seja, o menor número de ruturas, maior será o nível de serviço associado.

2.2 Análise ABC/XYZ

A análise ABC é uma técnica de gestão utilizada para classificar produtos em classes diferentes. Essa categorização é feita devido à elevada variabilidade dos produtos e à elevada quantidade de produtos que as organizações dispõem, sendo assim simplificada a tarefa de gestão de *stocks* uma vez que a sua organização é efetuada em função da importância para a empresa em questão.

Tal como é mencionado anteriormente, este modelo verifica que, aproximadamente, 20% dos artigos correspondem a 80% do total faturado, que corresponde à classe A, como é abordado posteriormente. Por outro lado, os restantes 80% dos artigos correspondem a 20% do total de faturação.

Deste modo, a análise ABC, através de uma organização baseada no valor de utilização dos produtos em *stock*, classifica esse conjunto em três grupos distintos (Carravilla, 1997):

- Classe A: correspondem aos artigos mais importantes, quer pela sua elevada procura ou pelo seu valor monetário, por vezes até ambos. A este tipo de artigos recomendam-se níveis de serviços mais elevados de forma a evitar ruturas. Para além disto, as existências em *stock* devem ser mantidas baixas para minimizar os custos de armazenagem associados à elevada quantidade ou ao alto valor unitário do produto;
- Classe B: encontram-se associados aos artigos de importância intermédia. Este grupo corresponde a 30 % dos artigos ao qual estão associados cerca de 15 % do total do valor faturado. Para este grupo de artigos tanto se pode adotar um modelo de revisão contínuo como um modelo de revisão periódico. Em comparação com a classe A, este grupo deve ser analisado de forma mais simplificada, no entanto, em relação à classe C deve ser efetuada uma análise mais detalhada.
- Classe C: representam os artigos de menor importância. Este grupo está associado a 50% dos artigos que traduzem 5 % do valor total de faturação, sendo assim, em termos financeiros pouco relevantes. Apesar da sua contribuição ser pouco expressiva, estes

representam um número elevado de produtos. Para este grupo é aconselhada uma política de revisão periódica.

É notório referir que esta análise permite a determinação de produtos sem atividade integrantes da classe C e que devem ser removidos visto que só acarretam custos associados ao seu armazenamento.

Esta classificação é possível de analisar do ponto de vista visual através da Figura 8.

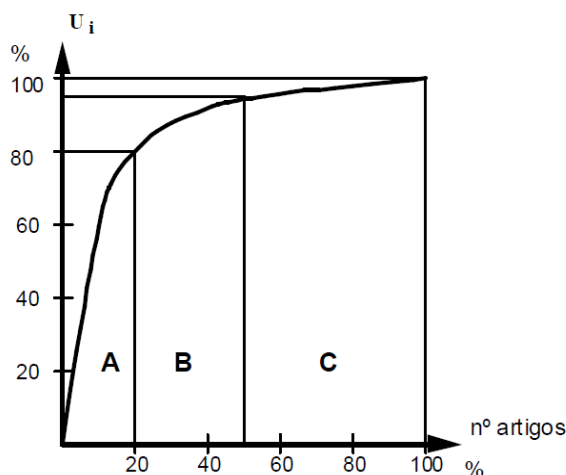


Figura 8 – Curva ABC (Reis, 2008)

Para além da classificação ABC, também existe outro critério denominado de classificação XYZ que permite classificar a procura dos produtos em *stock*. Esta análise avalia a variabilidade do item.

Tendo por base o coeficiente de variação (CV), é possível calcular o mesmo para cada produto, para posteriormente se proceder à sua classificação, através da seguinte fórmula:

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \quad (2.14)$$

Onde:

σ : desvio-padrão das vendas;
 μ : média das vendas

Assim, é possível efetuar a distinção dos artigos em função da sua variabilidade, dividindo-os em três classes:

- Classe X: correspondem a produtos de baixa variabilidade. Estes artigos ordinários são caracterizados por uma rotatividade constante ao longo do tempo. A previsão da sua procura é de fácil execução; $CV < 0,5$
- Classe Y: encontram-se associados a artigos de variabilidade média. Os produtos em questão estão relacionados com uma flutuação na procura que, apesar de esta procura não ser estável pode ser prevista até certo ponto visto que vulgarmente encontra-se associada a sazonalidade e a tendências do produto; $0,5 \leq CV \leq 1$;
- Classe Z: representam os produtos de elevada variabilidade. Estes artigos apresentam um padrão de consumo extremamente irregular sendo assim difícil efetuar a sua determinação; $CV > 1$.

Com a junção de ambas as classificações é possível estabelecer primeiramente se esse produto é vendido muito ou pouco e, de seguida, se consumo é feito de forma regular durante o intervalo em questão.

Por último, com a agregação de ambas análises é possível conceber uma matriz ABC/XYZ, como é demonstrado na Tabela 2, para obter uma visão mais concreta da classificação dos produtos vendidos por parte da organização.

Tabela 2 – Matriz ABC/XYZ

	A	B	C
X	- Elevado consumo; - Procura estável;	- Consumo médio; - Procura estável;	- Baixo consumo; - Procura estável;
Y	- Elevado consumo; - Procura com flutuação;	- Consumo médio; - Procura com flutuação;	- Baixo consumo; - Procura com flutuação;
Z	- Elevado consumo; - Procura variável;	- Consumo médio; - Procura variável;	- Baixo consumo; - Procura variável;

2.3 Previsão da procura

As previsões, cujo objetivo é obter uma noção de como vai ser a procura num determinado horizonte temporal, permitem às empresas ajudar no planeamento da gestão de *stocks*, de tomada de decisões estando assim associadas a um melhor controlo dentro da empresa.

É de salientar que, apesar de ser difícil efetuar previsões, é preferível fazê-lo, mesmo que tenham muita incerteza associada, do que não as efetuar.

Neste contexto, existem cinco etapas para o estabelecimento de uma previsão:

- Definição do problema. Esta etapa trata-se da mais complexa na medida em que exige a necessidade de contactar com as estruturas que possuem os dados de forma a poder qualificar os procedimentos associados ao processamento e as metodologias utilizadas e, se necessário, preceder à aplicação de novas abordagens;
- Reunião das informações. Esta recolha trata a agregação dos dados a utilizar para realizar as previsões pretendidas. É importante referir que a falta de dados ou a recolha de dados de baixa qualidade pode estar associada a uma previsão fraca. Por outro lado, a recolha de um elevado número de dados pode comprometer a análise na medida em que esses valores podem não estar adequados à realidade da previsão.
- Análise de informação. Esta fase corresponde à avaliação dos comportamentos dos gráficos, especialmente com recurso a representações gráficas. Assim, esta etapa tem um peso significativo na seleção dos modelos a aplicar.
- Escolha e implementação do modelo adequado. Esta etapa caracteriza-se pela utilização de vários modelos para cada previsão e posteriormente é verificado o que melhor se adequa.
- Avaliação do modelo de previsão. Nesta etapa, após obter a previsão com a aplicação do modelo selecionado anteriormente, a sua análise é efetuada em função dos indicadores pretendidos.

Estas etapas podem ser verificadas na Figura 9.

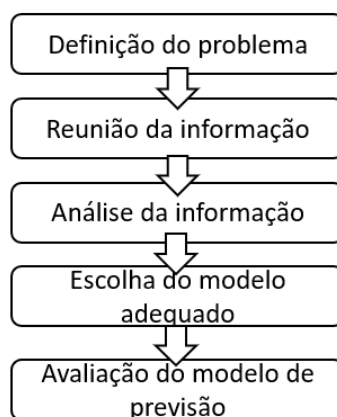


Figura 9 – Cinco fases para estabelecimento de uma previsão (Spyros G. Makridakis)

2.3.1 Métodos de previsão

Os métodos de previsão encontram-se divididos em dois grupos: métodos qualitativos e métodos quantitativos.

Os métodos qualitativos, que normalmente são utilizados quando a qualidade de informação sobre determinado produto não é assegurada, caracterizam-se por terem em conta juízos e estimativas de especialistas, sendo assim uma abordagem subjetiva (Vasconcelos B. J., 1991).

Em relação aos métodos quantitativos, definem-se por utilizarem os dados históricos sobre o artigo em questão de forma a efetuar uma estimação do valor futuro.

Este tipo de método encontra-se dividido em dois modelos:

- Modelos causais: partem do pressuposto que a procura deriva do nível da previsão de outras variáveis do produto relacionadas com a primeira. Estes modelos não vão ser aplicados no âmbito desta dissertação e por isso não são aprofundados com maior detalhe;
- Séries temporais: têm em conta os valores passados da procura e tentam estabelecer padrões de comportamento, tais como a tendência e a sazonalidade, com o intuito de extrapolar para o futuro;

Posto isto, segundo Silver, Pyke, & Thomas (2017), ao analisar uma série temporal existe a necessidade de decompor a mesma, obtendo-se assim cinco componentes:

- Nível: corresponde à escala da série temporal;
- Tendência: caracteriza-se por demonstrar o comportamento principal da série e traduz-se pela oscilação da série em torno de um valor crescente ou decrescente em função do tempo;

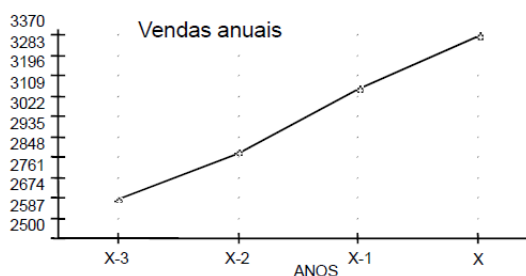


Figura 10 – Tendência crescente numa série temporal (Vasconcelos B. J., 1991)

No âmbito desta dissertação, para se considerar uma série temporal com tendência é calculado o coeficiente de determinação. Este coeficiente obtém-se através da aplicação de uma linha de tendência linear no gráfico para o produto em questão. Caso a raiz quadrada do valor em questão, que corresponde ao coeficiente de correlação, seja superior ao coeficiente de correlação estipulado, que é calculado em função do nível de confiança e do tamanho da amostra (anexo B), considera-se que a série temporal apresenta tendência. Na eventualidade de esta questão não se verificar, a série é considerada estacionária, ou seja, sem tendência.

- Efeito sazonal: verifica-se a existência de sazonalidade quando ocorre uma mudança em intervalos de tempo regulares, ou seja, quando existe uma flutuação periódica repetitiva. Estas variações podem ser resultantes de dois tipos: causas naturais ou de decisões e costumes do humano;

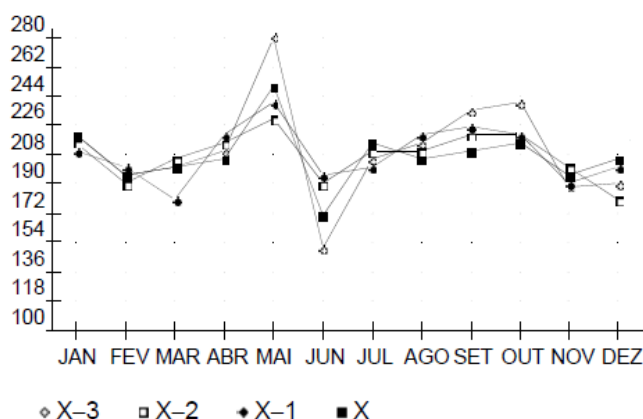


Figura 11 – Efeito sazonal numa série temporal (Vasconcelos B. J., 1991)

- Variações cíclicas: à semelhança do efeito sazonal são variações com caráter periódico, no entanto o seu período é diferente. Esta componente, que se encontra normalmente associada a fatores macroeconómicos, constitui flutuações positivas e negativas que não obedece a um determinado padrão temporal.

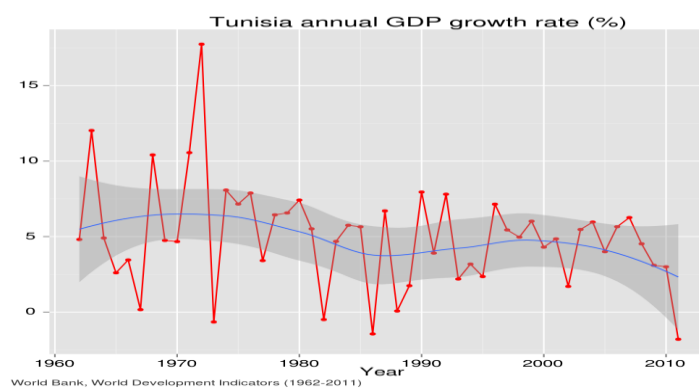


Figura 12 – Variações cíclicas numa série temporal

- Efeito ruído: corresponde a acontecimentos espontâneos, aleatórios e tudo que não se encontra associado às outras componentes;

Assim sendo, tendo em conta as componentes mencionadas anteriormente advém oito modelos de previsão por análise de séries temporais, sendo a sua classificação efetuada em função da existência de tendência e de sazonalidade, como é visível na Tabela 3.

Tabela 3 – Métodos de previsão em função das características de série temporal (Bertolo)

	Inexistência de sazonalidade	Existência de sazonalidade
Inexistência de tendência	- Média Móvel Simples - Amortecimento Exponencial Simples	- Sazonal Aditivo - Sazonal Multiplicativo
Existência de tendência	- Média Móvel Dupla - Amortecimento Exponencial Duplo	- Amortecimento Exponencial Triplo (Aditivo) - Amortecimento Exponencial Triplo (Multiplicativo)

No âmbito da dissertação apenas são explorados de forma mais detalhada os métodos de previsão.

❖ Média Móvel Simples

A média móvel simples caracteriza-se por ser uma média simples deslizante sobre um número fixo de observações passadas para prever o valor seguinte. O número de valores do intervalo a cada cálculo é o mesmo e é regulado de forma a diminuir possíveis distorções. Este método apresenta a desvantagem de estar dependente do número selecionado para o cálculo da média na medida em que se esse valor for muito baixo a média pode estar inflacionada por valores aleatórios, resultando numa grande variação do valor previsto. Por outro lado, se o valor das observações for muito elevado, a previsão é pouco sensível e as variações reais da série não seriam consideradas.

O valor a determinar é obtido pela seguinte expressão:

$$y_{t,N} = \frac{(x_t + x_{t-1} + x_{t-2} + \dots + x_{t-N+1})}{N} \quad (2.15)$$

Onde:

$y_{t,N}$: valor da previsão para o período t de período N
 x_t : procura real no período t
 N : número de observações

❖ Amortecimento Exponencial Simples

À semelhança da média móvel simples é aconselhado para séries temporais sem tendência e sem efeito sazonal. Este método é caracterizado por ponderar o valor observado com um peso em função do tempo, ou seja, é uma média ponderada que atribui maior peso às observações mais recentes. O valor previsto para o próximo período é dado por:

$$y_t = x_t \cdot \alpha + (1 - \alpha) \cdot a_{t-1} \quad (2.16)$$

Onde:

x_t : procura real no período t
 y_t : valor da previsão para o período t
 α : constante de amortecimento de nível ($0 \leq \alpha \leq 1$)

❖ Média Móvel Dupla

Este modelo de previsão, tal como é mencionado anteriormente, é utilizado para séries temporais com tendência e sem efeito sazonal. Este modelo é aconselhado para este tipo de séries dado que o erro sistemático, em comparação com o modelo da média móvel simples, é muito inferior. Este fator prende-se pelo facto de a média móvel simples seguir a tendência com um certo atraso levando assim a uma amplificação do erro para a previsão dos valores.

Assim, este modelo é obtido pela seguinte expressão:

$$y_{t+k} = 2 \cdot Mt - MMt + \frac{2k}{p-1} \cdot (Mt - MMt) \quad (2.17)$$

Onde:

Mt : média móvel simples de tamanho k calculada usando as k observações anteriores ao instante t
 MMt : média móvel dupla de tamanho k calculada usando as k médias móveis simples, Mt anteriores ao instante t
 p : período de cálculo da média móvel
k: número de períodos de previsão variando de 1 até h (horizonte de previsão)

❖ Amortecimento Exponencial Duplo (Holt)

Esta técnica é recomendada para séries temporais que apresentem tendência. Este modelo é semelhante ao Amortecimento Exponencial Simples, no entanto, apresenta uma constante para modelar a componente tendencial e a sua aplicação também tem em conta a atribuição de diferentes pesos aos valores analisados.

Assim, a previsão dos valores pretendidos é efetuada através da seguinte expressão:

$$y_t = at + bt$$

Em que,

$$\begin{aligned} at &= \alpha_H \cdot x_t + (1 - \alpha_H)(a_{t-1} + b_{t-1}) \\ bt &= \beta_H \cdot (a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta_H) \cdot b_{t-1} \end{aligned} \quad (2.18)$$

Onde:

x_t : procura real no período t
 a_t : componente de nível no período t
 b_t : componente de tendência no período t
 α_H : constante de amortecimento de nível de Holt ($0 \leq \alpha \leq 1$)
 β_H : constante de amortecimento de tendência de Holt ($0 \leq \beta \leq 1$)

2.4 Avaliação dos métodos de previsão

Após se efetuar a implementação de um método de previsão, existe a necessidade de verificar a precisão do mesmo. Esta análise, através da utilização de critérios de erro de previsão, corresponde a um capítulo importante na medida em que permite verificar a eficácia do método bem como a comparação entre métodos de forma a selecionar o modelo mais conveniente.

Assim, através da aplicação de um critério quantitativo é possível obter o erro associado à previsão, sendo assim imprescindível. Posto isto, tendo em conta a existência de inúmeros indicadores que permitem a análise dos métodos aplicados, nesta dissertação apenas são abordados aqueles que vão ser utilizados.

- MAD – Mean Average Deviation

O Erro Absoluto Médio, tal com o nome indica, corresponde à média do valor absoluto da diferença entre o valor real e o valor previsto. É indicador normalmente utilizado para efetuar uma comparação entre modelos e de fácil interpretação. Pode ser obtido através da seguinte fórmula:

$$MAD = \frac{1}{N} \cdot \sum_{t=1}^N |x_t - y_t| \quad (2.19)$$

Onde:

N : número de valores considerados
 x_t : valor real no período t
 y_t : valor previsto para o período t

- *MSE – Mean Squared Error*

Este indicador, Erro Quadrático Médio, é muito utilizado para medir a dispersão do erro da previsão em relação ao valor real. Este critério é mais estável quanto menor for o valor de erro associado. Desta forma, se for o caso, as constantes de amortecimento (nível, tendência ou sazonalidade) devem ser ajustados de forma a diminuir o erro deste indicador.

É de relevância salientar que este indicador é sensível a valores de erro elevados, ou seja, em que a previsão se encontra distante do valor real, podendo levar assim a interpretações erradas. Assim, este indicador é calculado através da seguinte expressão:

$$MSE = \frac{1}{N} \cdot \sum_{t=1}^N (x_t - y_t)^2 \quad (2.20)$$

- *RMSE – Root Mean Squared Error*

Esta medida corresponde à raiz quadrada do Erro Quadrático Médio e é utilizado para comparação entre modelos que apresentam o mesmo número de observações. À semelhança do MSE, este indicador é penalizado por erros grandes e pode assim contribuir para a eliminação de métodos com erros elevados. A fórmula do seu cálculo, tendo em conta a expressão do indicador anterior, é dada por:

$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad (2.21)$$

- *MAPE – Mean Absolute Percentage Error*

Este indicador, Erro Percentual Absoluto Médio, é um dos indicadores mais utilizados para a medição da exatidão da procura através da avaliação do desvio do erro em termos percentuais. Deste modo, o seu cálculo pode ser obtido mediante a seguinte expressão:

$$MAPE = \frac{100}{N} \cdot \sum_{t=1}^N \left| \frac{x_t - y_t}{x_t} \right| \quad (2.22)$$

- *MAAPE – Mean Arctangent Absolut Percentage Error*

O indicador em questão não é o mais comum na medida em que apenas é usado quando nos valores observados ou previstos encontram-se presentes valores nulos. Assim, este indicador critério permite traduzir a percentagem média do erro de previsão em relação à grandeza das observações e é dado pela seguinte expressão:

$$MAAPE = \frac{1}{N} \cdot \sum_{t=1}^N \arctan \left(\left| \frac{x_t - y_t}{x_t} \right| \right) \quad (2.23)$$

- *MASE- Mean Absolut Scaled Error*

Este método é utilizado para comparar diferentes métodos. Quanto menor for o valor associado ao modelo, menor é o valor associado ao erro de previsão e consequentemente melhor é o método. É importante salientar que a expressão para cálculo deste indicador varia

em função do tipo de série temporal. Para séries temporais sem efeito sazonal é utilizada a seguinte expressão:

$$MASE = \frac{\frac{1}{j} \sum_j |x_t - y_t|}{\frac{1}{T-1} \sum_{t=2}^T |y_t - y_{t-1}|} \quad (2.24)$$

Onde:

j : número de previsões
T : número de períodos observados

Por outro lado, no caso de a série temporal apresentar sazonalidade, a expressão que permite o cálculo deste indicador é a seguinte:

$$MASE = \frac{\frac{1}{j} \sum_j |x_t - y_t|}{\frac{1}{T-m} \sum_{t=m+1}^T |y_t - y_{t-m}|} \quad (2.25)$$

Onde:

m : período sazonal

3 Caraterização do problema e metodologia aplicada

O caso em questão pretende avaliar a implementação de um modelo (R, s, Q) de forma a permitir uma gestão do inventário adequada das farmácias de forma a minimizar os custos globais associados e a aumentar o nível de serviço para evitar a existência de ruturas de *stock*. Este tratamento prende-se principalmente pela diminuição de redução dos custos operacionais, redução do número de ruturas de *stock* e pela melhoria do nível de serviço prestado ao cliente.

Aquando da aplicação do modelo mencionado anteriormente, verifica-se que a entidade distribuidora tem de se deslocar constantemente à farmácia de forma a suprimir as necessidades da mesma. Esta frequência ocorria quase diariamente, sendo que, por várias vezes, se verifica a necessidade de efetuar entregas mais que uma vez por dia.

Assim, sabendo que as encomendas eram feitas de modo discricionário, ou seja, só se efetuavam quando os responsáveis das farmácias consideravam necessário, constata-se que esta política não é a mais adequada na medida em que não suprime as necessidades dos clientes e a farmácia tem que estar em constante contacto com a entidade distribuidora. Portanto, com vista a melhorar os objetivos pretendidos por todas as partes, surge a necessidade da implementação de um modelo que se adegue ao dia-a-dia da farmácia.

3.1 Levantamento e análise de dados

Com o intuito de se proceder a uma análise detalhada dos artigos presentes nas farmácias, recorreu-se ao levantamento dos elementos que se encontram presentes na base de dados. Através da utilização do software de base de dados, *MongoDB*, é possível centralizar todas as informações inerentes aos artigos, o montante de produto em inventário bem como o valor vendido diariamente entre 1 de janeiro de 2017 e 30 de junho de 2020. Toda esta informação é reportada diariamente, exceto aos domingos.

Para a execução desta tarefa, tendo em conta que existe uma carência de dados para a quantidade de produto em *stock* entre 1 de janeiro de 2017 e 9 de novembro de 2019 verifica-se a necessidade de efetuar uma recriação dos dados existentes. Este procedimento apresenta sempre uma incerteza associada, também pelo facto de não estarem presentes na base de dados os valores de produtos recebidos por parte das farmácias a partir de 2 de novembro de 2019. Ainda assim, é possível constatar que o erro associado a este processo é muito baixo, sendo assim os resultados previstos bastante próximos dos valores reais.

3.2 Classificação e seleção dos produtos

Para a seleção dos artigos mais adequados estipula-se que os mesmos têm que corresponder aos itens que representam a maior faturação das farmácias. Para tal, para cada farmácia é efetuada uma análise ABC de forma a selecionar os artigos que correspondam à maioria das vendas. Posto isto, com o intuito de facilitar a seleção dos artigos, efetua-se uma análise à variabilidade da procura e define-se um horizonte temporal mensal. Deste modo, são

caracterizados os artigos em questão e selecionados os artigos cujo procura se encontra definida como estável.

Assim, na Figura 13 verifica-se que aproximadamente 30 % dos artigos correspondem a 80 % do total da faturação. Em relação aos artigos “B” que representam 15 % do total de vendas correspondem a 45 % do total dos artigos e os restantes 5 % do total de faturação estão associados aos restantes 25 % do total de artigos.

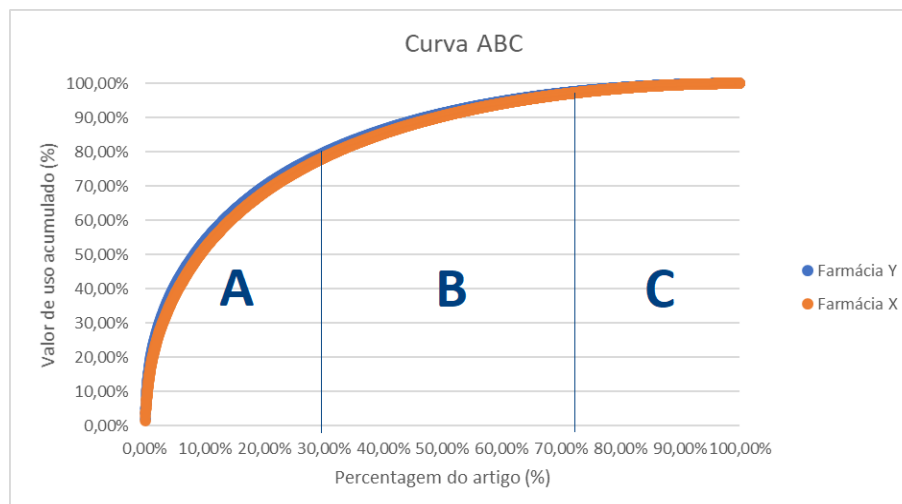


Figura 13 – Curva ABC

Para além de serem selecionados produtos presentes na classe A são escolhidos artigos cuja variabilidade na procura seja principalmente pouco variável. Deste modo, são selecionados os artigos presentes na Tabela 4.

Tabela 4 – Identificação dos artigos selecionados e respetivas características

Farmácia	SKU	Artigo	Classificação	PVF [€]
Farmácia X	9373449	DAFLON 500 MG COMP.REV P X60	AX	14,66
	5126974	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	AX	36,19
	5390786	METFORMINA GENERIS 1000 MG COMP. REV. P X 60 MG	AX	3,08
	4332987	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	AY	4,69
	3809787	TROMALYT 150 MG CAP.LM X28	AY	1,72
Farmácia Y	3635588	AMOXIC+AC CLAV RPH 875 MG 125 MG COMP.REV X16 MG	AX	4,74
	5554423	EUCREAS 1000 MG 50 MG COMP.REV P X60	AX	35,81
	5126974	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	AX	36,19
	4332987	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	AY	4,69
	2783181	TRITICUM AC 150 MG COMP.LM X60	AX	11,78

3.3 Estado pré-implementação

Através da análise dos dados obtidos é possível verificar a gestão de inventário efetuada antes da implementação do modelo pretendido. Como é visível na Figura 14, entre 2 de janeiro de 2017 e 31 de outubro de 2019, é notória a elevada quantidade de produtos armazenados nas farmácias traduzindo-se num elevado custo de armazenamento.

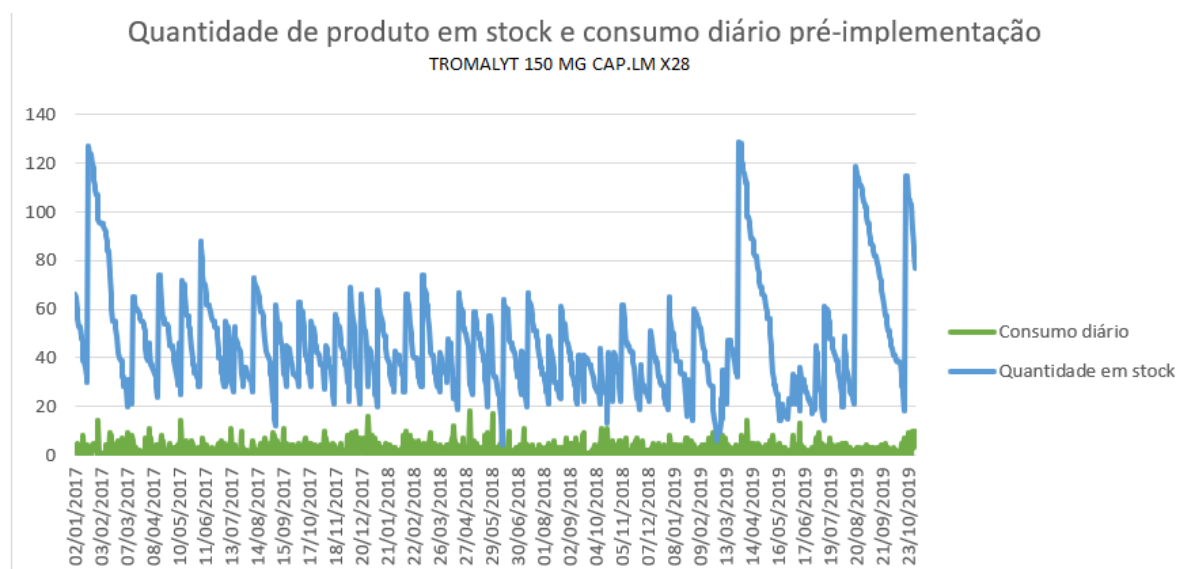


Figura 14 – Quantidade de produto em *stock* para o produto “TROMALYT 150 MG CAP.LM X28” entre 2 de janeiro de 2017 e 29 de fevereiro de 2020

No caso do produto “JANUMET 1000 MG 50 COMP.REV P X56” da farmácia Y, na Figura 15 verifica-se um elevado nível de *stock* e várias ruturas de *stock*.



Figura 15- Quantidade de produto em *stock* para o produto “JANUMET 1000 MG 50 COMP.REV P X56” na farmácia Y entre 2 de janeiro de 2017 e 29 de fevereiro de 2020

No anexo A encontram-se presentes os gráficos da quantidade em *stock* para os vários produtos em função do tempo e da farmácia em questão.

Como é possível confirmar na Tabela 5, os custos de posse representam em média 96% do total dos custos.¹

¹ Até 31 de outubro de 2019 não existia a informação sobre vendas perdidas e o custo associado ao mesmo não se encontra contabilizado nesta tabela

Tabela 5 – Custos de posse e de encomenda e percentagem dos custos de posse em relação aos custos totais para cada produto

Farmácia	Artigo	Custo total de posse [€]	Custo total de encomenda [€]	Percentagem dos custos de posse em relação aos custos totais [%]
Farmácia X	DAFLON 500 MG COMP.REV P X60	63,58	0,77	98,80
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	129,90	1,05	99,19
	METFORMINA GENERIS 1000 MG COMP. REV. P X 60 MG	6,09	0,96	86,31
	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	19,57	1,05	94,91
	TROMALYT 150 MG CAP.LM X28	26,19	0,92	96,61
Farmácia Y	AMOXIC+AC CLAV RPH 875 MG 125 MG COMP.REV X16 MG	21,26	1,05	95,29
	EUCREAS 1000 MG 50 MG COMP.REV P X60	130,69	1,05	99,20
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	113,26	1,05	99,08
	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	29,60	1,05	96,58
	TRITICUM AC 150 MG COMP.LM X60	40,50	1,05	97,47

Deste modo, surge a necessidade de verificar se a quantidade de produto em inventário é superior às necessidades, levando assim a um custo dispensável.

3.4 Previsão da procura

A previsão da procura é um ponto fundamental na aplicação de um modelo de gestão de inventário. Como tal, a aplicação de métodos para previsão da procura tem como objetivo melhorar a quantidade de produto que, para determinado horizonte temporal, é pretendida pelo cliente. Assim, de forma a aperfeiçoar a quantidade de produto em inventário tem de existir um equilíbrio para que a quantidade de produto em *stock* não seja elevada e resulte num aumento dos custos de posse do artigo. Por outro lado, verifica-se a necessidade de impedir a existência de ruturas de *stock* e consequentemente originar vendas perdidas.

Para o caso em questão são utilizados vários modelos de previsão. Para séries em que a tendência é irrelevante são aplicados o Método da Média Móvel Simples e o Método do Amortecimento Exponencial Simples. No caso de a tendência se encontrar presente, os métodos a utilizar são o Método da Média Móvel Dupla e o Método do Amortecimento Exponencial Duplo (Holt). No caso dos métodos de Amortecimento Exponencial a determinação dos fatores a utilizar é realizada através da análise de dados anteriores a 31 de outubro de 2019, denominada de fase de treino. Esta fase permite obter os valores mais adequados através da minimização do erro. Para os métodos de média móvel, a mesma é obtida para observações 14 e de 30 dias. Posteriormente verifica-se qual dos valores apresenta

menor erro associado de forma a selecionar qual se adequa ao melhor modelo de gestão de inventário.

Para além dos modelos mais comuns aplicados é utilizado outro método denominado de “Método Utilizado” que utiliza pesos em função dos dados, ou seja, o recurso em questão tem em conta a proximidade à data da previsão atribuindo maior ênfase a este valor. Estes intervalos de datas encontram-se previamente estipulados e a sua definição tem por fim a captação do período homólogo, tendo em conta a possibilidade de existência de sazonalidade, assim como para o período em cadeia para averiguar a existência de alguma tendência ou movimentos mais recentes nesse período. Assim, pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$y_t = y_1 \cdot 0,2 + y_2 \cdot 0,3 + y_3 \cdot 0,5 \quad (3.1)$$

Em que,

$$y_1 = \sum_{t-365}^{t-335} \frac{x_r}{N}$$

$$y_2 = \sum_{t-15}^{t-30} \frac{x_r}{N}$$

$$y_3 = \sum_{t-15}^{t-1} \frac{x_r}{N}$$

Onde:

N : número de observações
 x_r : valor real no período r
 y_s : valor médio previsto do período s
t : dia t para o qual se pretende efetuar a previsão

Outro fator a ter em conta para este método é o cálculo do desvio-padrão dos valores em análise. Esta parâmetro pode ser obtido através da seguinte expressão:

$$\sigma_t = \sigma_1 \cdot 0,2 + \sigma_2 \cdot 0,3 + \sigma_3 \cdot 0,5 \quad (3.2)$$

Em que,

$$\sigma_1 = \sqrt{\sum_{t-365}^{t-335} \frac{(x_r - \bar{x})^2}{N}}$$

$$\sigma_2 = \sqrt{\sum_{t-15}^{t-30} \frac{(x_r - \bar{x})^2}{N}}$$

$$\sigma_3 = \sqrt{\sum_{t-15}^{t-1} \frac{(x_r - \bar{x})^2}{N}}$$

Onde:

N : número de observações
 x_r : valor real no período r
 $\bar{x}$: valor médio para o número de observações N
 σ_t : desvio-padrão para o período s
t : dia t para o qual se pretende efetuar a previsão

Deste modo, é efetuada a previsão da procura e analisada a sua discrepância em relação ao valor real. Essa previsão é efetuada de forma diária e agrupada semanalmente e mensalmente, em que se prevê sempre o próximo dia. A questão é para diferentes horizontes temporais, semanais ou mensais, passa por prever os próximos e efetua-se a agregação. De forma a facilitar a perceção é explícito o seguinte exemplo: para a previsão do dia 2, é utilizada a previsão do dia 1 como se fosse real.

É de relevância referir que, tendo em conta alguns indicadores de avaliação da previsão da procura, nomeadamente o MASE e o MAD, é efetuada a minimização do erro associado, especialmente nos métodos que apresentam amortecimento exponencial, de forma a obter o valor mais adequado. Outro ponto importante a referir é caso um método de previsão apresentar menor erro em relação a outros métodos não implica que seja esse o mais adequado ao modelo a implementar na medida em que o método a selecionar deve ser aquele que garanta melhor valor em função do *stock* e custo.

3.5 Aplicação de uma janela rolante

Com a utilização dos históricos de vendas, verifica-se a existência de alguns pontos que se encontram desviados dos valores mais comuns das séries e que influenciam diretamente a previsão para o “Método Utilizado”. Assim, com o intuito de efetuar uma previsão mais estável e com menos flutuações para o horizonte temporal selecionado, são aplicadas várias janelas rolantes que fazem a previsão para os próximos 7 e 30 dias. Esta aplicação também permite dar mais enfoque aos valores mais recentes.

3.6 Otimização da previsão do “Método Utilizado”

Atendendo que para a previsão da procura o “Método Utilizado” dá importância às vendas mais recentes, surge a necessidade de verificar se a influência dos pesos deste método é apropriada e permite efetuar um bom prognóstico das vendas. Deste modo, com recurso à ferramenta *Solver* e ao indicador MSE, com a observação das vendas efetivas e dos valores previstos, é possível minimizar a discrepância existente entre ambos com o fim de obter o valor ótimo para cada peso para cada produto analisado. O principal objetivo é obter um indicador otimizado que seja comum para todos os artigos de forma a melhorar a previsão associada. Este valor é obtido através do cálculo da média dos resultados ótimos anteriores.

3.7 Modelos de gestão de inventário

No que diz respeito ao aprovisionamento de artigos é necessário efetuar a seleção do modelo de controlo de inventário mais adequado. Desta forma, é analisado o desempenho do modelo (R, s, Q), implementado a partir de 1 de novembro de 2019. Para além deste sistema de revisão, tendo em conta que no período anterior a esta data verificava-se a necessidade de pedido de produtos por parte das farmácias de forma diária ou até mesmo de forma bidiária, propôs-se a implementação do modelo periódico (R, S) com um período de revisão diário.

Assim, com a utilização dos valores reais dos consumos, é efetuada a recriação das quantidades em *stock* para o período entre 1 de novembro de 2019 e 29 de fevereiro de 2020, e é obtida a quantidade a encomendar bem como o número total de vendas perdidas, se for o caso.

Para esta reconstituição é necessário calcular para cada modelo os parâmetros característicos tais como o *reorder point* e a quantidade a encomendar, no caso do modelo (R, s, Q) e o nível de enchimento, para o modelo de revisão periódico. Para o caso em questão, o *reorder point* é definido em função do nível de serviço. Numa abordagem mais detalhada, é importante

salientar que o período de revisão corresponde a um dia e as entregas efetuadas pela distribuidora são feitas de segunda a sábado.

Posto isto, para seleção do modelo adequado é necessário ter em consideração o cumprimento dos requisitos pretendidos e a minimização global dos custos, como é abordado posteriormente.

3.8 Custos globais associados

Tendo em vista a definir qual o método mais conveniente para cada farmácia, é efetuada uma análise detalhada com vários métodos que influenciam o custo total para cada modelo.

Para tal, são testados vários métodos de previsão nos diversos modelos de gestão de inventário para verificar quais os mais convenientes, ou seja, os que garantem menores custos e melhor nível de serviço ao cliente.

Para a obtenção dos custos totais são tidos em conta o custo de posse, custo de encomenda e o custo associado às vendas perdidas. Estes valores unitários são variáveis em função da farmácia e do produto e encontram-se presentes na Tabela 6.

Tabela 6 – Custos unitários de posse e aprovisionamento em função do artigo e da farmácia

Farmácia	Artigo	Custo unitário de posse [€]	Custo unitário de aprovisionamento [€]
Farmácia X	DAFLON 500 MG COMP.REV P X60	1,53	0,01
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	3,64	0,01
	METFORMINA GENERIS 1000 MG COMP. REV. P X 60 MG	0,19	0,01
	SINVESTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	0,49	0,01
	TROMALYT 150 MG CAP.LM X28	0,20	0,01
Farmácia Y	AMOXIC+AC CLAV RPH 875 MG 125 MG COMP.REV X16 MG	0,54	0,01
	EUCREAS 1000 MG 50 MG COMP.REV P X60	3,65	0,01
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	3,69	0,01
	SINVESTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	0,52	0,01
	TRITICUM AC 150 MG COMP.LM X60	1,25	0,01

Em relação ao custo associado a vendas perdidas este corresponde ao preço de venda final do artigo em questão, ou seja, considera-se que caso este produto não se encontre disponível em stock a venda não é possível de praticar, não é cativa.

É notório salientar que até 31 de outubro de 2019 não existia a informação sobre vendas perdidas e por vezes, se não houvesse determinado artigo em armazém, a venda era

consumada, ou seja, registada no sistema da farmácia e resultava no aparecimento de quantidades em *stock* negativas. No caso de o cliente efetuar uma reserva paga, não se verifica uma custo por rutura de *stock*.

Em relação ao nível de serviço, estando este intimamente relacionado com os custos globais dos modelos, é efetuada uma análise da sensibilidade do mesmo de forma a verificar o seu impacto nos custos. O mesmo é efetuado para o caso dos custos unitários de posse e de aprovisionamento através da variação dos parâmetros em questão.

4 Apresentação e análise de resultados

Neste capítulo são apresentados todos os resultados obtidos através do seguimento da metodologia descrita no capítulo anterior. Adicionalmente, são analisados todos os valores obtidos.

4.1 Análise séries temporais

Como é mencionado no capítulo da revisão da literatura, as séries temporais apresentam componentes que tem impacto no tipo de método mais apropriado que deve ser aplicado, nomeadamente a tendência e a sazonalidade. Como é possível verificar na Figura 16, a série apresenta um coeficiente de determinação de 0,0023 para um modelo linear.

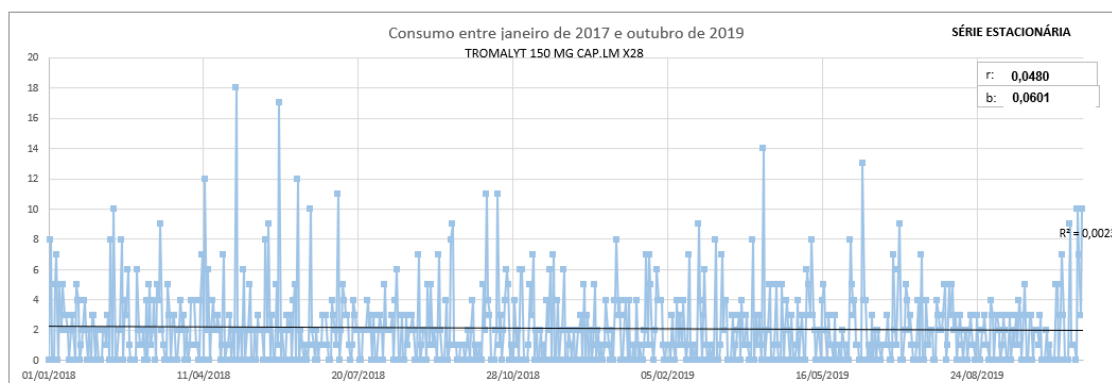


Figura 16 – Consumos para o produto “TROMALYT 150 MG CAP.LM X28” e coeficiente de correlação

Sabendo que o número total de observações é 1033, verifica-se que para uma série apresentar tendência, para um intervalo de confiança de 95%, o coeficiente de correlação tem que ser superior a 0,0601, como se constata na tabela do anexo B. Neste caso, para o produto “TROMALYT 150 MG CAP.LM X28” não é visível a presença de tendência visto que o coeficiente de correlação é 0,0480 sendo assim uma série estacionária. No anexo C encontram-se os gráficos para os restantes artigos.

Em relação à sazonalidade não existe evidência que permita afirmar a sua presença na série temporal em questão.

Posto isto, é efetuada esta análise para a lista de produto selecionados, para um horizonte temporal diário obtendo-se os seguintes resultados presentes na Tabela 7.

Tabela 7 – Tipo de tendência e sazonalidade para produtos selecionados

Farmácia	Produto	Tendência	Sazonalidade
Farmácia X	DAFLON 500 MG COMP.REV P X60	Não	Não
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	Não	
	METFORMINA GENERIS 1000 MG COMP. REV. P X 60 MG	Sim	
	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	Sim	
	TROMALYT 150 MG CAP.LM X28	Não	
Farmácia Y	AMOXIC+AC CLAV RPH 875 MG 125 MG COMP.REV X16 MG	Não	
	EUCREAS 1000 MG 50 MG COMP.REV P X60	Não	
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	Sim	
	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	Não	
	TRITICUM AC 150 MG COMP.LM X60	Sim	

4.2 Previsão da procura

Como é visível na Figura 17, para o artigo “TROMALYT 150 MG CAP.LM X28” os métodos de previsão encontram-se afastados do valor real pelo facto de em alguns dias o consumo ser nulo e, por outro lado, noutros dias apresentar picos de procura. Desta forma, torna-se difícil de prever o comportamento da série para um horizonte temporal tão curto. No anexo D encontram-se disponíveis os gráficos semelhantes para os restantes artigos.

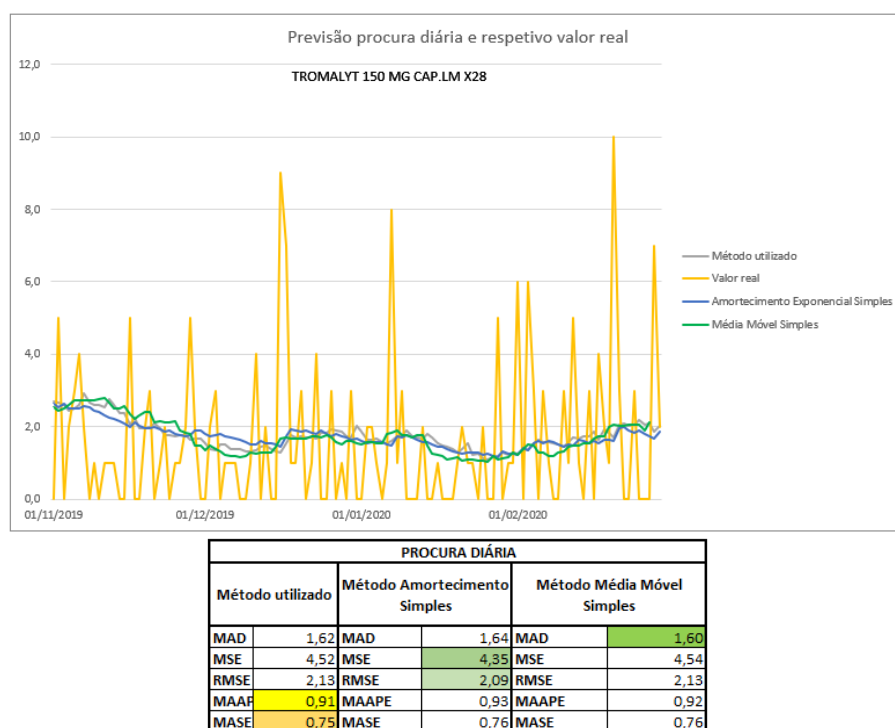


Figura 17 – Previsão e indicadores da procura diária para vários métodos

A obtenção de um modelo de previsão muito próximo dos valores reais para um horizonte temporal diário é inviável. Deste modo, tendo em conta os indicadores de análise de previsão, anexo D, é possível concluir a não existência de um método universal, apesar de o método do amortecimento exponencial aparentar apresentar valores mais próximos dos pretendidos.

Na Tabela 8 estão presentes os indicadores obtidos para cada produto e para a farmácia X em função do método aplicado. Para o método de amortecimento exponencial, a otimização das

constantes de amortecimento é efetuada tendo por base o indicador MSE. É possível averiguar, em conjunto com o anexo E, que os métodos de média móvel e amortecimento exponencial apresentam resultados mais favoráveis em relação ao “Método Utilizado”.

Tabela 8 – Indicadores obtidos em função de artigo e método de previsão para farmácia X

Farmácia	Artigo	Método de previsão	MAD	MSE	RMSE	MAAPE	MASE
Farmácia X	DAFLON 500 MG COMP.REV P X60	“Método Utilizado”	0,49	0,38	0,61	1,32	0,99
		Amortecimento Exponencial Simples	0,48	0,37	0,61	1,32	0,98
		Média Móvel Simples	0,46	0,38	0,61	1,32	0,91
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	“Método Utilizado”	0,67	0,72	0,85	1,23	1,02
		Amortecimento Exponencial Simples	0,65	0,70	0,84	1,25	0,98
		Média Móvel Simples	0,67	0,74	0,86	1,25	1,02
	METFORMINA GENERIS 1000 MG COMP. REV. P X 60 MG	“Método Utilizado”	1,09	2,17	1,47	1,02	0,82
		Amortecimento Exponencial Holt	1,03	2,12	1,46	0,99	0,77
		Média Móvel Dupla	1,16	2,28	1,51	1,04	0,86
	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	“Método Utilizado”	0,96	1,47	1,21	1,00	0,79
		Amortecimento Exponencial Holt	0,93	1,47	1,21	1,04	0,76
		Média Móvel Dupla	0,95	1,52	1,23	1,02	0,80
	TROMALYT 150 MG CAP.LM X28	“Método Utilizado”	1,62	4,52	2,13	0,91	0,75
		Amortecimento Exponencial Simples	1,64	4,35	2,09	0,93	0,76
		Média Móvel Simples	1,60	4,54	2,13	0,92	0,72

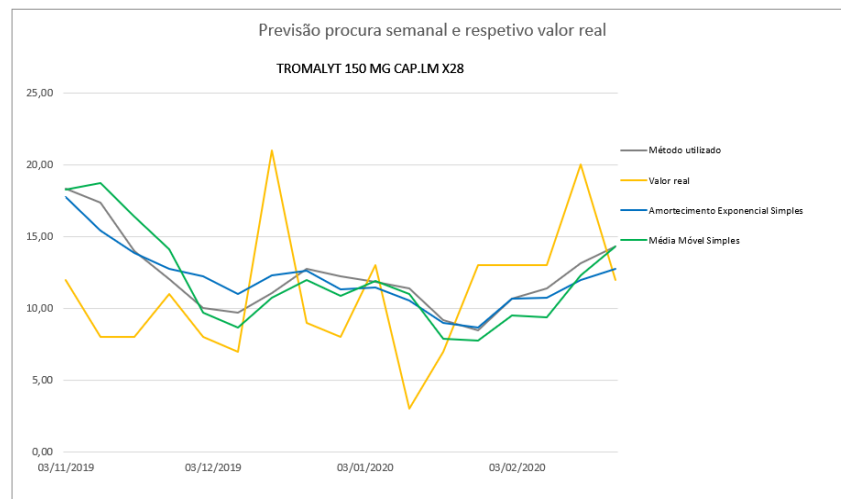
Na Tabela 9 estão presentes os indicadores obtidos para cada produto para a farmácia Y em função do método aplicado.

Tabela 9 - Indicadores obtidos em função de artigo e método de previsão para farmácia Y

Farmácia	Artigo	Método de previsão	MAD	MSE	RMSE	MAAPE	MASE
Farmácia Y	AMOXIC+AC CLAV RPH 875 MG 125 MG COMP.REV X16 MG	“Método Utilizado”	1,18	2,01	1,42	0,85	0,8
		Amortecimento Exponencial Simples	1,15	1,98	1,41	0,84	0,78
		Média Móvel Simples	1,17	2,01	1,42	0,85	0,79
	EUCREAS 1000 MG 50 MG COMP.REV P X60	“Método Utilizado”	0,83	1,16	1,08	0,90	0,78
		Amortecimento Exponencial Simples	0,82	1,15	1,07	0,89	0,77
		Média Móvel Simples	0,84	1,18	1,09	0,90	0,78
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	“Método Utilizado”	1,20	2,24	1,50	0,83	0,80
		Amortecimento Exponencial Holt	1,11	2,25	1,50	0,78	0,74
		Média Móvel Dupla	1,29	2,54	1,60	0,87	0,85
	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	“Método Utilizado”	1,09	1,55	1,25	0,78	0,73
		Amortecimento Exponencial Simples	1,09	1,54	1,24	0,78	0,72
		Média Móvel Simples	1,08	1,55	1,25	0,77	0,71
	TRITICUM AC 150 MG COMP.LM X60	“Método Utilizado”	0,73	0,89	0,94	0,93	0,75
		Amortecimento Exponencial Holt	0,73	0,87	0,93	0,90	0,76
		Média Móvel Dupla	0,75	0,95	0,97	0,97	0,79

Com os dados de ambas as tabelas, verifica-se que para as séries sem tendência o método de amortecimento exponencial simples apresenta melhores resultados que os outros métodos para os indicadores MSE e RMSE.

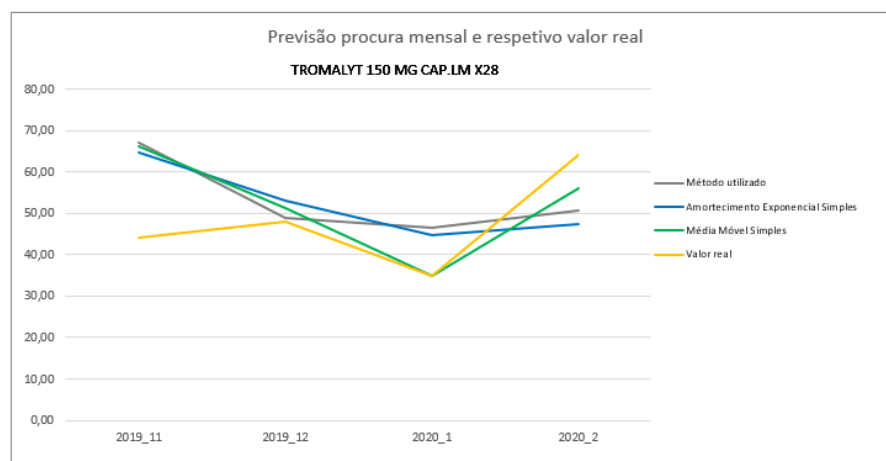
No caso de o horizonte temporal ser aumentado para uma semana ou para um mês, é possível constatar na Figura 18 que os indicadores das previsões se encontram mais próximas do valor real e os indicadores apresentam menores valores em relação ao diário.



PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método Amortecimento Simples		Método Média Móvel Simples	
MAD	4,40	MAD	4,32	MAD	3,49
MSE	27,27	MSE	27,32	MSE	23,68
RMSE	5,22	RMSE	5,23	RMSE	4,87
MAAP	0,40	MAAPE	0,41	MAAPE	0,30
MASE	1,03	MASE	0,86	MASE	0,98

Figura 18 - Previsão e indicadores da procura semanal para vários métodos para o produto “TROMALYT 150 MG CAP.LM X28”

Em relação à previsão da procura para um período mensal esta pode ser analisada através da Figura 19.



PROCURA MENSAL					
Método Utilizado		Método Amortecimento Simples		Método Média Móvel Simples	
MAD	12,19	MAD	11,26	MAD	8,45
MSE	209,46	MSE	182,51	MSE	142,99
RMSE	14,47	RMSE	13,51	RMSE	11,96
MAAP	0,26	MAAPE	0,24	MAAPE	0,17
MASE	0,79	MASE	0,73	MASE	0,55

Figura 19 - Previsão e indicadores da procura mensal para vários métodos para o produto “TROMALYT 150 MG CAP.LM X28”

Para o caso em análise é possível verificar que o método mais próximo do valor pretendido é o método da Média Móvel Simples.

Como é possível verificar nas figuras apresentadas anteriormente, à medida que reduzida a granularidade temporal, quer para semanal ou até mesmo mensal, o erro associado é cada vez menor, permitindo assim a obtenção de melhores previsões.

Em suma, é difícil definir um método de previsão generalizado que consiga garantir sempre os valores mais próximos do consumo para vários horizontes temporais. No entanto, os métodos de previsão de amortecimento exponencial e média móvel para a maioria dos produtos garantem melhores valores em relação ao “Método Utilizado”.

4.3 Estabelecimento e seleção do modelo mais adequado

4.3.1 Seleção do método de previsão e modelo de gestão de inventário

De forma a obter um modelo de gestão de inventário que cumpra os requisitos pretendidos e garanta a minimização dos custos, são utilizados vários processos para a determinação do modelo mais adequado. Deste modo são utilizados três tipos de previsão de procura, “Método Utilizado”, Amortecimento Exponencial Simples e Média Móvel Simples, no caso de o produto possuir tendência, caso contrário, são aplicados o Método de Amortecimento Exponencial Duplo e o Método da Média Móvel Dupla. A variação da quantidade de produto em *stock* com a aplicação do modelo (R, s, Q) entre 1 de novembro de 2019 e 29 de fevereiro de 2020 encontra-se visível na Figura 20. É notória a redução de produto em *stock* entre novembro de 2019 e a segunda semana de dezembro de 2019. Assim, confirma-se a existência de produto em inventário em excesso, originando custos desnecessários de posse.

Para a análise em questão o nível de serviço utilizado é 0,98, exceto para o produto “AMOXIC+AC CLAV RPH 875 MG 125 MG COMP.REV X16 MG” cujo nível de serviço é 0,95. Para além disto, no anexo F estão disponíveis os restantes gráficos obtidos para outros produtos bem como os gráficos caso se implementasse o modelo periódico (R, S) para a farmácia Y.

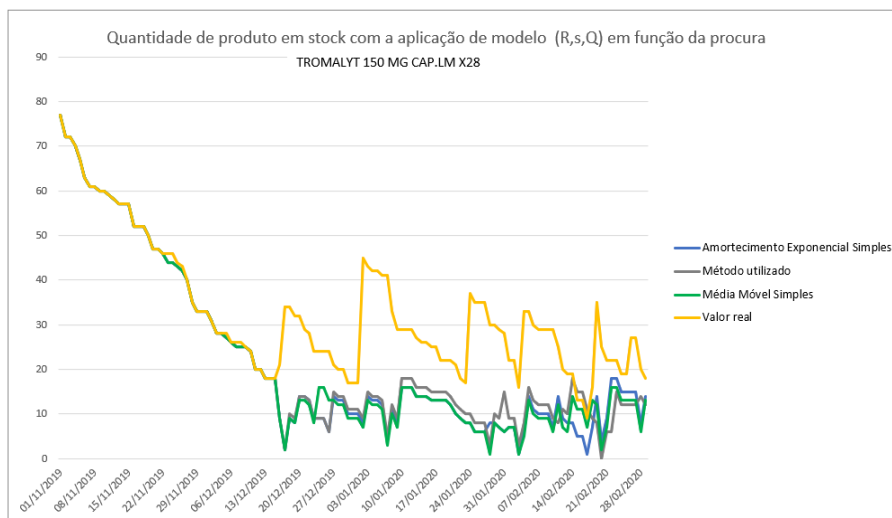


Figura 20 – Quantidade de produto de *stock* para o modelo (R, s, Q) para vários métodos de previsão para o produto “TROMALYT 150 MG CAP.LM X28”

Posto isto, a aplicação dos métodos de previsão mencionados permite obter os valores que se encontram presentes na Tabela 10.

Tabela 10 – Custos totais em função do método de previsão e modelo para cada produto para a farmácia X

Farmácia	Artigo	Modelo	Método previsão	Indicador de erro [MAAPE]	Custo total de posse [€]	Custo total de encomenda [€]	Custo associado a vendas perdidas [€]	Custo total [€]	PVF [€]
Farmácia X	DAFLON 500 MG COMP.REV P X60	R, s, Q	MU	1,32	2,35	0,13	0,00	2,48	14,99
			AES	1,33	2,36	0,75	0,00	3,11	
			MMS	1,32	2,36	0,72	0,00	3,08	
		R, S	MU	1,32	1,53	0,24	14,99	16,87	
			AES	1,33	1,76	1,20	0,00	2,96	
			MMS	1,32	1,76	1,14	0,00	2,90	
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	R, s, Q	MU	1,23	5,66	0,22	108,57	114,44	36,19
			AES	1,24	5,24	1,35	144,76	151,35	
			MMS	1,25	5,29	1,38	144,76	151,43	
		R, S	MU	1,23	3,65	0,34	36,19	40,18	
			AES	1,24	4,31	1,26	0,00	5,57	
			MMS	1,25	4,31	1,29	77,38	77,98	
	METFORMINA GENERIS 1000 MG COMP. REV. P X 60 MG	R, s, Q	MU	1,02	0,55	0,12	0,00	0,67	1,69
			AEH	1,01	0,53	0,57	0,00	1,10	
			MMD	1,04	0,47	0,84	0,00	1,31	
		R, S	MU	1,02	0,27	0,47	8,45	9,19	
			AEH	1,01	0,29	1,86	6,76	8,91	
			MMD	1,04	0,29	1,956	5,07	7,31	
	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	R, s, Q	MU	1,00	1,21	0,17	0,00	1,39	4,69
			AEH	1,00	0,95	0,96	0,00	1,91	
			MMD	1,02	1,01	1,05	0,00	2,06	
		R, S	MU	1,00	0,76	0,32	4,69	5,77	
			AEH	1,00	0,53	1,41	18,76	20,70	
			MMD	1,02	0,58	1,68	9,38	11,64	
	TROMALYT 150 MG CAP.LM X28	R, s, Q	MU	0,91	1,56	0,11	3,44	5,12	1,72
			AES	0,91	1,58	0,60	0,00	2,18	
			MMS	0,92	1,52	0,69	0,00	2,21	
		R, S	MU	0,91	1,32	0,35	5,16	6,83	
			AES	0,91	1,39	1,47	6,88	9,74	
			MMS	0,92	1,35	1,44	10,32	13,11	

Para a farmácia X, verifica-se que para a maioria dos produtos os modelos de amortecimento exponencial e média móvel apresentam custos semelhantes. Esta questão prende-se com o facto de a sua previsão ser parecida, tal como é visível na Figura 21.

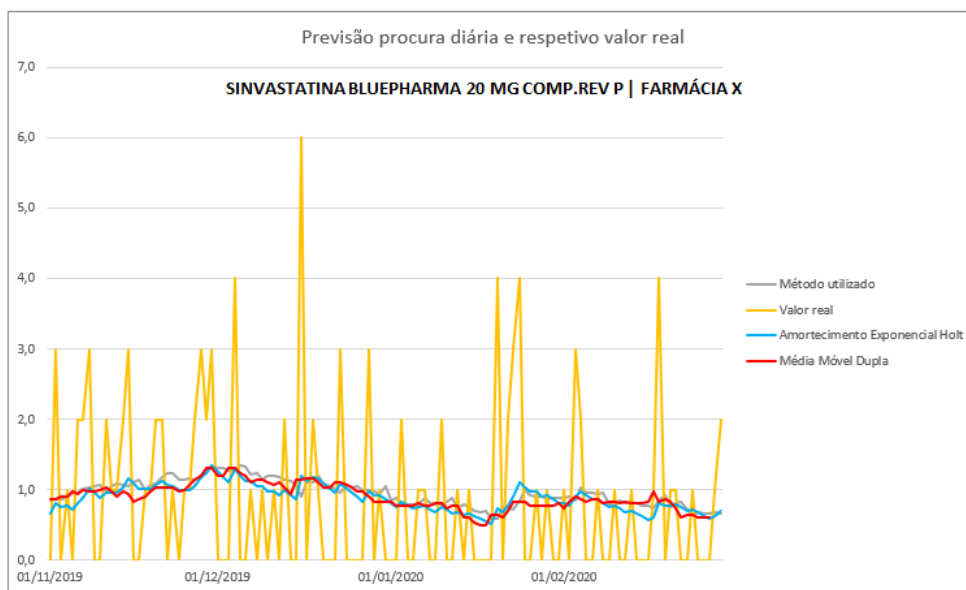


Figura 21 – Previsão procura e valor real para vários métodos para o produto “SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG

Em relação ao “Método Utilizado”, constata-se que tanto pode apresentar valores inferiores como valores superiores em relação aos outros métodos de previsão. Esta situação ocorre pelo facto de o “Método Utilizado” não ser um modelo “típico teórico” e seleccionar diferentes dados de consumos passados em comparação com os outros métodos. Outra conclusão a ser retirada é o facto de o modelo de gestão de inventário ter muito mais importância no custo total que o método de previsão. Na Tabela 11 encontram-se os custos totais estimados para várias políticas de revisão e diversos métodos de previsão referentes à farmácia Y.

Tabela 11 - Custos totais em função do método de previsão e modelo para cada produto para a farmácia Y

Farmácia	Artigo	Modelo	Método de previsão	Custo total de posse [€]	Custo total de encomenda [€]	Custo associado a vendas perdidas [€]	Custo total [€]	PVF [€]
Farmácia Y	AMOXIC+AC CLAV RPH 875 MG 125 MG COMP.REV X16 MG	R, s, Q	MU	1,27	0,25	0,00	1,52	4,74
			AES	1,07	1,38	0,00	2,45	
			MMS	1,14	1,35	0,00	2,49	
		R, S	MU	0,67	0,56	0,00	1,23	
			AES	0,67	2,19	9,48	12,34	
			MMS	0,69	2,25	9,58	12,42	
	EUCREAS 1000 MG 50 MG COMP.REV P X60	R, s, Q	MU	7,10	0,32	0,00	7,42	35,81
			AES	6,19	1,80	0,00	7,99	
			MMS	6,52	1,80	0,00	8,32	
		R, S	MU	5,34	0,47	0,00	5,80	
			AES	5,14	1,80	35,81	42,75	
			MMS	5,44	1,83	35,81	43,08	
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	R, s, Q	MU	7,31	0,52	253,33	261,16	36,19
			AEH	6,63	2,52	398,09	336,86	
			MMD	9,48	1,20	72,36	83,06	
		R, S	MU	6,36	0,56	108,57	115,49	
			AEH	6,73	2,13	144,76	153,62	
			MMD	6,40	2,19	253,33	261,92	
	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	R, s, Q	MU	1,57	0,23	0,00	1,76	4,69
			AES	1,48	1,23	0,00	2,71	
			MMS	1,43	1,23	0,00	2,66	
		R, S	MU	0,93	0,59	4,69	6,21	
			AES	0,99	2,34	0,00	3,33	
			MMS	0,98	2,37	0,00	3,35	
	TRITICUM AC 150 MG COMP.LM X60	R, s, Q	MU	2,15	0,24	23,56	25,95	11,78
			AEH	1,95	1,35	11,78	15,08	
			MMD	2,11	0,93	11,78	14,82	
		R, S	MU	1,17	0,46	35,34	36,97	
			AEH	1,29	1,89	35,34	38,52	
			MMD	1,27	2,01	23,56	26,84	

Como se verifica nas Tabelas 10 e 11, para os métodos e modelos que apresentam vendas perdidas os seus custos totais são superiores aos restantes. Assim, é visível que, para os modelos que apresentam um preço de venda final elevado, no caso da existência de uma venda perdida verifica-se uma maior discrepância em relação aos outros métodos, como se verifica para o produto “ JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56” da farmácia Y.

Este produto caracteriza-se por apresentar uma procura muito intermitente, como é visível no anexo D. Deste modo, a sua previsão é de difícil execução e estas variabilidades da procura, tal como *outliers*, influenciam a parametrização do modelo e têm consequências no custo total. Assim, para este tipo de produtos, sugere-se a seleção de um modelo que apresente um maior nível de serviço para evitar vendas perdidas e consequentemente maiores custos totais.

Outra ilação que se constata é que os modelos de gestão de inventário revelam maior impacto nos custos que o método de previsão.

Em termos de modelo, é visível que, na maioria dos casos, aquele que apresenta melhores resultados é o (R, s, Q). Em relação ao método de previsão, tal como é mencionado anteriormente, os métodos de amortecimento e média móvel, sendo estes modelos robustos e reconhecidos, apresentam previsões similares e diferentes do “Método Utilizado”. O “Método Utilizado” apresenta para alguns casos melhores resultados que as outras técnicas, no entanto para outras situações identificam-se piores resultados. Deste modo, a selecionar um modelo universal aconselha-se a aplicação do modelo (R, s, Q) com o método de amortecimento exponencial ou média móvel.

4.3.1.1 Aplicação de uma janela rolante

Tendo em vista a melhoria do modelo implementado, é ponderada a integração de várias janelas rolantes.

Na Figura 22 encontra-se o gráfico e os indicadores da previsão da procura diária do produto “TROMALYT 150 MG CAP.LM X28” com a aplicação de uma janela rolante de 7 e 30 dias.

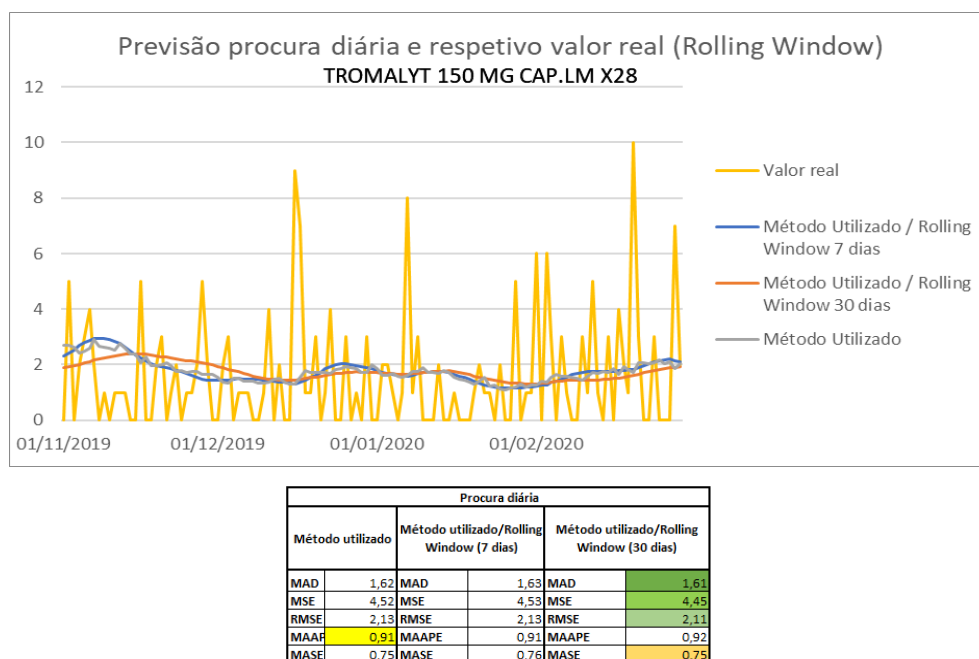


Figura 22 – Previsão e indicadores para procura diária de várias janelas rolantes para o produto “TROMALYT 150 MG CAP.LM X28”

Os restantes gráficos encontram-se presentes no anexo G.

Deste modo, na Tabela 12 demonstram-se os custos totais obtidos do modelo aplicado para cada farmácia com a variante da utilização de duas janelas rolantes para a previsão da procura do “Método Utilizado” entre 1 de novembro de 2019 e 29 de fevereiro de 2020.

Tabela 12 – Custos totais para determinado artigo em função da janela rolante

Farmácia	Artigo	Custo total com aplicação de janela rolante de 7 dias [€]	Custo total com aplicação de janela rolante de 30 dias [€]	Custo total sem aplicação de janela rolante [€]
Farmácia X	DAFLON 500 MG COMP.REV P X60	2,46	3,26	2,48
		0 %	32,52 %	0,81 %
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	114,51	115,13	114,44
		0,06 %	0,60 %	0 %
	METFORMINA GENERIS 1000 MG COMP. REV. P X 60 MG	0,68	1,46	0,67
		1,49 %	117,91 %	0 %
	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	1,34	2,12	1,39
		0 %	58,21 %	3,73 %
	TROMALYT 150 MG CAP.LM X28	1,69	5,91	5,12
		0 %	249,70 %	202,96 %
	Média do desfasamento em relação ao menor valor obtido (%)		0,31 %	91,79 %
				41,50 %
Farmácia Y	AMOXIC+AC CLAV RPH 875 MG 125 MG COMP.REV X16 MG	1,50	2,18	1,52
		0 %	45,33 %	1,33 %
	EUCREAS 1000 MG 50 MG COMP.REV P X60	7,55	8,01	7,42
		1,75 %	7,95 %	0 %
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	189,01	261,55	261,16
		0 %	38,38 %	38,17 %
	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	1,79	1,79	2,47
		0 %	0 %	37,99 %
	TRITICUM AC 150 MG COMP.LM X60	14,16	26,62	25,95
		0 %	87,99 %	83,26 %
	Média do desfasamento em relação ao menor valor obtido (%)		0,35 %	35,93 %
				32,15 %

Deste modo, para ambas as farmácias é evidente que a aplicação de uma janela rolante de 7 dias permite a minimização dos custos totais associados aos modelos e, principalmente, a obtenção de um valor menos desfasado do menor valor possível.

4.3.1.2 Otimização do “Método Utilizado”

Outra forma de proceder à otimização do “Método Utilizado” para previsão da procura é através da alteração dos pesos que o método em questão utiliza. Atualmente, o método dá maior importância aos valores mais recentes e surge a necessidade verificar a sua eficiência.

Tal como é mencionado anteriormente, com recurso à ferramenta *Solver* e ao indicador MSE, são obtidos os pesos ótimos para cada produto. Esses valores encontram-se presentes na Figura 23, com a adição do valor estimado que corresponde à média de todos os pesos, permitindo assim a obtenção de um valor que possa apresentar resultados que satisfaçam todos os artigos.

	Produto 1	Produto 2	Produto 3	Produto 4	Produto 5	Produto 6	Produto 7	Produto 8	Produto 9	Produto 10	Valor estimado
Peso 1	0,424424	0,861508	0,594473	0,712144	0,443542	0,394206	1	0,678051	0,909662	0,471668	0,648967974
Peso 2	0,34981	0,138492	0,308889	0,14618	0,392954	0,134339	1E-08	0,321949	0	0,328703	0,212131699
Peso 3	0,225766	0	0,096638	0,141675	0,163504	0,471454	0	0	0,090338	0,199629	0,138900325

Figura 23 – Valores ótimos para cada previsão de cada produto

Na Figura 24, a amarelo, está visível o valor estimado para cada peso. Este valor encontra-se bem no centro dos valores ótimos para cada produto.

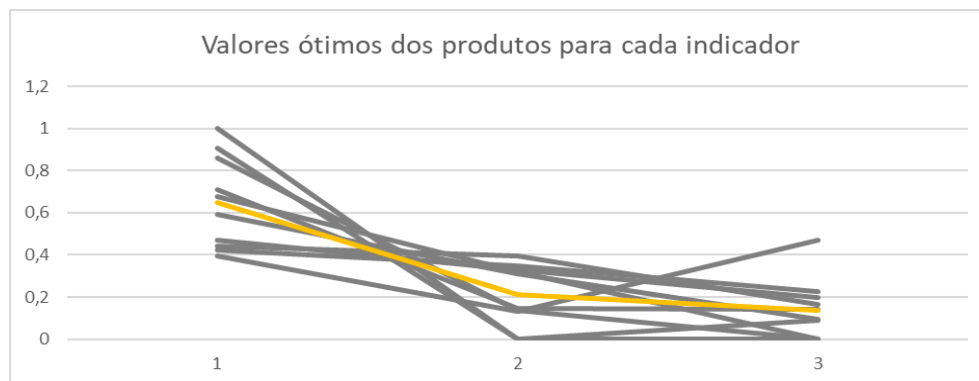


Figura 24 – Valores ótimos e valor estimado para cada indicador

O próximo passo consiste em efetuar a comparação dos custos totais obtidos com a implementação desta otimização. Desta forma, pretende-se averiguar se este processo permite efetivamente reduzir custos. Na Figura 25 encontram-se os custos atuais para os diversos produtos.

Custos Atuais										
Produto	Produto 1	Produto 2	Produto 3	Produto 4	Produto 5	Produto 6	Produto 7	Produto 8	Produto 9	Produto 10
Custo de posse	2,35	5,66	0,55	1,21	1,56	0,85	6,24	7,66	1,11	1,44
Stock médio	4,60	4,66	8,74	7,43	23,45	4,71	5,13	6,23	6,39	3,45
Consumo médio diário	0,31	0,46	0,94	0,88	1,58	1,33	0,88	1,38	1,38	0,76
Tempo médio até ser vendido (dias)	14,66	10,07	9,27	8,40	14,85	3,54	5,86	4,51	4,63	4,54
Número médio de encomendas mensais	4,25	7,25	4,00	5,75	3,75	12,50	11,00	14,00	14,75	13,25
Quantidade encomendada	34,00	46	108	100	124	152	87	146	151	85
Custo de setup	0,13	0,22	0,12	0,17	0,11	0,38	0,33	0,42	0,44	0,40
Custo associado a vendas perdidas	0,00	108,57	0,00	0,00	3,44	0,00	0,00	36,19	0,00	0,00
Custo total do produto	2,48	114,44	0,67	1,39	5,12	1,22	6,57	44,27	1,55	1,84
	124,09					55,46				

Figura 25 – Custos para o método de previsão atual para cada produto

Com a utilização dos indicadores globais ótimos são calculados os custos associados para cada modelo, tal como é visível na Figura 26.

Custos c/ otimização										
Produto	Produto 1	Produto 2	Produto 3	Produto 4	Produto 5	Produto 6	Produto 7	Produto 8	Produto 9	Produto 10
Custo de posse	2,52	5,93	0,53	1,20	1,63	0,84	6,04	7,66	1,19	1,48
Stock médio	4,95	4,88	8,39	7,37	24,40	4,68	4,97	6,23	6,86	3,56
Consumo médio diário	0,31	0,46	0,94	0,88	1,58	1,33	0,88	1,38	1,38	0,76
Tempo médio até ser vendido (dias)	15,76	10,55	8,90	8,34	15,46	3,52	5,67	4,51	4,97	4,68
Número médio de encomendas mensais	4,25	7,00	4,00	5,50	3,50	12,75	11,25	14,00	13,75	12,75
Quantidade encomendada	34,00	48	104	99	122	153	88	146	153	85
Custo de setup	0,13	0,21	0,12	0,17	0,11	0,38	0,34	0,42	0,41	0,38
Custo associado a vendas perdidas	0,00	72,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Custo total do produto	2,65	78,52	0,65	1,37	1,73	1,22	6,38	8,08	1,60	1,87
	84,92					19,16				

Figura 26 – Custos para o método de previsão global ótimo para cada produto

De modo a minimizar ainda mais os custos, é explorada a possibilidade de, juntamente com a otimização dos valores utilizar uma janela rolante, alcançar esse objetivo. Assim sendo, surgem os valores que se encontram presentes na Figura 27.

Custos c/ otimização e janela rolante 7 dias										
Produto	Produto 1	Produto 2	Produto 3	Produto 4	Produto 5	Produto 6	Produto 7	Produto 8	Produto 9	Produto 10
Custo de posse	2,33	5,85	0,56	1,15	1,59	0,82	6,15	7,78	1,16	1,46
Stock médio	4,57	4,82	8,79	7,02	23,79	4,58	5,06	6,32	6,67	3,51
Consumo médio diário	0,31	0,46	0,94	0,88	1,58	1,33	0,88	1,38	1,38	0,76
Tempo médio até ser vendido (dias)	14,55	10,41	9,32	7,93	15,07	3,44	5,77	4,58	4,83	4,62
Número médio de encomendas mensais	4,50	8,50	4,50	6,00	3,75	13,50	11,75	14,50	15,25	13,50
Quantidade encomendada	36,00	55	121	102	122	155	89	147	154	89
Custo de setup	0,14	0,26	0,14	0,18	0,11	0,41	0,35	0,44	0,46	0,41
Custo associado a vendas perdidas	0,00	36,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72,38	0,00	11,78
Custo total do produto	2,47	42,29	0,69	1,33	1,70	1,23	6,51	80,59	1,61	13,65
	48,47					103,59				

Figura 27 - Custos para o método de previsão global ótimo para cada produto com janela rolante

Com vista a obter o processo que permita obter melhores resultados, verifica-se que para os produtos da farmácia X juntamente com a janela rolante permite alcançar custos significativamente inferiores.

4.3.2 Influência do nível de serviço

Tal como é mencionado anteriormente, o nível de serviço tem uma elevada influência nos custos totais do modelo de gestão inventário. Desta forma na Figura 28 encontram-se os custos totais determinados em função do nível de serviço estipulado.

Produto&Farmácia	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q
AMOXIC+AC CLAV RPH 875 MG 125 MG COMP.REV X16 MG VitoriaParedes	Nível de serviço = 0,8 1,22	Nível de serviço = 0,9 1,38	Nível de serviço = 0,95 1,52	Nível de serviço = 0,97 1,59	Nível de serviço = 0,98 1,63	Nível de serviço = 0,99 1,83
DAFLON 500 MG COMP.REV P X60 Quintalgreja	Nível de serviço = 0,8 1,99	Nível de serviço = 0,9 2,19	Nível de serviço = 0,95 2,35	Nível de serviço = 0,97 2,39	Nível de serviço = 0,98 2,48	Nível de serviço = 0,99 2,55
EUCREAS 1000 MG 50 MG COMP.REV P X60 VitoriaParedes	Nível de serviço = 0,8 113,14	Nível de serviço = 0,9 78,01	Nível de serviço = 0,95 78,51	Nível de serviço = 0,97 78,77	Nível de serviço = 0,98 7,42	Nível de serviço = 0,99 7,86
JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56 Quintalgreja	Nível de serviço = 0,8 148,96	Nível de serviço = 0,9 149,28	Nível de serviço = 0,95 150,23	Nível de serviço = 0,97 114,31	Nível de serviço = 0,98 114,44	Nível de serviço = 0,99 78,43
JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56 VitoriaParedes	Nível de serviço = 0,8 476,46	Nível de serviço = 0,9 404,62	Nível de serviço = 0,95 404,96	Nível de serviço = 0,97 261,05	Nível de serviço = 0,98 261,16	Nível de serviço = 0,99 261,68
METFORMINA GENERIS 500 MG COMP. REV. P X 60 MG Quintalgreja	Nível de serviço = 0,8 0,55	Nível de serviço = 0,9 0,61	Nível de serviço = 0,95 0,63	Nível de serviço = 0,97 0,66	Nível de serviço = 0,98 0,67	Nível de serviço = 0,99 0,74
SINVESTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG Quintalgreja	Nível de serviço = 0,8 5,68	Nível de serviço = 0,9 1,14	Nível de serviço = 0,95 1,18	Nível de serviço = 0,97 1,32	Nível de serviço = 0,98 1,39	Nível de serviço = 0,99 1,40
SINVESTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG VitoriaParedes	Nível de serviço = 0,8 1,37	Nível de serviço = 0,9 1,53	Nível de serviço = 0,95 1,64	Nível de serviço = 0,97 1,68	Nível de serviço = 0,98 1,79	Nível de serviço = 0,99 1,88
TRITICUM AC 150 MG COMP.LM X60 VitoriaParedes	Nível de serviço = 0,8 37,04	Nível de serviço = 0,9 25,58	Nível de serviço = 0,95 25,72	Nível de serviço = 0,97 25,82	Nível de serviço = 0,98 23,56	Nível de serviço = 0,99 26,07
TROMALYT 150 MG CAP.LM X28 Quintalgreja	Nível de serviço = 0,8 4,99	Nível de serviço = 0,9 1,60	Nível de serviço = 0,95 1,63	Nível de serviço = 0,97 1,64	Nível de serviço = 0,98 5,12	Nível de serviço = 0,99 1,71

Figura 28 – Custos totais em função do nível de serviço para cada produto

Através de uma breve análise é possível verificar a existência de dois tipos de artigos. No primeiro tipo, correspondente à maioria dos artigos, é visível que à medida que o nível de serviço aumenta, os custos globais diminuem, tal como acontece com o produto “DAFLON 500 MG COMP.REV P X60”. Esta questão prende-se com o facto de quando maior for o nível de serviço, menor é a percentagem de vendas perdidas, resultando assim num menor custo total do modelo. Por outro lado, o outro tipo de produtos diz respeito aos artigos que à medida que aumenta o nível de serviço, os gastos associados também aumentam. Esta situação ocorre uma vez que quanto maior for o nível de serviço maior são as quantidades em armazém e consequentemente mais elevados são os custos de posse, como é visível para o produto a vermelho na Figura 29.

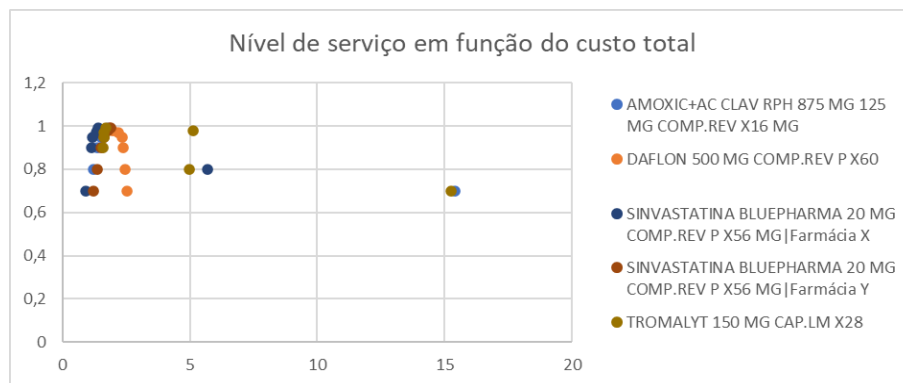


Figura 29 – Nível de serviço em função do custo total para vários produtos

Na Figura 30 é bem possível de observar o primeiro tipo de artigos mencionado anteriormente em que à medida que se aumenta o nível de serviço menor são os custos associados.

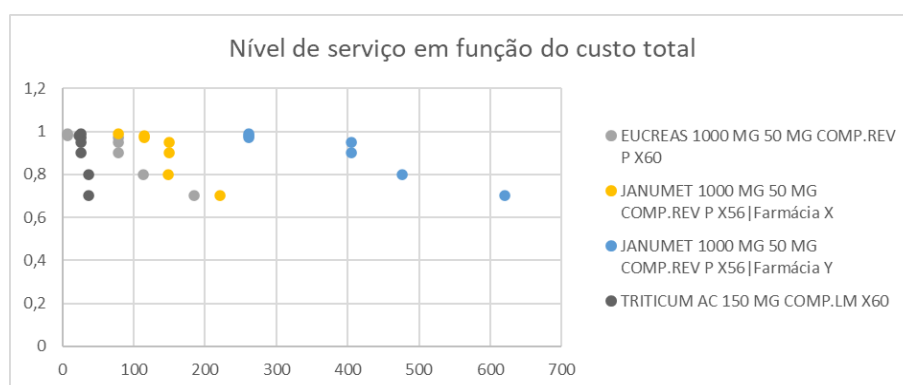


Figura 30 - Nível de serviço em função do custo total para o primeiro tipo de artigos

Outra questão importante de analisar é efetuar o cálculo do nível de serviço real. Nas Tabelas 13 e 14 encontram-se os valores de custos teóricos da implementação do modelo (R, s, Q) e os valores dos custos reais obtidos após aplicação do modelo bem como o nível de serviço teórico e real entre 1 de novembro de 2019 e 29 de fevereiro de 2020.

Tabela 13 – Custos teóricos e reais e nível de serviço teórico e real para cada produto para farmácia X

Farmácia	Artigo	Custos teóricos [€]	Custos reais [€]	Nível de serviço teórico	Nível de serviço real
Farmácia X	DAFLON 500 MG COMP.REV P X60	2,48	3,43	0,98	1
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	114,44	12,57	0,98	1
	METFORMINA GENERIS 1000 MG COMP. REV. P X 60 MG	0,67	1,11	0,98	0,99
	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	1,39	2,09	0,98	1
	TROMALYT 150 MG CAP.LM X28	1,71	2,27	0,98	1

Tabela 14 – Custos teóricos e reais e nível de serviço teórico e real para cada produto para farmácia Y

Farmácia	Artigo	Custos teóricos [€]	Custos reais [€]	Nível de serviço teórico	Nível de serviço real
Farmácia Y	AMOXIC+AC CLAV RPH 875 MG 125 MG COMP.REV X16 MG	1,52	1,62	0,95	1
	EUCREAS 1000 MG 50 MG COMP.REV P X60	7,42	9,60	0,98	1
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	261,16	12,33	0,98	1
	SINVESTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	1,79	2,25	0,98	1
	TRITICUM AC 150 MG COMP.LM X60	23,56	26,12	0,98	0,97

Deste modo é possível concluir que na maioria dos casos, os custos reais são superiores aos custos teóricos. Em relação ao nível de serviço, também se verifica superior ao nível de serviço teórico. Estas discrepâncias devem-se principalmente ao erro associado às previsões efetuadas bem como à variação do *lead time* resultando assim num desfasamento em relação ao valor teórico.

4.3.3 Variação dos custos unitários de posse e de aprovisionamento

À semelhança do nível de serviço, também é efetuada uma análise de sensibilidade aos custos unitários de posse e de aprovisionamento. Através da sua variação é possível verificar qual o real impacto no custo total do modelo implementado, como é possível de analisar na Figura 31.

Produto&Farmácia	Custo total obtido em função da variação do custo unitário de aprovisionamento					Custo total obtido em função da variação do custo unitário de posse				
AMOXIC+AC CLAV RPH 875 MG 125 MG COMP.REV X16 MG Farmácia Y	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q
	-20%	-10%	0	10%	20%	-20%	-10%	0	10%	20%
	1,44	1,47	1,52	1,45	1,57	1,26	1,31	1,52	1,56	1,80
DAFLON 500 MG COMP.REV P X60 Farmácia X	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q
	-20%	-10%	0	10%	20%	-20%	-10%	0	10%	20%
	2,45	2,46	2,48	2,49	2,50	2,01	2,24	2,48	2,71	2,94
EUCREAS 1000 MG 50 MG COMP.REV P X60 Farmácia Y	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q
	-20%	-10%	0	10%	20%	-20%	-10%	0	10%	20%
	7,36	7,39	7,42	7,45	7,49	6,00	6,71	7,42	8,13	8,84
JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56 Farmácia X	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q
	-20%	-10%	0	10%	20%	-20%	-10%	0	10%	20%
	150,21	114,21	114,44	114,34	114,61	113,41	113,76	114,44	114,78	115,17
JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56 Farmácia Y	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q
	-20%	-10%	0	10%	20%	-20%	-10%	0	10%	20%
	261,05	261,10	261,16	261,21	261,26	223,63	260,43	261,16	261,89	262,62
METFORMINA GENERIS 500 MG COMP. REV. P X 60 MG Farmácia X	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q
	-20%	-10%	0	10%	20%	-20%	-10%	0	10%	20%
	0,66	0,69	0,67	0,69	0,71	0,58	0,62	0,67	0,76	0,83
SINVESTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG Farmácia X	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q
	-20%	-10%	0	10%	20%	-20%	-10%	0	10%	20%
	1,33	1,28	1,39	1,32	1,37	1,09	1,19	1,39	1,48	2,08
SINVESTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG Farmácia Y	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q
	-20%	-10%	0	10%	20%	-20%	-10%	0	10%	20%
	1,72	1,76	1,79	1,75	1,87	1,50	1,58	1,79	1,94	1,57
TRITICUM AC 150 MG COMP.LM X60 Farmácia Y	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q
	-20%	-10%	0	10%	20%	-20%	-10%	0	10%	20%
	25,86	25,93	25,95	14,15	14,21	13,74	2,14	25,95	14,41	26,29
TROMALYT 150 MG CAP.LM X28 Farmácia X	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q	R,s,Q
	-20%	-10%	0	10%	20%	-20%	-10%	0	10%	20%
	1,63	1,69	5,12	1,73	3,41	3,06	4,99	5,12	1,86	1,96

Figura 31 – Custos totais para cada produto em função da variação dos custos unitários de aprovisionamento e de posse

Através da análise da Figura 32 verifica-se que alguns produtos, contrariamente ao que seria de esperar, apresentam valores de custo total superiores para um menor custo unitário de aprovisionamento. Esta questão deve-se à influência das vendas perdidas uma vez que para o modelo aplicado (R, s, Q) este encontra-se sensível à quantidade a encomendar na medida em que está dependente da procura, custo unitário de posse e de aprovisionamento. Deste modo, para o produto “JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56” da farmácia X, para a

redução do custo unitário em 20 %, confirma-se a existência de mais uma venda perdida do que para a não variação do custo total.

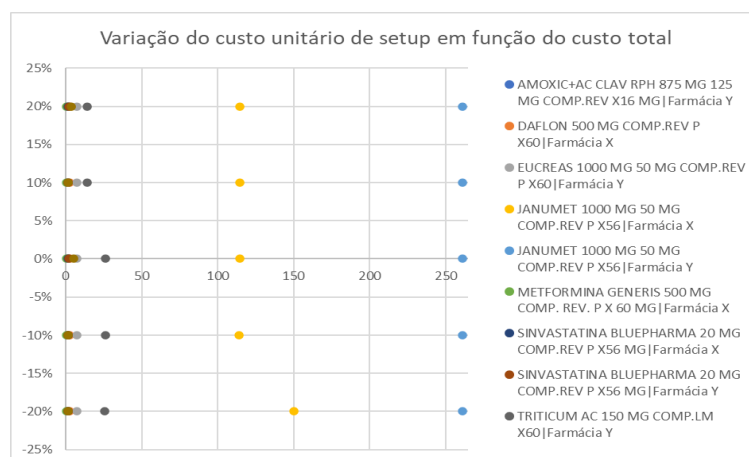


Figura 32 – Variação do custo unitário de aprovisionamento em função do custo total

Contrariamente à variação dos custos unitários de aprovisionamento, verifica-se na Figura 33, que por norma uma redução dos custos unitários de posse resulta num menor custo total. No entanto, à semelhança do que é descrito para o custo unitário de posse, comprova-se a existência de alguns pontos que não respeitam este princípio devido ao elevado impacto causado pelas vendas perdidas no custo total.

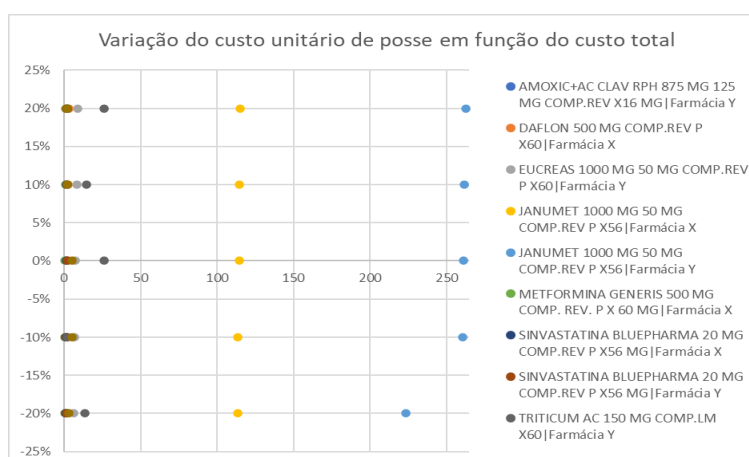


Figura 33 – Variação do custo unitário de posse em função do custo total

4.3.4 Estado pós-implementação

Tal como é mencionado anteriormente, este caso pretende determinar o impacto causado pela implementação de um modelo (R, s, Q) nas farmácias X e Y. Os resultados reais obtidos são passíveis de observação na Figura 34 e pela linha amarela no gráfico no anexo F para o artigo “TROMALYT 150 MG CAP. LM X28” em stock entre 1 de novembro de 2019 e 29 de fevereiro de 2020.

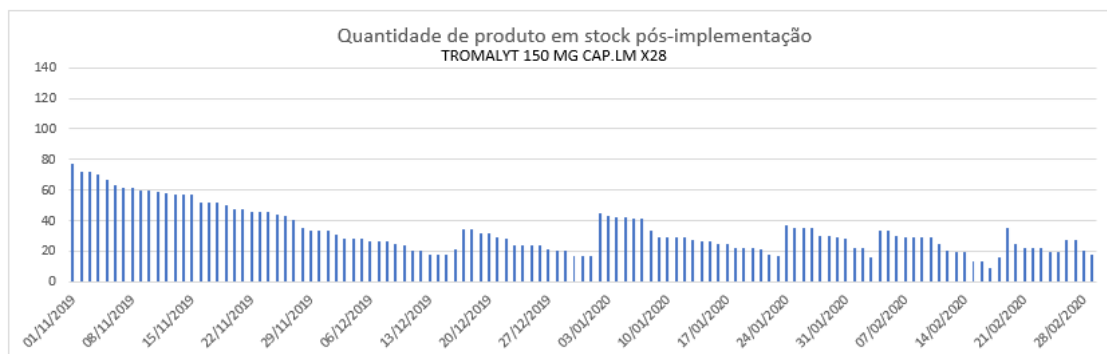


Figura 34 – Quantidade de produto em *stock* após implementação do modelo de gestão

Após uma breve análise é possível observar uma redução significativa dos níveis de artigos em *stock* bem como a remoção de picos de armazenamento que acontecia no modelo anterior a 1 de novembro de 2019.

Na Tabela 15 encontra-se uma comparação entre o nível de *stock* médio anterior e o nível de *stock* após 1 de novembro de 2019.

Tabela 15 – Comparação entre *stocks* e redução do nível de *stock* para cada produto

Farmácia	Artigo	Stock médio anterior	Stock médio posterior	Redução [%]
Farmácia X	DAFLON 500 MG COMP.REV P X60	14,67	6,57	55,21
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	12,60	10,29	18,30
	METFORMINA GENERIS 1000 MG COMP. REV. P X 60 MG	11,31	16,48	-45,71
	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	14,10	12,23	13,26
	TROMALYT 150 MG CAP.LM X28	46,22	33,12	28,34
Farmácia Y	AMOXIC+AC CLAV RPH 875 MG 125 MG COMP.REV X16 MG	21,26	7,98	62,46
	EUCREAS 1000 MG 50 MG COMP.REV P X60	12,64	7,76	38,61
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	10,83	9,87	8,86
	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	20,09	12,00	40,29
	TRITICUM AC 150 MG COMP.LM X60	11,44	5,78	49,48

Para além desta análise são retirados alguns indicadores presentes na Tabela 16.

Tabela 16 – Comparação de taxa de cobertura e rotação para cada produto para farmácia X

Farmácia	Artigo	Taxa de cobertura anterior [dias]	Taxa de cobertura posterior [dias]	Taxa de cobertura teórica [dias]	Taxa de rotação anterior	Taxa de rotação posterior	Taxa de rotação teórica
Farmácia X	DAFLON 500 MG COMP.REV P X60	26,12	20,92	14,66	2,89	4,91	4,13
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	18,88	22,22	10,07	2,72	6,72	6,01
	METFORMINA GENERIS 1000 MG COMP. REV. P X 60 MG	14,34	17,49	9,27	3,46	8,09	6,25
	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	10,82	13,83	8,40	4,38	12,17	7,20
	TROMALYT 150 MG CAP.LM X28	20,81	20,98	14,85	2,88	6,00	4,08

Na Tabela 17 encontram-se presentes os indicadores para cada produto para a farmácia Y.

Tabela 17 - Comparação de taxa de cobertura e rotação para cada produto para farmácia Y

Farmácia	Artigo	Taxa de cobertura anterior [dias]	Taxa de cobertura posterior [dias]	Taxa de cobertura teórica [dias]	Taxa de rotação anterior	Taxa de rotação posterior	Taxa de rotação teórica
Farmácia Y	AMOXIC+AC CLAV RPH 875 MG 125 MG COMP.REV X16 MG	10,87	6,00	5,30	10,08	11,49	11,41
	EUCREAS 1000 MG 50 MG COMP.REV P X60	15,92	8,86	6,66	6,83	7,44	9,08
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	10,13	7,15	4,31	8,46	11,29	14,05
	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	11,86	8,69	6,55	6,96	10,56	9,24
	TRITICUM AC 150 MG COMP.LM X60	15,15	7,60	6,79	7,96	7,53	8,91

Com estes indicadores observa-se que devido às elevadas quantidades em *stock* até 31 de outubro de 2019, as taxas de rotação e de cobertura são significativamente menores que em relação ao modelo implementado após 1 de novembro de 2019. Em relação ao modelo teórico, considerado o modelo ideal a aplicar, para a maioria dos casos este apresenta valores de taxa de cobertura inferiores em relação ao modelo posterior, o que significa que o modelo posterior apresenta quantidades em *stock* superiores o que significa que existe espaço para melhoria.

De modo a verificar a real influência da aplicação deste modelo, é efetuada uma comparação entre o modelo anterior e o modelo posterior para o mesmo horizonte temporal. Este encontra-se definido como sendo de quatro meses visto que os dados analisados para o modelo implementado compreendem o período entre 1 de novembro de 2019 e 29 de fevereiro de 2020. No caso do modelo anterior sendo que este compreende um total de trinta e quatro meses, é efetuada uma estipulação do valor de custo total representando assim um valor médio para um horizonte de quatro meses. Convém salientar que o modelo anterior não tem em conta o custo associado a vendas perdidas, contrariamente ao modelo após 1 de novembro de 2019.

Como é possível analisar na Tabela 18, com a implementação do modelo (R, s, Q) observa-se uma redução considerável dos custos globais.

Tabela 18 – Antes e depois dos custos globais para cada produto

Farmácia	Artigo	Custos modelo pré-implementação [€]	Custos modelo pós-implementação [€]	Redução de custos [%]
Farmácia X	DAFLON 500 MG COMP.REV P X60	7,57	3,43	54,69
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	15,41	12,57	18,43
	METFORMINA GENERIS 1000 MG COMP. REV. P X 60 MG	0,83	1,11	-33,73
	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	2,43	2,09	13,99
	TROMALYT 150 MG CAP.LM X28	3,19	2,27	28,84
Farmácia Y	AMOXIC+AC CLAV RPH 875 MG 125 MG COMP.REV X16 MG	2,62	1,62	38,17
	EUCREAS 1000 MG 50 MG COMP.REV P X60	15,50	9,60	38,06
	JANUMET 1000 MG 50 MG COMP.REV P X56	13,45	12,33	7,58
	SINVASTATINA BLUEPHARMA 20 MG COMP.REV P X56 MG	3,61	2,25	37,67
	TRITICUM AC 150 MG COMP.LM X60	4,89	26,12	-434,15

Com a análise dos dados desta tabela verifica-se uma redução dos custos globais para 8 dos 10 produtos, sendo que na totalidade os custos aumentaram 3,89 € em relação ao modelo anterior. Convém referir novamente que, caso o modelo anterior tivesse em conta os custos

associados a vendas perdidas, a diminuição seria mais significativa e o mesmo aconteceria para os produtos em que os custos não apresentaram uma redução.

4.4 Impacto do novo coronavírus SARS-CoV-2

Com vista a analisar o impacto causado pelo novo coronavírus em produtos essenciais, nomeadamente álcool etílico, é feita uma abordagem nesta matéria entre março e junho de 2020.

Como é possível analisar na Figura 35, o surgimento do novo coronavírus teve um impacto extraordinário no consumo do produto na medida em que o seu consumo aumentou dez vezes.

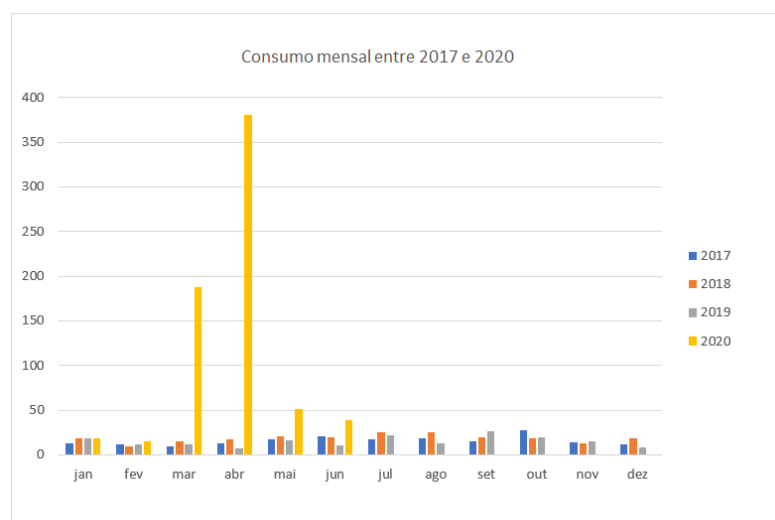


Figura 35 – Consumo mensal do produto “HOLONBASIC ALCOOL ETILICO SANITARIO 96% 250 ML” para períodos homólogos

Em relação ao nível de *stock* verifica-se que, em comparação com os anos anteriores, há um aumento radical entre março e maio de 2020, sendo que esse valor tende a estabilizar no mês de junho de 2020.

Tendo em conta que o modelo de gestão de inventário tem que suprimir as necessidades caso existam este tipo de situações verifica-se que o modelo aplicado conseguiu satisfazer a procura dos clientes. É necessário salientar que neste período em análise, a partir de março de 2020 o *lead time* foi aumentado para 2 o que resulta em *reorder points* superiores. Através da consulta de um ficheiro que regista o total de vendas perdidas e a Figura 36 atenta-se que para o período em questão não se verificou a existência de ruturas de *stock*, mantendo assim a qualidade do serviço e a satisfação do cliente.

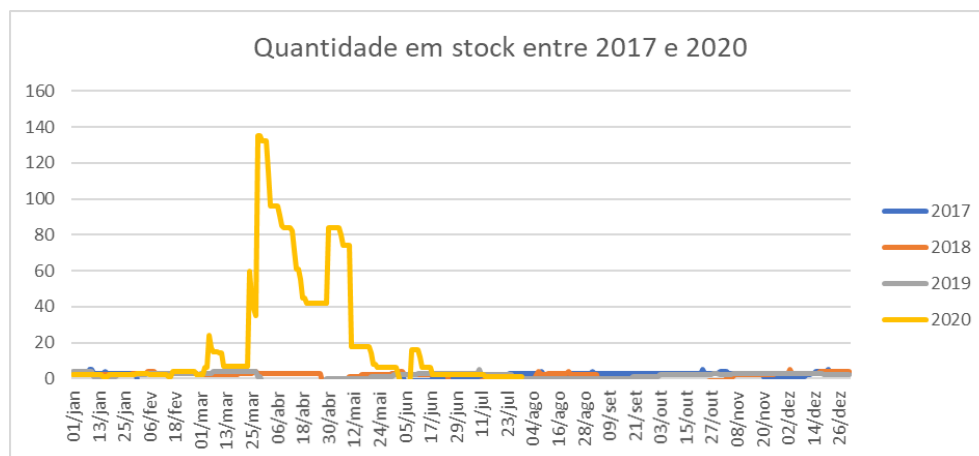


Figura 36 – Quantidade do produto “HOLONBASIC ALCOOL ETILICO SANITARIO 96% 250 ML” em *stock* entre 2017 e 2020

5 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

O desenvolvimento deste projeto no âmbito da dissertação tem como principal objetivo a melhoria da gestão de inventário de duas farmácias através da implementação de um modelo (R, s, Q).

Com o intuito de melhorar o modelo de gestão de inventário implementado, foram efetuadas várias análises, com a utilização dos consumos reais, e através da aplicação dos métodos de previsão mencionados anteriormente e de, para além do modelo (R, s, Q), foi analisada a aplicação de um modelo periódico (R, S). Para além disto, foi proposta a aplicação de duas janelas rolantes de 7 e 30 dias para o “Método Utilizado”. Constatou-se que não existia um modelo universal a todos os produtos. No caso de aplicação de um modelo sugere-se o modelo (R, s, Q) acompanhado do método de previsão de amortecimento exponencial ou média móvel. Neste capítulo concluiu-se que um método de previsão que apresente melhores índices em relação aos outros não implica que seja necessariamente o método mais adequado ao modelo a aplicar. Deste modo, surge sempre a necessidade do estudo da aplicação dos diversos métodos de previsão a utilizar no modelo a implementar com o intuito de obter melhores resultados. Por outro lado, verifica-se que uma previsão próxima dos valores reais tem uma grande importância na correta gestão de inventário. Outra conclusão que foi retirada é que quando ocorre uma venda perdida, essa normalmente ocorre devido à existência de um *outlier*, ou seja, de um valor atípico no consumo para determinado dia.

Após esta análise, é verificada qual a influência que o nível de serviço apresenta no modelo de gestão de inventário. Neste estudo verifica-se a existência de dois tipos de artigos: artigos influenciados e artigos não influenciados por vendas perdidas. O primeiro caso diz respeito aos produtos em que, à medida que o nível de serviço aumenta, a quantidade de vendas perdidas vai diminuindo e consequentemente há uma redução nos custos totais. Na outra situação, verifica-se que à medida que o nível de serviço aumenta os custos totais também aumentam devido ao crescimento do nível de *stock* médio. Para além desta questão observa-se que o nível de serviço é superior ao nível de serviço teórico. Esta questão deve-se ao facto da existência de um erro associado às previsões efetuadas bem como pela variação do *lead time*.

De seguida foi tratada uma análise de sensibilidade aos custos unitários de posse e de aprovisionamento. Nesta abordagem verifica-se que, contrariamente ao esperado, existem valores, que apesar da diminuição do custo unitário de aprovisionamento, apresentam valores superiores de custo total. Esta questão prende-se com o facto de o modelo implementado ser sensível à quantidade a encomendar e este parâmetro está dependente da procura, custo unitário de posse e de aprovisionamento, ou seja, uma ligeira alteração num destes parâmetros origina um resultado diferente. Em relação à variação do custo unitário de posse, constata-se que, por norma, uma redução dos custos unitários de posse resulta num menor custo total.

No capítulo seguinte realizou-se a análise da implementação do modelo de gestão de inventário para o período de 1 de novembro de 2019 e 29 de fevereiro de 2020, e averiguou-se, que para os produtos em que se verificou a redução da quantidade em *stock*, ou seja, 9 dos 10 produtos, uma diminuição na ordem dos 35 % em relação ao modelo anterior. Posto isto,

realizou-se uma análise aos indicadores retirados do modelo anterior a 31 de outubro de 2019, do modelo posterior e ainda do modelo teórico. Neste estudo conclui-se que o modelo anterior se encontrava mal dimensionado na medida em que possuía inventário em excesso e é possível garantir uma redução dos custos totais em pelo menos 8 dos 10 produtos. Para além disto, com a informação dos valores obtidos para indicadores a taxa de cobertura e taxa de rotação, efetuou-se uma comparação entre o modelo posterior a 1 de novembro de 2019 e o modelo teórico e concluiu-se que o modelo posterior não corresponde exatamente ao modelo concebido e apresenta disponibilidade para melhorias.

Por fim, elaborou-se um breve estudo do impacto causado pelo coronavírus no modelo implementado. Deste jeito, selecionou-se um artigo de desinfeção e demonstrou-se um aumento do consumo médio numa razão de 10 em relação aos períodos homólogos. De seguida, precedeu-se a uma observação do comportamento do modelo de gestão de inventário através da análise das quantidades em *stock* e constatou-se que o modelo suprimiu as necessidades dos clientes, sem ruturas de *stock*.

Em suma, esta dissertação permitiu o desenvolvimento de projeto sobre uma temática muito atual e que tem grande influência no desempenho das organizações, tal como é mencionado ao longo da dissertação.

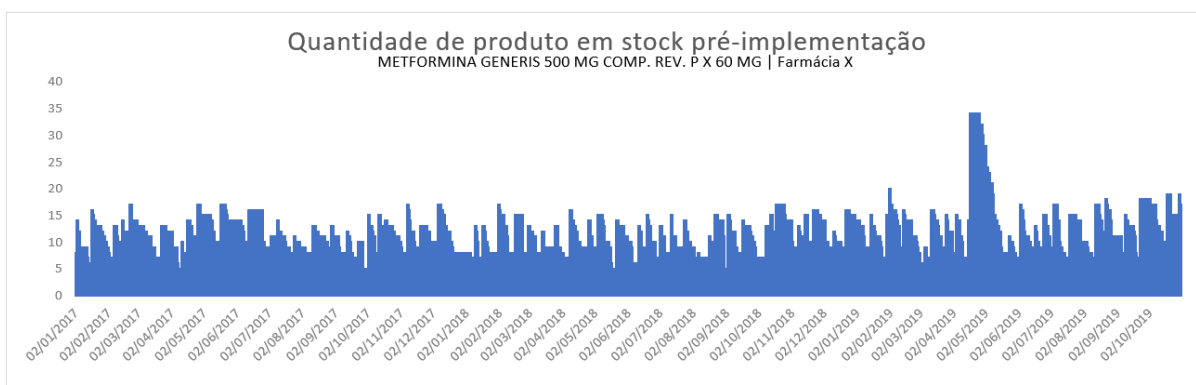
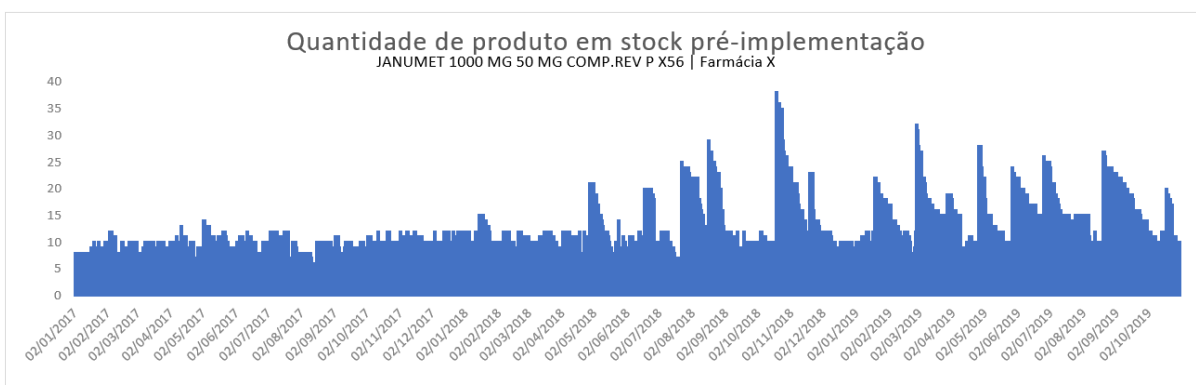
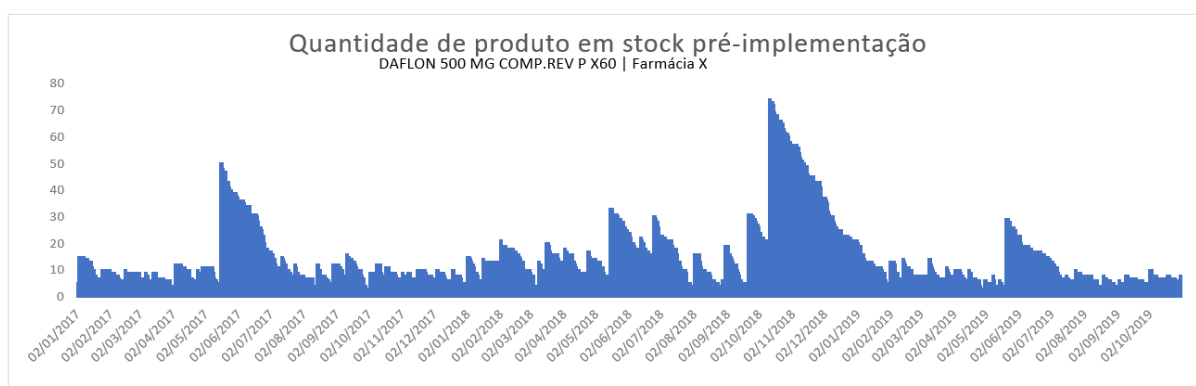
Em relação a perspetivas de trabalho futuro, tendo em conta a temática desta dissertação e tudo o que foi recriado no âmbito da mesma se encontrar presente num documento em *Microsoft Office Excel*, sugere-se a análise de mais produtos de forma a obter mais conclusões e permitir retirar ilações com o intuito da construção de um modelo ainda mais sólido.

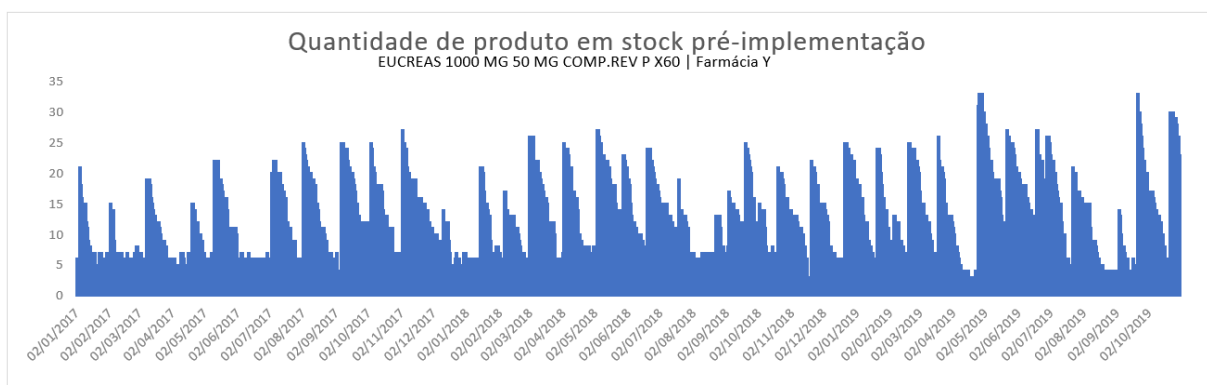
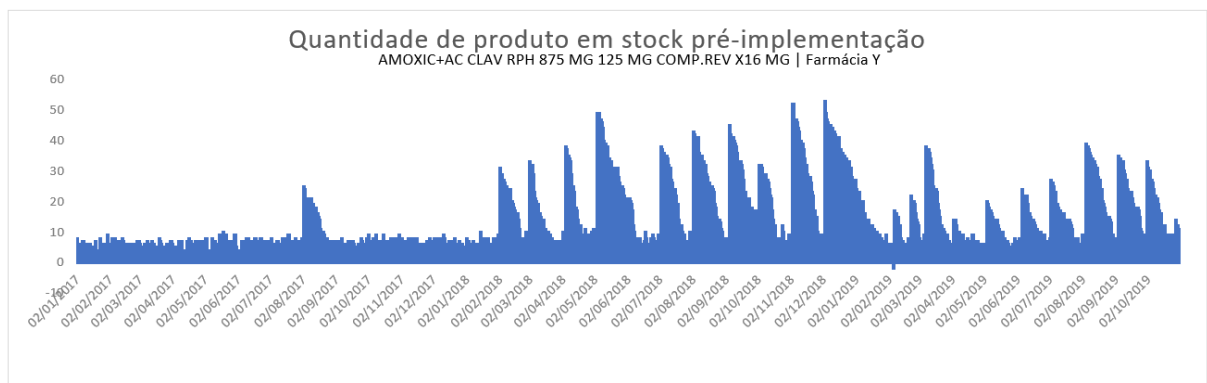
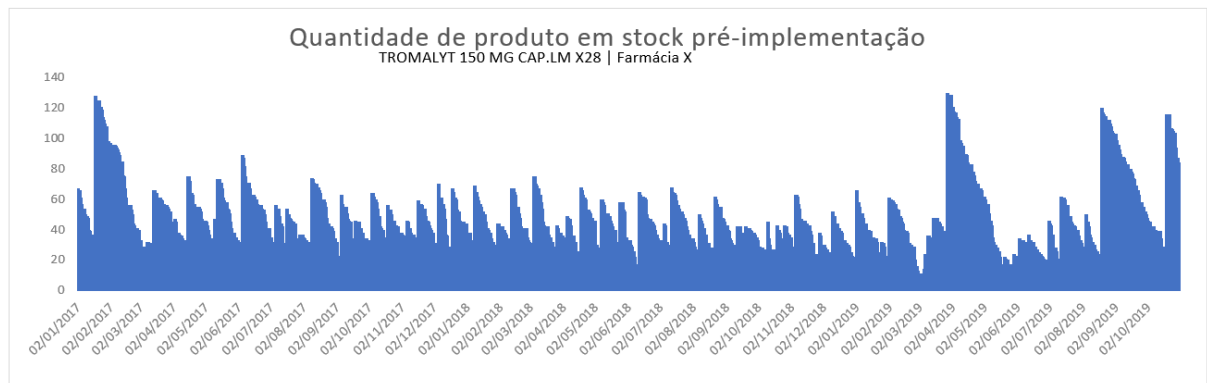
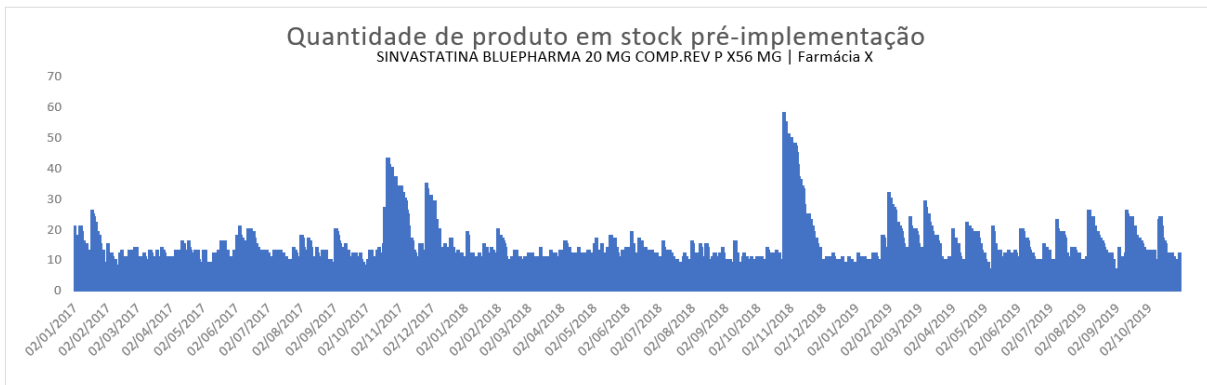
Outra sugestão a ser apresentada trata-se da atribuição de um índice para o cálculo de vendas perdidas. Nesta dissertação verificou-se que o custo associado a vendas perdidas apresenta um valor significativo. Deste modo, apesar de ser de difícil execução, recomenda-se a criação de uma base de dados em que se registe todas as vezes em que um cliente procura determinado produto e a farmácia não possui o mesmo. Caso o cliente volte aquando da existência do produto, essa circunstância deve ser também registada. O que se pretende com esta situação é definir um índice para facilitar o cálculo do custo associado a vendas perdidas.

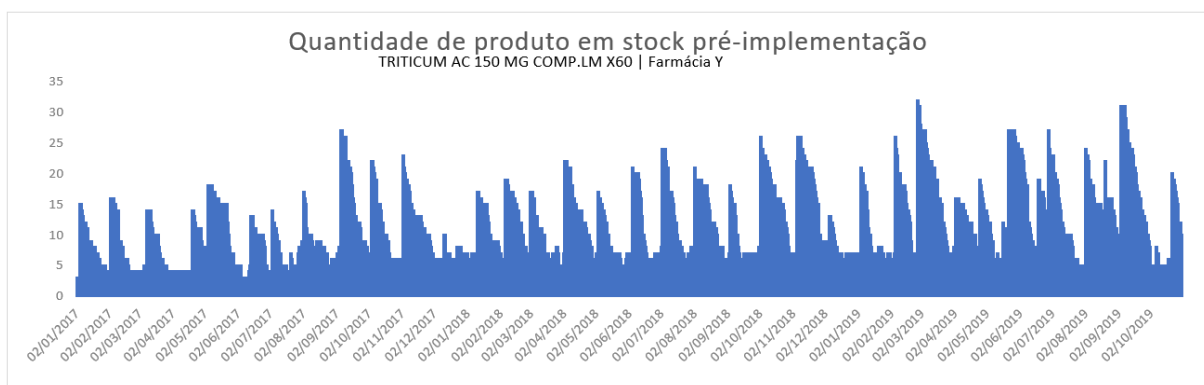
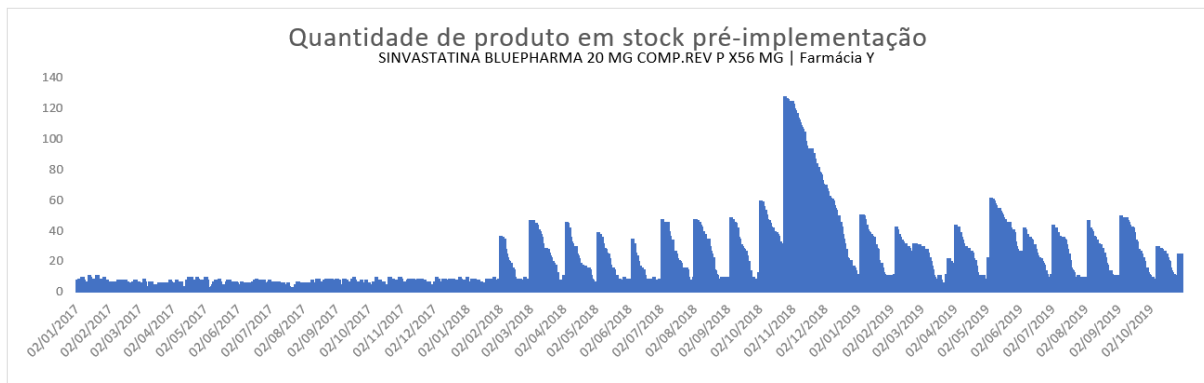
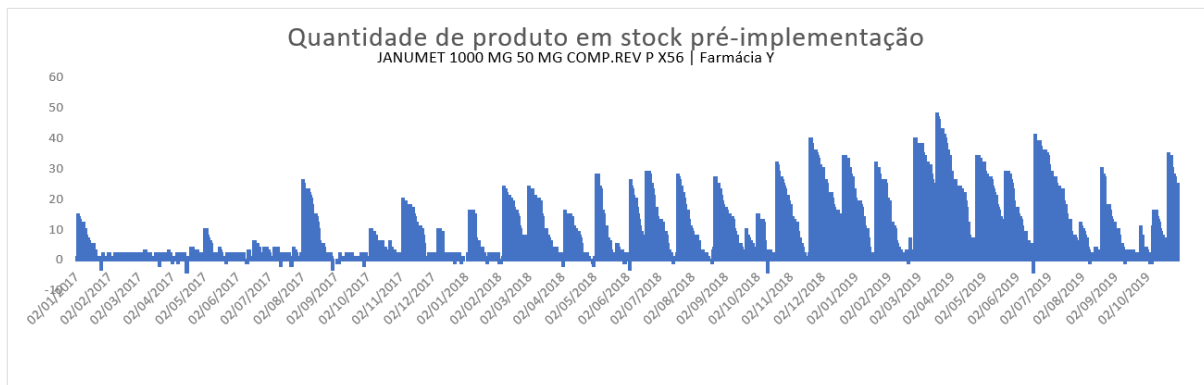
Referências

- Bertolo, L. (s.d.). Métodos Básicos de Previsão. IMESCatanduva. Obtido em 2020, de <http://www.bertolo.pro.br/MetodosQuantitativos/Simulacao/MetodosBasicosDePrevisaoDeSeriesTemporaisNoExcel.pdf>
- Carravilla, M. A. (1997). Gestão de *stocks*. FEUP.
- Carvalho, J. C. (junho de 2017). Logística e gestão da cadeia de abastecimento. 2ª. (E. Sílabo, Ed.)
- Chris Caplice, Y. S. (2009). Inventory management IV: Probabilistic demand, safety *stock*. Obtido de <http://ocw.mit.edu>
- Gonçalves, J. F. (março de 2006). Gestão de Aprovisionamentos: *Stocks*. Revisão. Compras. (Publindústria, Ed.)
- IMESCatanduva. (s.d.). Métodos Básicos de Previsão.
- Masclé, C., & Gosse, J. (September de 2014). Inventory management maximization based on sales forecast: Case study. doi:10.1080/09537287.2013.805343
- Reis, L. d. (2008). *Manual da Gestão de Stocks*. Editorial Presença.
- Silva, M. M. (2013). Apontamentos Extra para Sistemas de Controlo de *Stocks*.
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (2017). Inventory and Production Management in Supply Chains. Taylor & Francis Group, LLC.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2006, December). Operations Management. 5th. Financial Times/ Prentice Hall;.
- Spyros G. Makridakis, S. C. (n.d.). Forecasting: Methods and Applications. 3rd.
- Vasconcelos, B. (1991). Gestão de *stocks*. FEUP.
- Vasconcelos, B. J. (1991). Métodos de previsão. FEUP.

ANEXO A: Quantidades de produto em *stock* pré-implementação em função do produto



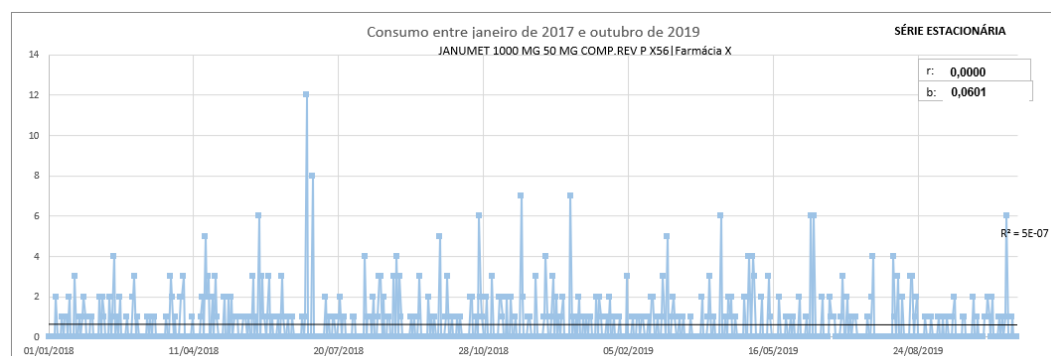
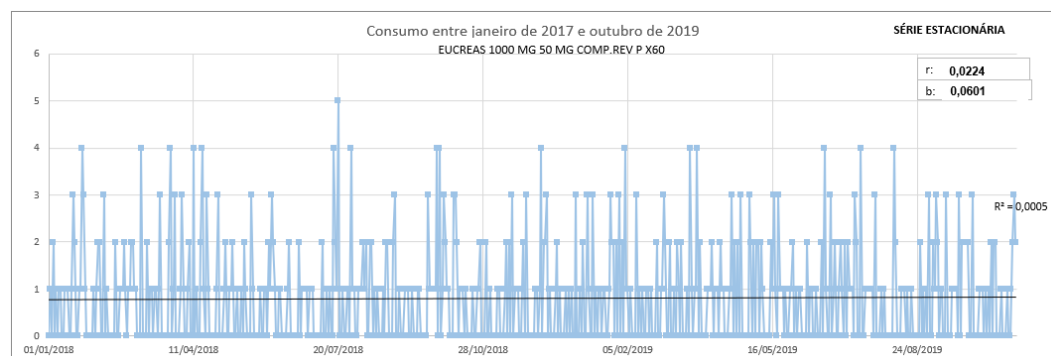
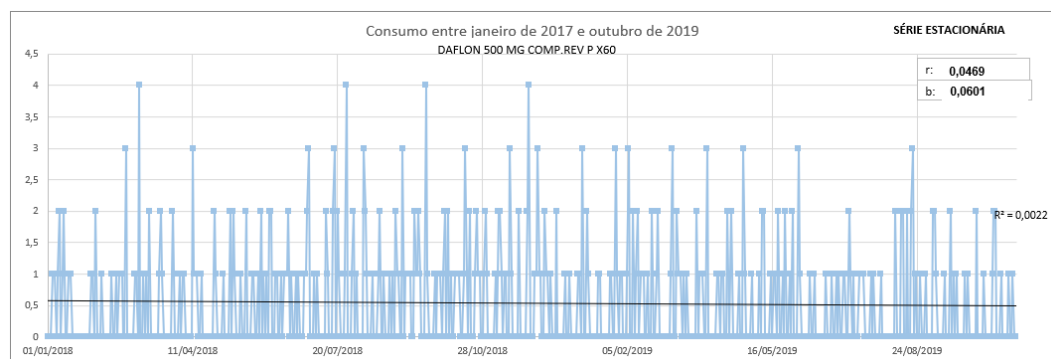
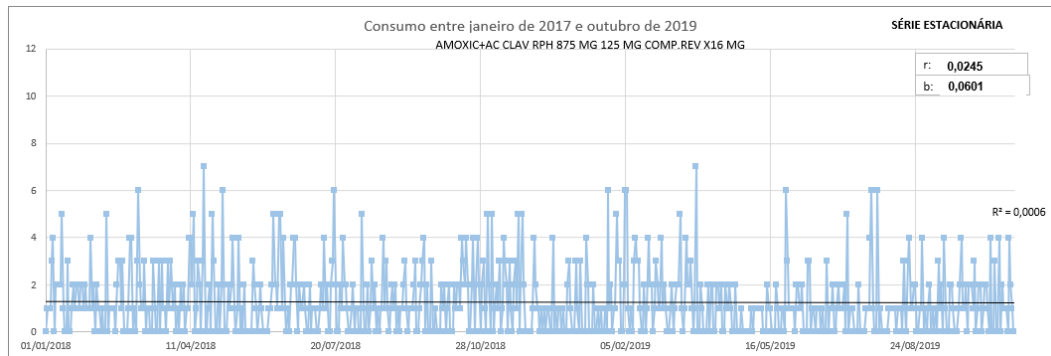




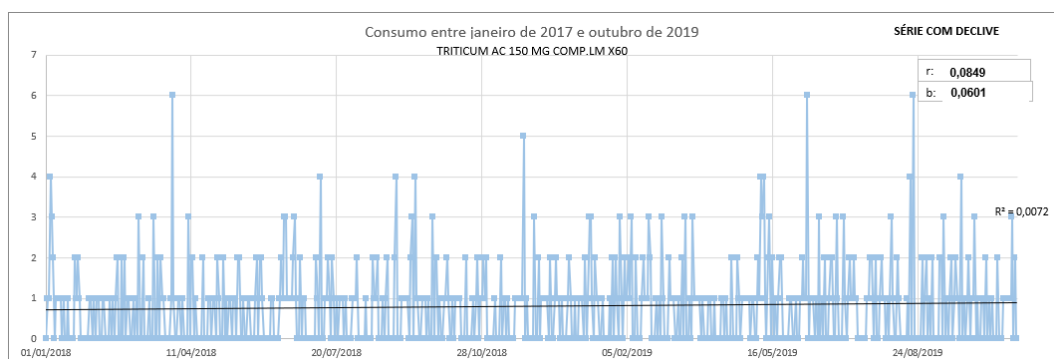
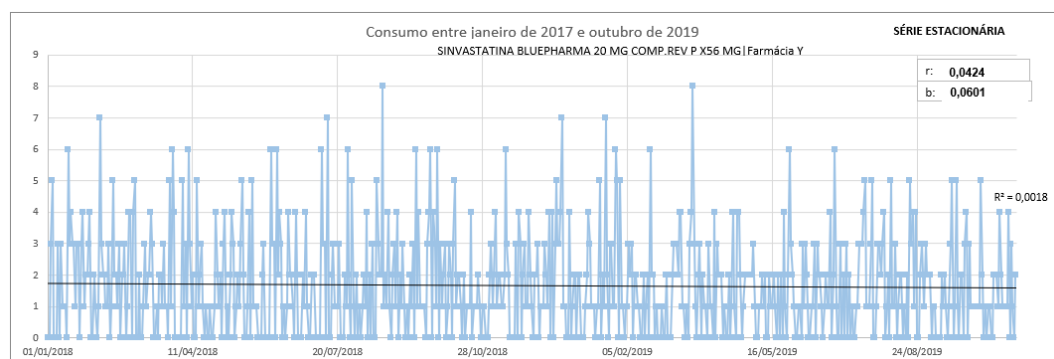
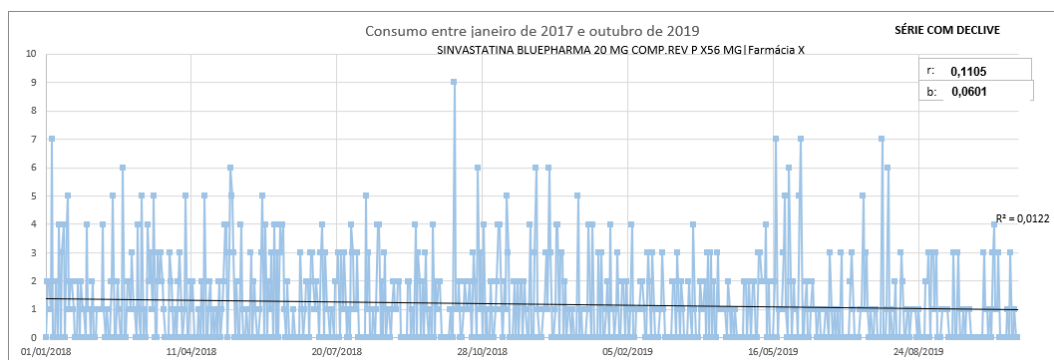
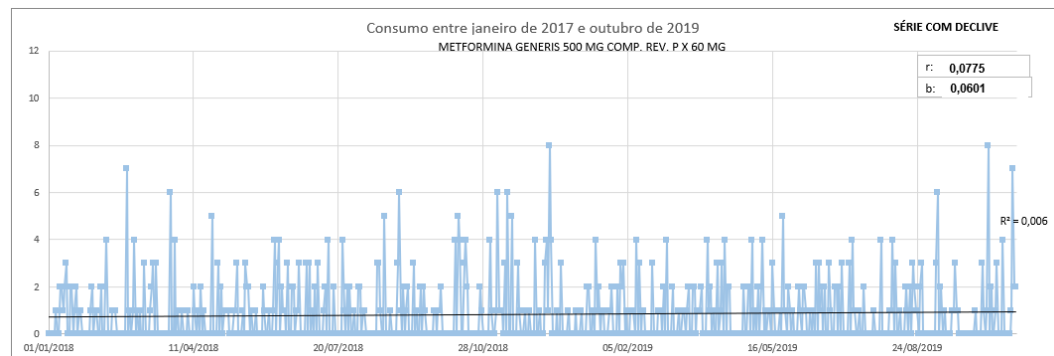
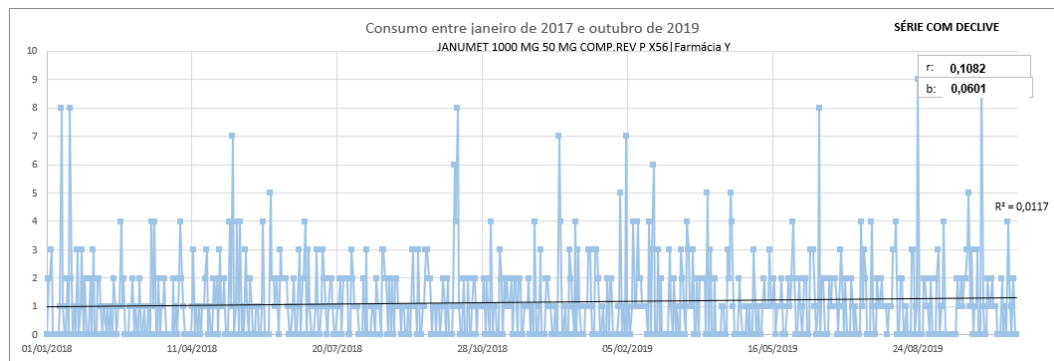
ANEXO B: Tabela para cálculo de coeficiente de correlação

Nº obs	95%	99%	Nº obs	95%	99%	Nº obs	95%	99%
4	0,95	0,99	26	0,39	0,50	50	0,28	0,36
5	0,88	0,96	28	0,37	0,48	60	0,25	0,33
6	0,81	0,92	30	0,36	0,46	70	0,24	0,31
8	0,71	0,83	32	0,35	0,45	80	0,22	0,29
10	0,63	0,77	34	0,34	0,44	90	0,21	0,27
12	0,58	0,71	36	0,33	0,42	100	0,20	0,26
14	0,53	0,66	38	0,32	0,41	150	0,16	0,21
16	0,50	0,62	40	0,31	0,40	200	0,14	0,18
18	0,47	0,59	42	0,30	0,39	400	0,10	0,13
20	0,44	0,56	44	0,30	0,38	1000	0,06	0,08
22	0,42	0,54	46	0,29	0,38			
24	0,40	0,52	48	0,28	0,37			

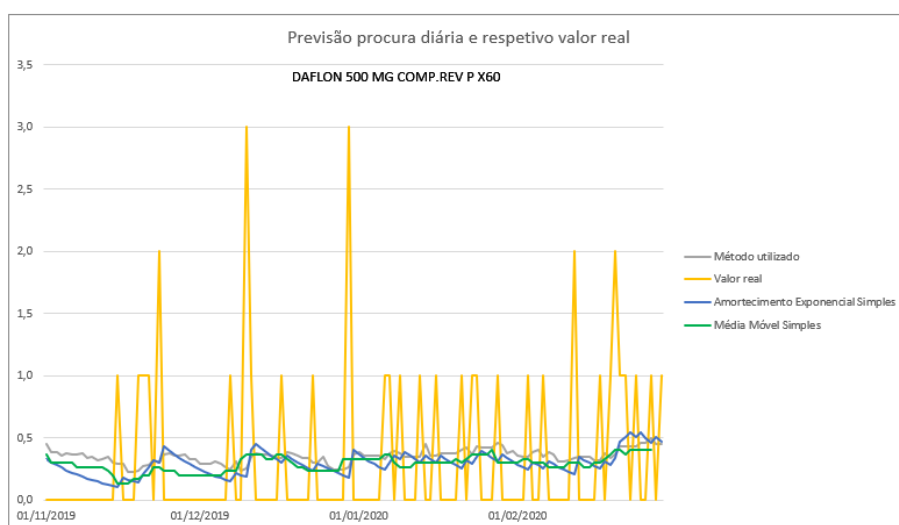
ANEXO C: Gráficos de análise de tendência dos produtos



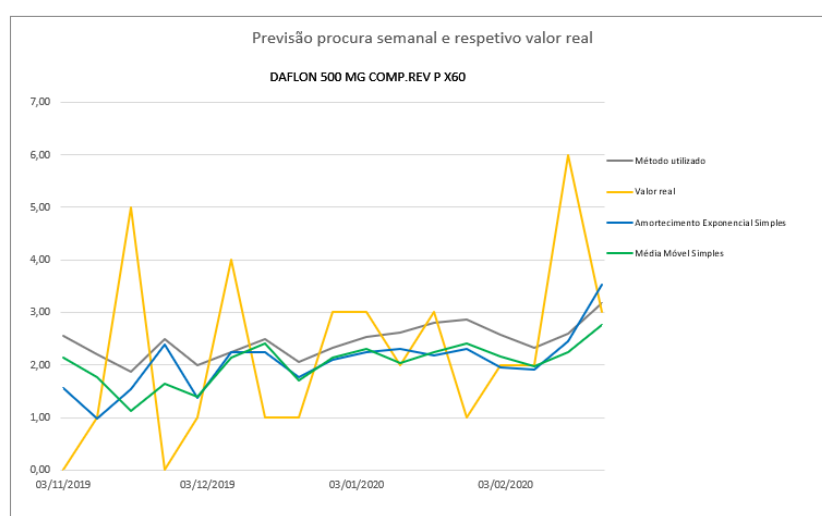
Políticas de gestão de inventário para farmácias comunitárias



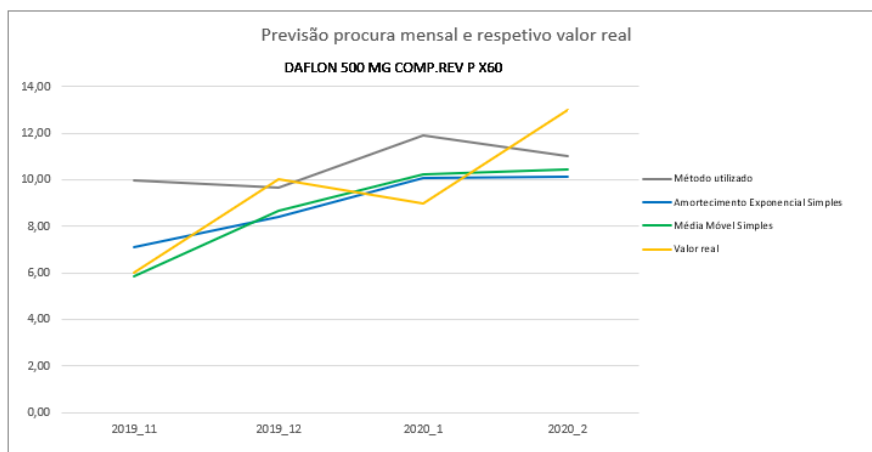
ANEXO D: Gráficos e indicadores de procura dos produtos para diferentes horizontes temporais



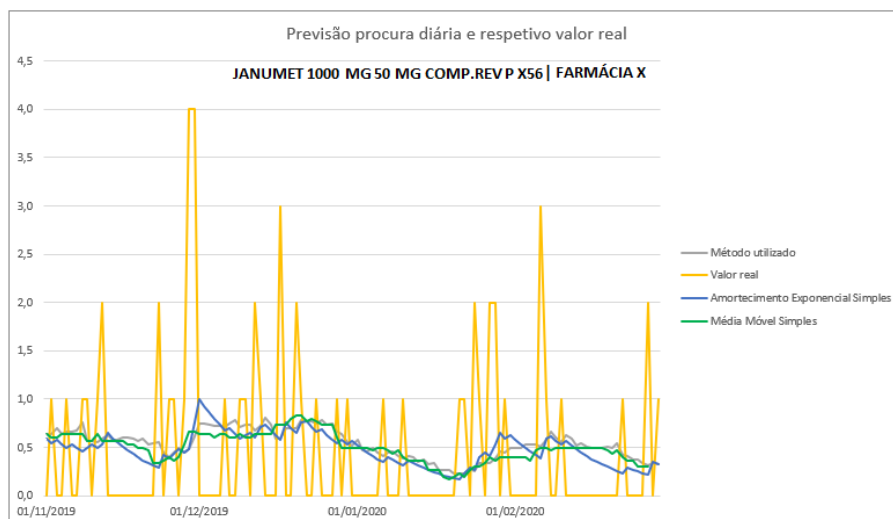
PROCURA DIÁRIA					
Método utilizado		Método Amortecimento Simples		Método Média Móvel Simples	
MAD	0,49	MAD	0,46	MAD	0,46
MSE	0,38	MSE	0,38	MSE	0,38
RMSE	0,61	RMSE	0,62	RMSE	0,61
MAAPE	1,32	MAAPE	1,33	MAAPE	1,32
MASE	0,99	MASE	0,93	MASE	0,91



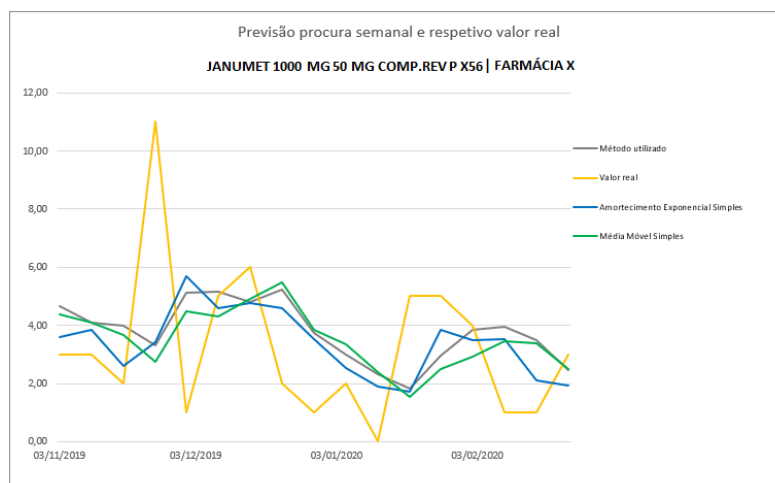
PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método Amortecimento Simples		Método Média Móvel Simples	
MAD	1,35	MAD	1,17	MAD	0,90
MSE	2,82	MSE	2,48	MSE	2,04
RMSE	1,68	RMSE	1,58	RMSE	1,43
MAAPE	0,61	MAAPE	0,51	MAAPE	0,40
MASE	0,70	MASE	0,60	MASE	0,64



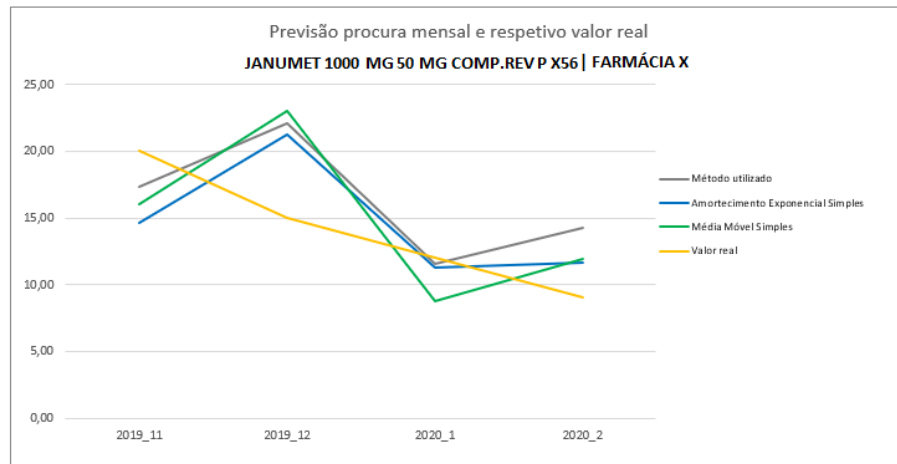
PROCURA MENSAL					
Método Utilizado		Método Amortecimento Simples		Método Média Móvel Simples	
MAD	2,30	MAD	1,39	MAD	1,32
MSE	7,02	MSE	2,98	MSE	2,49
RMSE	2,65	RMSE	1,73	RMSE	1,58
MAAPE	0,27	MAAPE	0,12	MAAPE	0,12
MASE	0,77	MASE	0,46	MASE	0,44



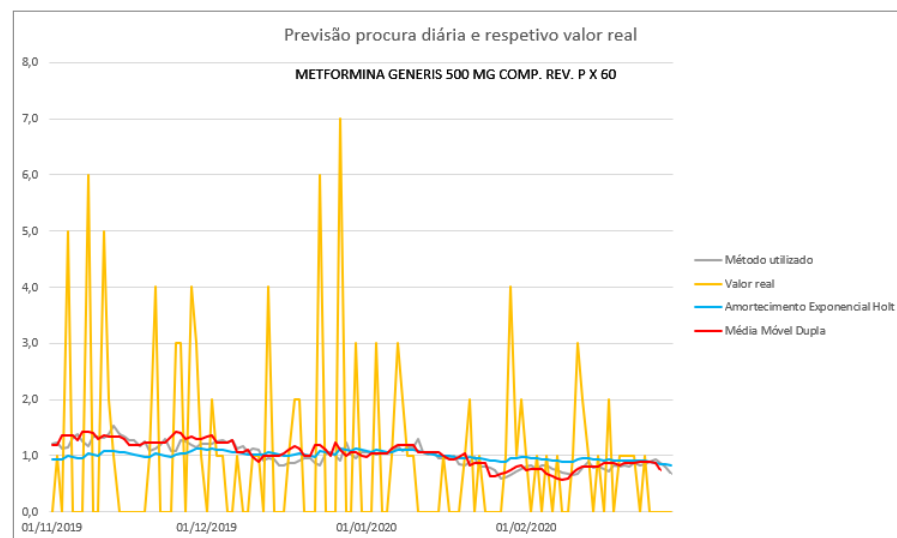
PROCURA DIÁRIA					
Método utilizado		Método Amortecimento Simples		Método Média Móvel Simples	
MAD	0,67	MAD	0,65	MAD	0,67
MSE	0,72	MSE	0,70	MSE	0,74
RMSE	0,85	RMSE	0,84	RMSE	0,86
MAAPE	1,23	MAAPE	1,25	MAAPE	1,25
MASE	1,02	MASE	0,98	MASE	1,02



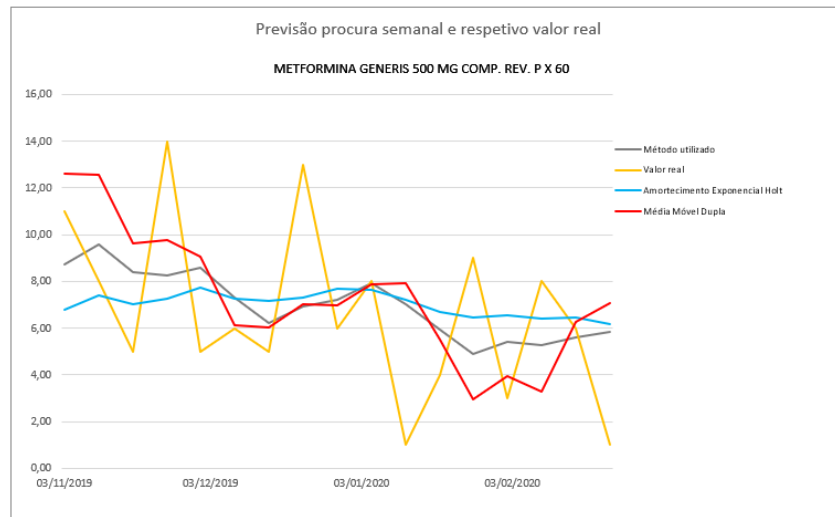
PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método Amortecimento Simples		Método Média Móvel Simples	
MAD	2,26	MAD	1,95	MAD	1,74
MSE	8,17	MSE	7,11	MSE	6,39
RMSE	2,86	RMSE	2,67	RMSE	2,53
MAAPE	0,69	MAAPE	0,60	MAAPE	0,52
MASE	0,86	MASE	0,71	MASE	0,87



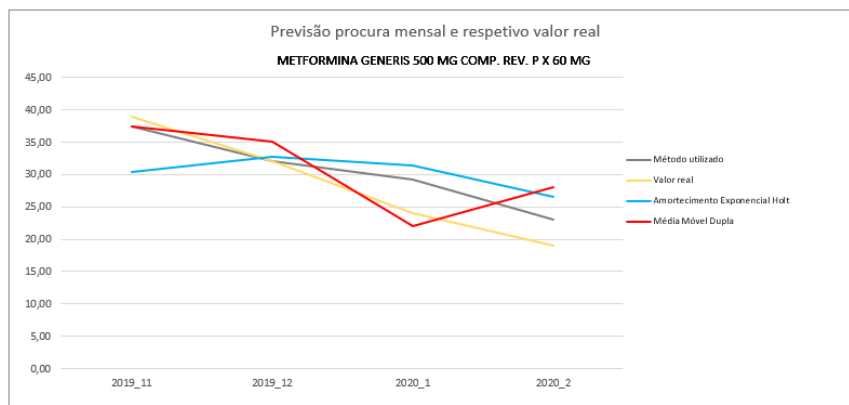
PROCURA MENSAL					
Método Utilizado		Método Amortecimento Simples		Método Média Móvel Simples	
MAD	3,83	MAD	2,42	MAD	5,19
MSE	21,10	MSE	11,74	MSE	31,61
RMSE	4,59	RMSE	3,43	RMSE	5,62
MAAPE	0,28	MAAPE	0,19	MAAPE	0,35
MASE	1,05	MASE	0,66	MASE	1,41



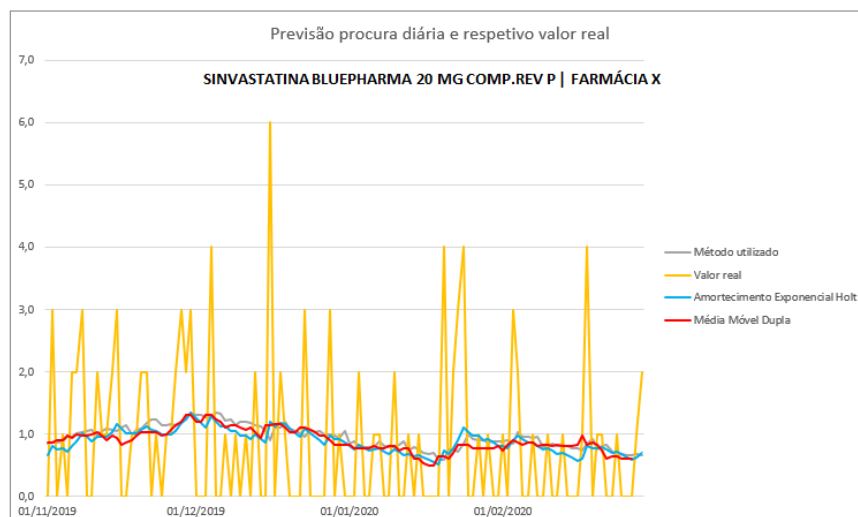
PROCURA DIÁRIA					
Método utilizado		Método Amotecimento Exponencial Holt		Método Média Móvel Dupla	
MAD	1,09	MAD	1,03	MAD	1,16
MSE	2,17	MSE	2,14	MSE	2,28
RMSE	1,47	RMSE	1,46	RMSE	1,51
MAAF	1,02	MAAPE	0,99	MAAPE	1,04
MASE	0,82	MASE	0,77	MASE	0,86



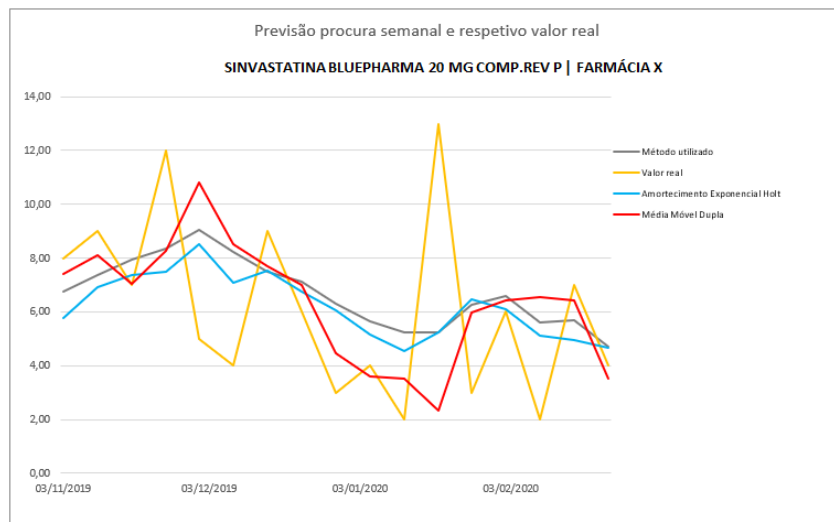
PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método Amortecimento Exponencial Holt		Método Média Móvel Dupla	
MAD	2,87	MAD	2,74	MAD	2,34
MSE	11,76	MSE	11,69	MSE	11,47
RMSE	3,43	RMSE	3,42	RMSE	3,39
MAAF	0,46	MAAPE	0,52	MAAPE	0,34
MASE	0,64	MASE	0,69	MASE	0,68



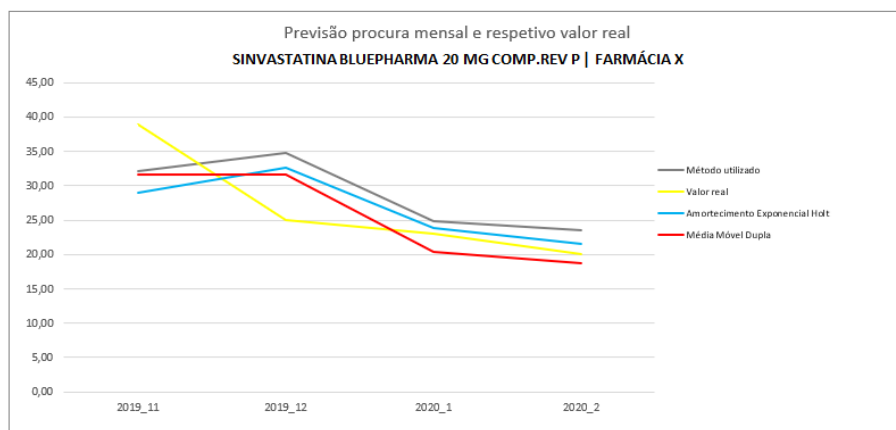
PROCURA MENSAL					
Método Utilizado		Método Amortecimento Exponencial Holt		Método Média Móvel Dupla	
MAD	2,68	MAD	3,96	MAD	2,34
MSE	11,15	MSE	24,18	MSE	11,47
RMSE	3,34	RMSE	4,92	RMSE	3,39
MAAF	0,11	MAAPE	0,17	MAAPE	0,34
MASE	0,40	MASE	0,59	MASE	0,68



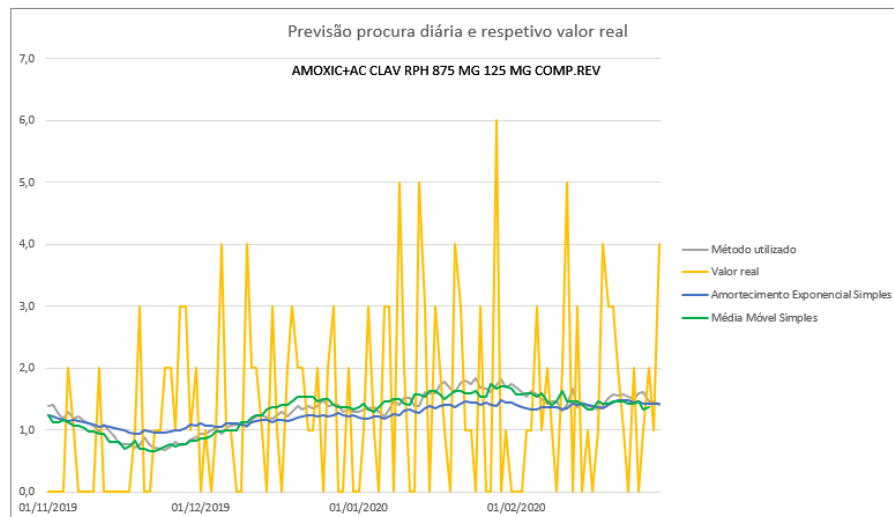
PROCURA DIÁRIA					
Método utilizado		Método Amortecimento Exponencial Holt		Método Média Móvel Dupla	
MAD	0,96	MAD	0,96	MAD	0,95
MSE	1,47	MSE	1,50	MSE	1,52
RMSE	1,21	RMSE	1,23	RMSE	1,23
MAAF	1,00	MAAPE	1,00	MAAPE	1,02
MASE	0,79	MASE	0,79	MASE	0,80



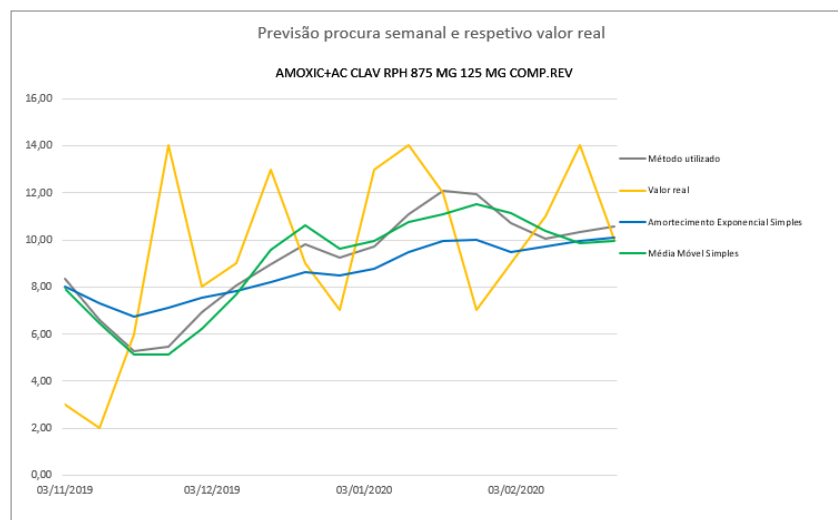
PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método Amortecimento Exponencial Holt		Método Média Móvel Dupla	
MAD	2,57	MAD	2,76	MAD	1,78
MSE	9,79	MSE	13,83	MSE	9,59
RMSE	3,13	RMSE	3,72	RMSE	3,10
MAAF	0,45	MAAPE	0,32	MAAPE	0,29
MASE	0,64	MASE	0,70	MASE	0,59



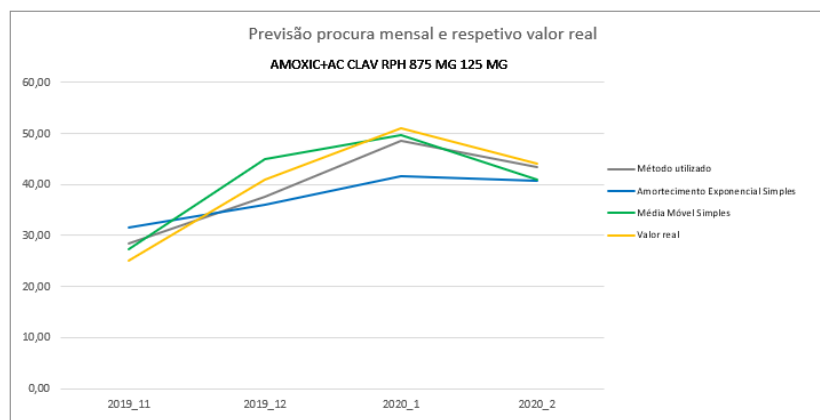
PROCURA MENSAL					
Método Utilizado		Método Amortecimento Exponencial Holt		Método Média Móvel Dupla	
MAD	5,48	MAD	2,54	MAD	1,78
MSE	39,55	MSE	15,50	MSE	9,59
RMSE	6,29	RMSE	3,94	RMSE	3,10
MAAF	0,20	MAAPE	0,10	MAAPE	0,29
MASE	0,87	MASE	0,40	MASE	0,59



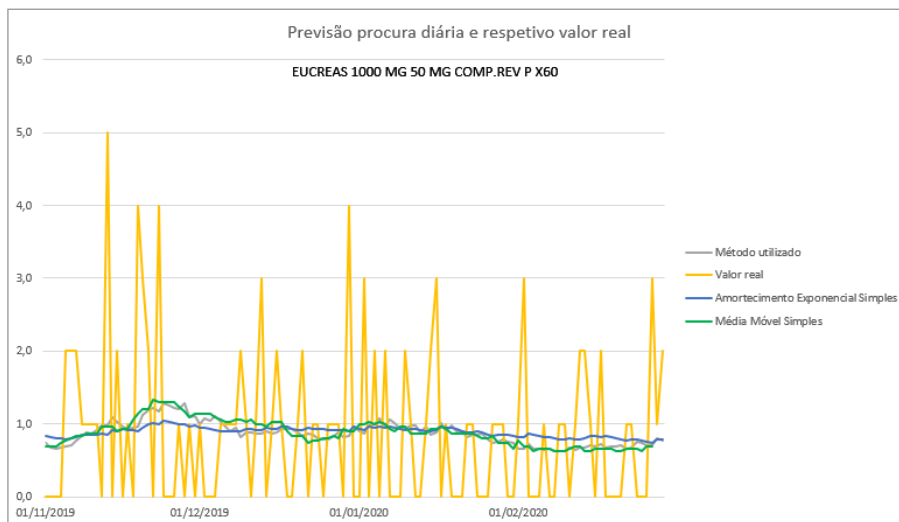
PROCURA DIÁRIA					
Método utilizado	Método Amortecimento Simples		Método Média Móvel Simples		
MAD	1,18	MAD	1,15	MAD	1,17
MSE	2,01	MSE	1,98	MSE	2,01
RMSE	1,42	RMSE	1,41	RMSE	1,42
MAAF	0,85	MAAPE	0,84	MAAPE	0,85
MASE	0,80	MASE	0,78	MASE	0,79



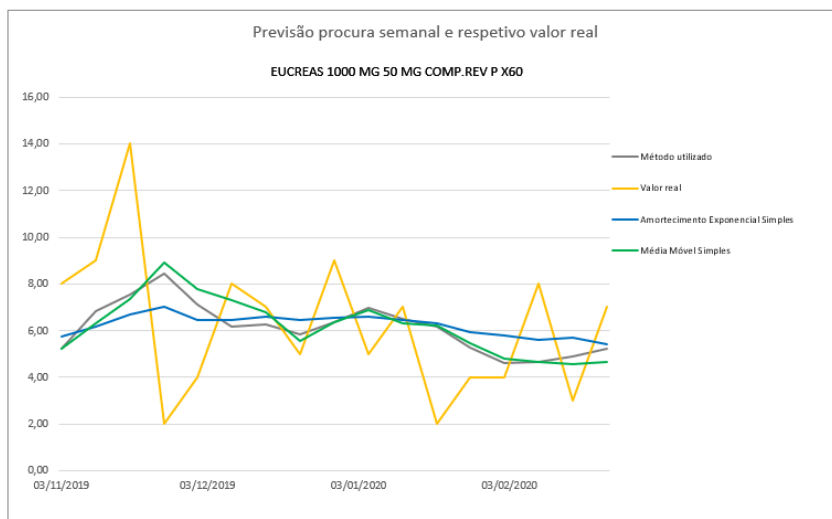
PROCURA SEMANAL					
Método utilizado	Método Amortecimento Simples		Método Média Móvel Simples		
MAD	2,73	MAD	2,97	MAD	1,95
MSE	12,24	MSE	13,30	MSE	7,20
RMSE	3,50	RMSE	3,65	RMSE	2,68
MAAF	0,32	MAAPE	0,33	MAAPE	0,23
MASE	0,79	MASE	0,83	MASE	0,78



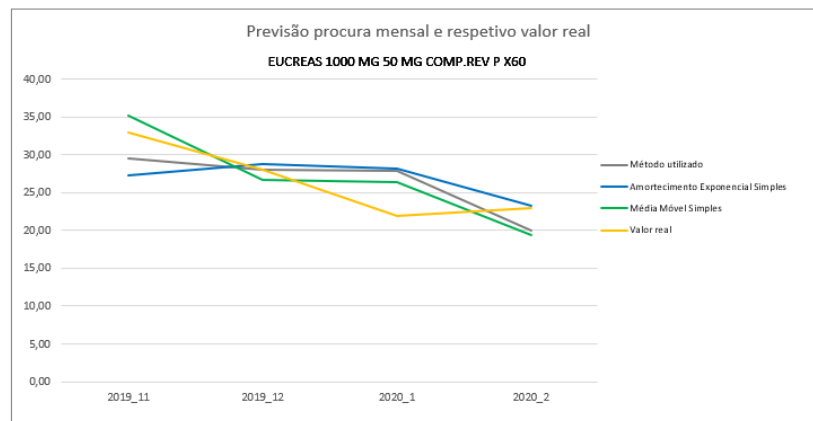
PROCURA MENSAL					
Método Utilizado		Método Amortecimento Simples		Método Média Móvel Simples	
MAD	2,54	MAD	4,48	MAD	2,90
MSE	7,55	MSE	31,71	MSE	9,44
RMSE	2,75	RMSE	5,63	RMSE	3,07
MAAPE	0,07	MAAPE	0,10	MAAPE	0,08
MASE	0,23	MASE	0,41	MASE	0,26



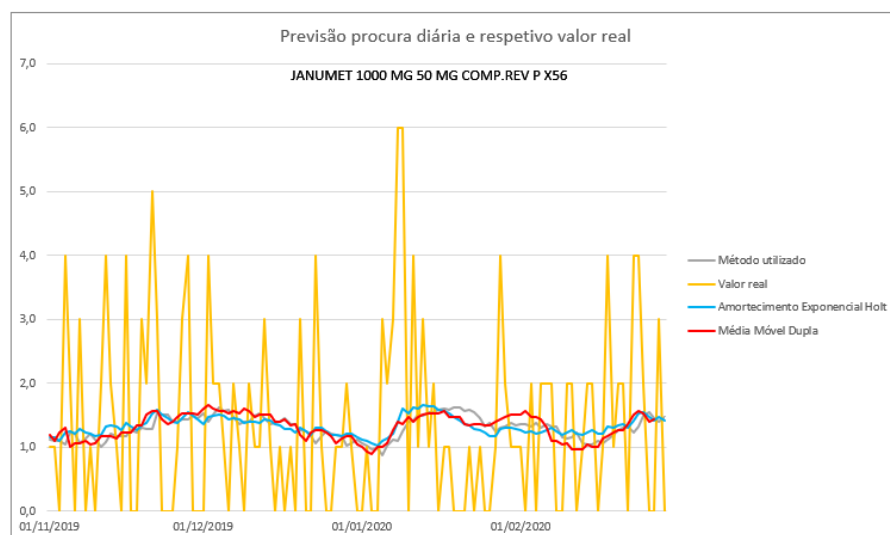
PROCURA DIÁRIA					
Método utilizado		Método Amortecimento Simples		Método Média Móvel Simples	
MAD	0,83	MAD	0,82	MAD	0,84
MSE	1,16	MSE	1,15	MSE	1,18
RMSE	1,08	RMSE	1,07	RMSE	1,09
MAAPE	0,90	MAAPE	0,89	MAAPE	0,90
MASE	0,78	MASE	0,77	MASE	0,78



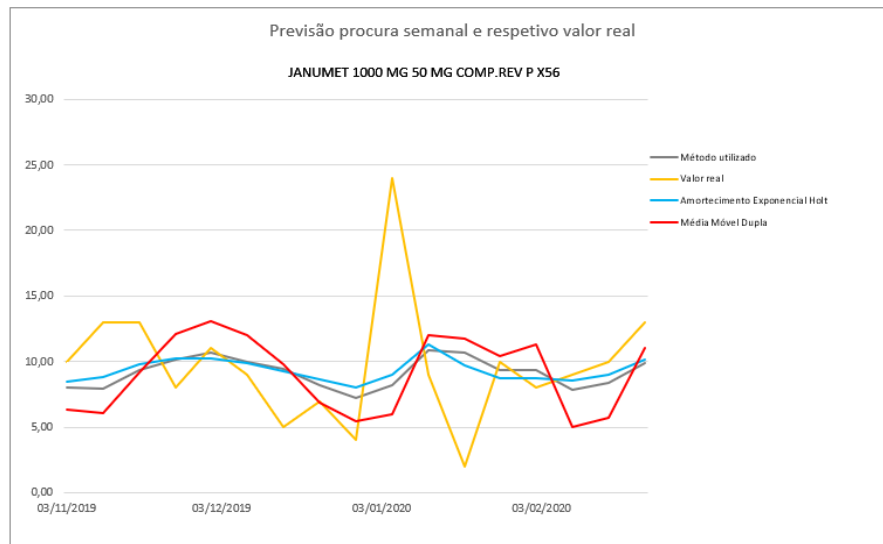
PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método Amortecimento Simples		Método Média Móvel Simples	
MAD	2,50	MAD	2,40	MAD	1,88
MSE	9,30	MSE	8,64	MSE	7,52
RMSE	3,05	RMSE	2,94	RMSE	2,74
MAAPE	0,41	MAAPE	0,36	MAAPE	0,30
MASE	0,75	MASE	0,66	MASE	0,72



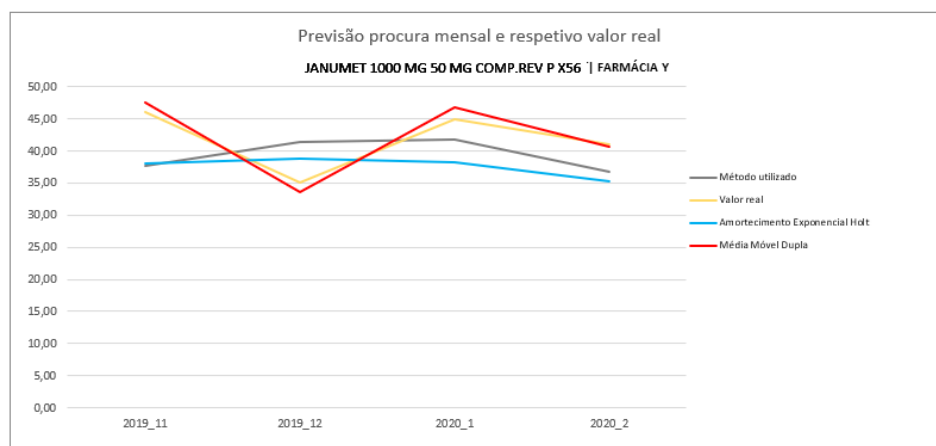
PROCURA MENSAL					
Método Utilizado		Método Amortecimento Simples		Método Média Móvel Simples	
MAD	3,13	MAD	1,83	MAD	2,90
MSE	14,29	MSE	9,91	MSE	9,77
RMSE	3,78	RMSE	3,15	RMSE	3,13
MAAPE	0,13	MAAPE	0,08	MAAPE	0,12
MASE	0,78	MASE	0,46	MASE	0,72



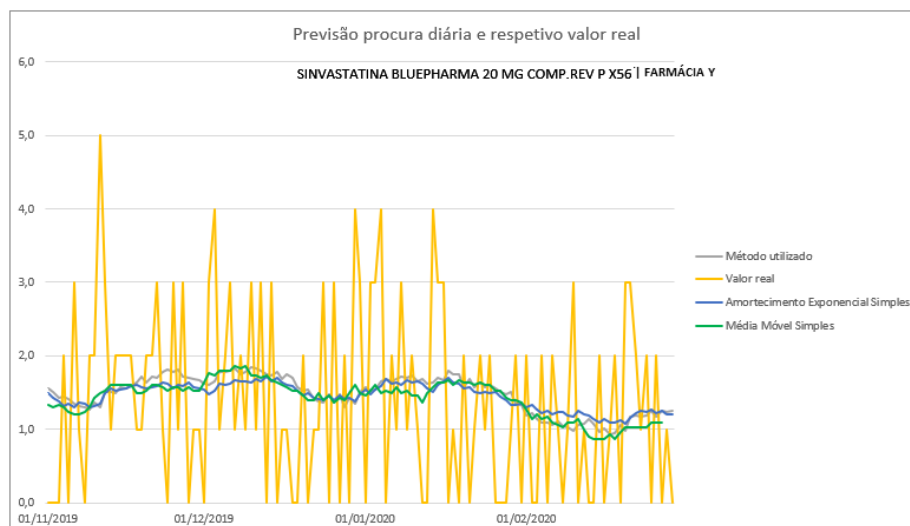
PROCURA DIÁRIA					
Método utilizado		Método Amortecimento Exponencial Holt		Método Média Móvel Dupla	
MAD	1,20	MAD	1,16	MAD	1,29
MSE	2,24	MSE	2,12	MSE	2,54
RMSE	1,50	RMSE	1,46	RMSE	1,60
MAAPE	0,83	MAAPE	0,81	MAAPE	0,87
MASE	0,80	MASE	0,78	MASE	0,85



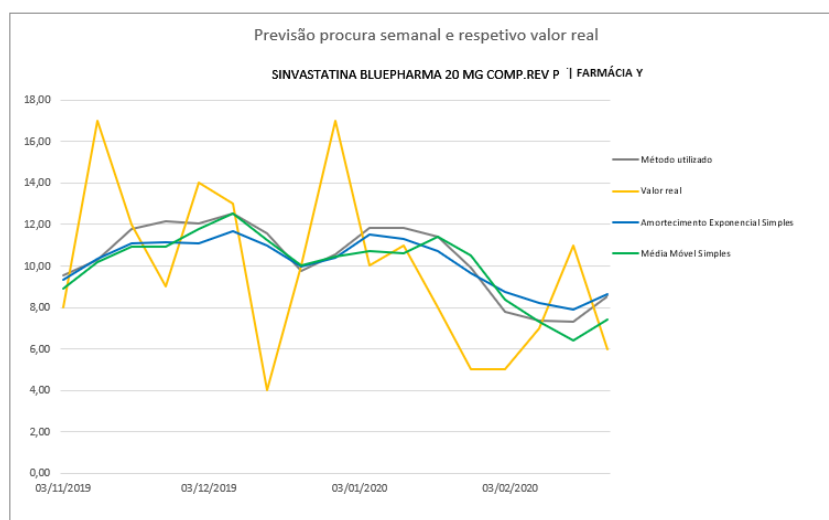
PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método Amortecimento Exponencial Holt		Método Média Móvel Dupla	
MAD	3,38	MAD	2,63	MAD	3,25
MSE	25,09	MSE	10,69	MSE	26,45
RMSE	5,01	RMSE	3,27	RMSE	5,14
MAAPE	0,34	MAAPE	0,37	MAAPE	0,30
MASE	1,10	MASE	0,69	MASE	0,90



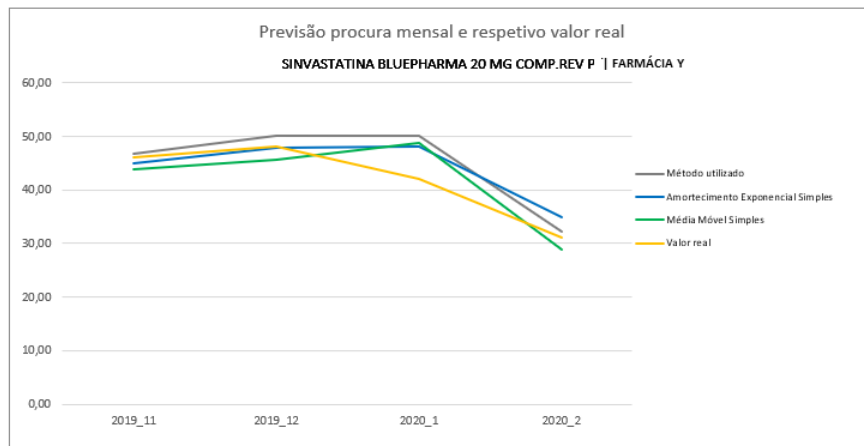
PROCURA MENSAL					
Método Utilizado		Método Amortecimento Exponencial Holt		Método Média Móvel Dupla	
MAD	5,57	MAD	4,07	MAD	3,25
MSE	34,96	MSE	23,22	MSE	26,45
RMSE	5,91	RMSE	4,82	RMSE	5,14
MAAPE	0,13	MAAPE	0,10	MAAPE	0,30
MASE	0,67	MASE	0,49	MASE	0,90



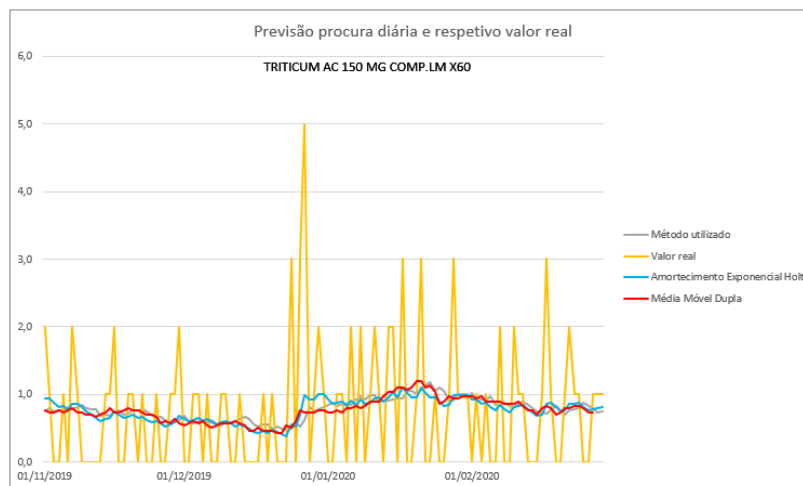
PROCURA DIÁRIA					
Método utilizado		Método Amortecimento Simples		Método Média Móvel Simples	
MAD	1,09	MAD	1,09	MAD	1,08
MSE	1,55	MSE	1,54	MSE	1,55
RMSE	1,25	RMSE	1,24	RMSE	1,25
MAAF	0,78	MAAPE	0,78	MAAPE	0,77
MASE	0,73	MASE	0,72	MASE	0,71



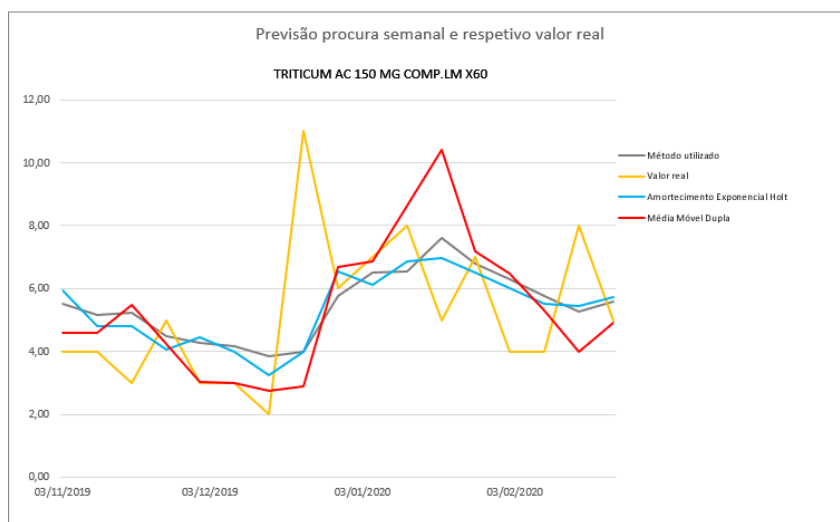
PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método Amortecimento Simples		Método Média Móvel Simples	
MAD	2,86	MAD	3,01	MAD	2,04
MSE	13,37	MSE	14,75	MSE	10,01
RMSE	3,66	RMSE	3,84	RMSE	3,16
MAAF	0,31	MAAPE	0,30	MAAPE	0,22
MASE	0,67	MASE	0,63	MASE	0,64



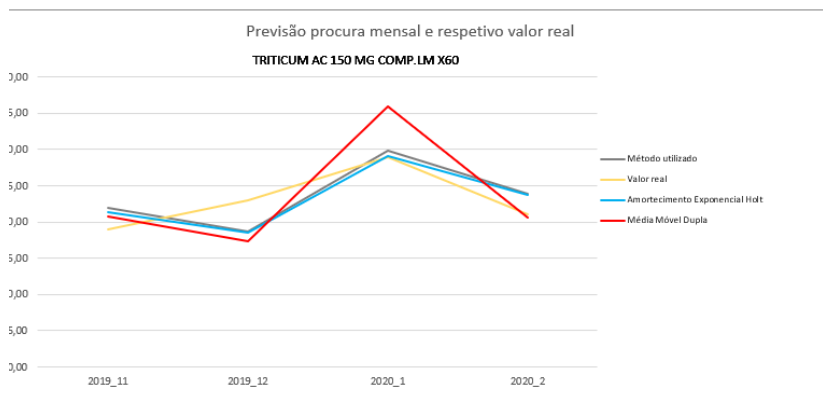
PROCURA MENSAL					
Método Utilizado		Método Amortecimento Simples		Método Média Móvel Simples	
MAD	3,07	MAD	2,48	MAD	2,98
MSE	18,15	MSE	12,81	MSE	14,50
RMSE	4,26	RMSE	3,58	RMSE	3,81
MAAF	0,07	MAAPE	0,07	MAAPE	0,07
MASE	0,49	MASE	0,39	MASE	0,47



PROCURA DIÁRIA					
Método utilizado		Método Amortecimento Exponencial Holt		Método Média Móvel Dupla	
MAD	0,73	MAD	0,73	MAD	0,75
MSE	0,89	MSE	0,89	MSE	0,95
RMSE	0,94	RMSE	0,95	RMSE	0,97
MAAPE	0,93	MAAPE	0,93	MAAPE	0,97
MASE	0,75	MASE	0,76	MASE	0,79

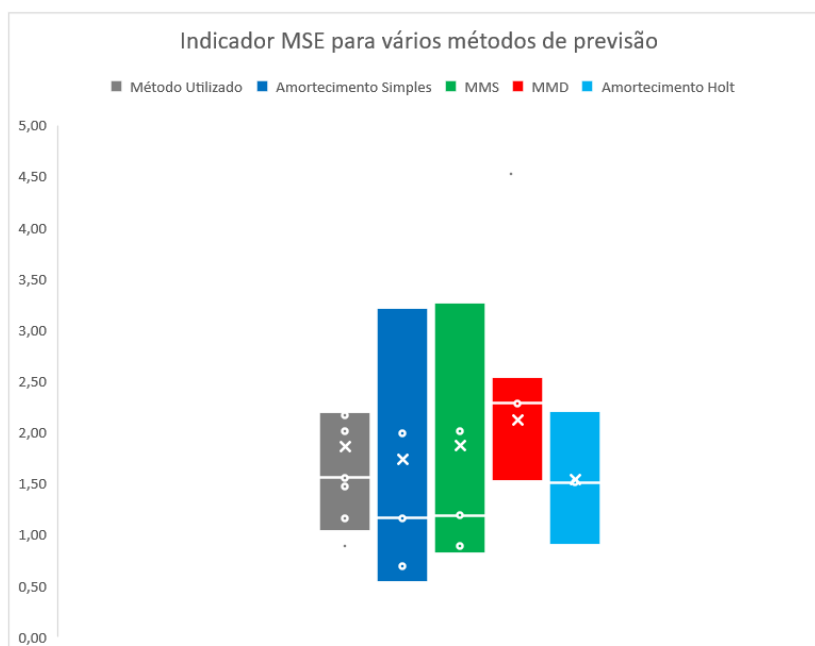
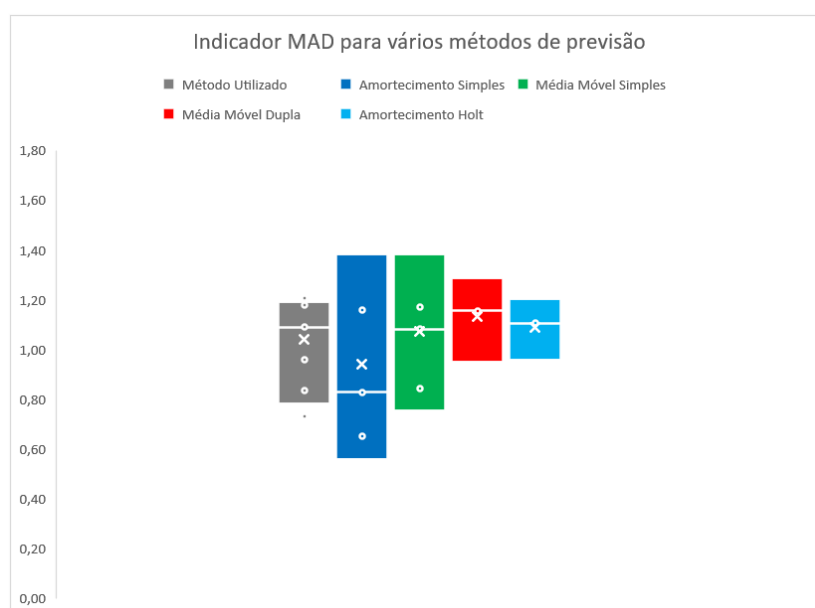


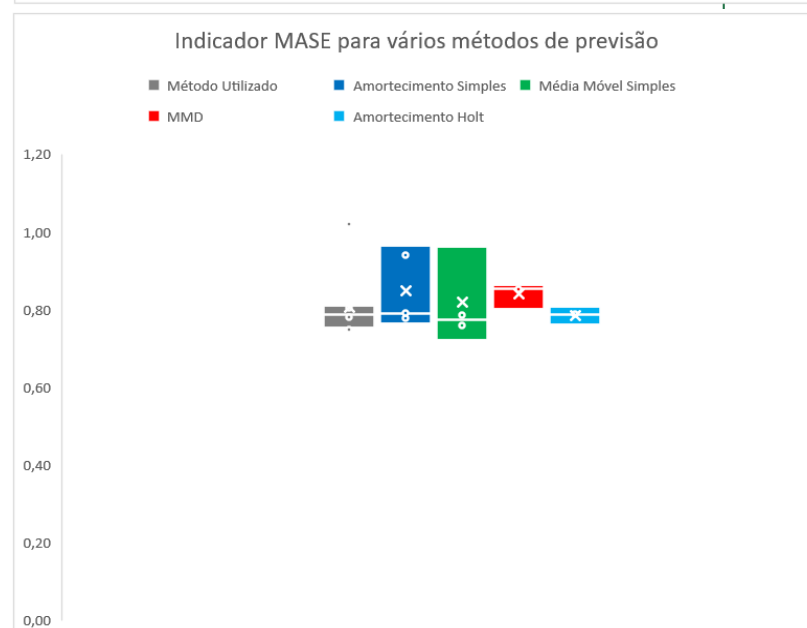
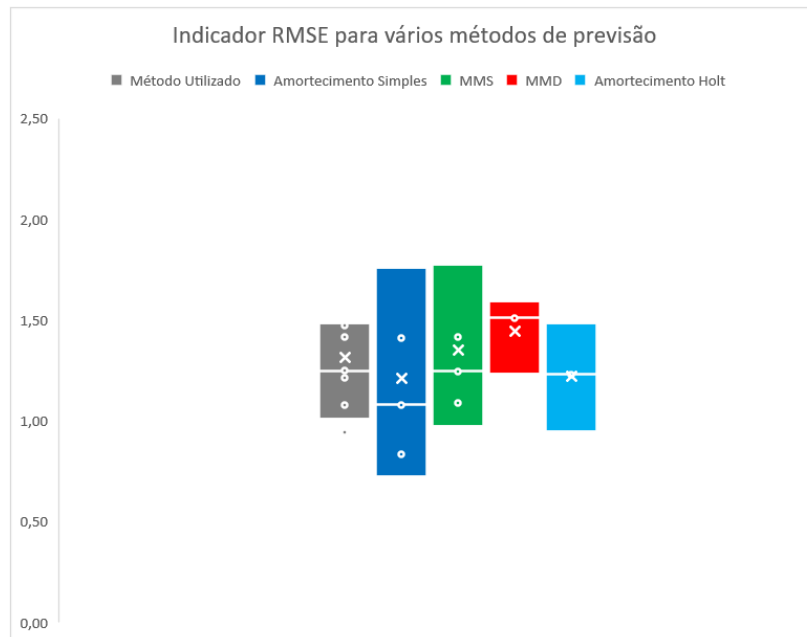
PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método Amortecimento Exponencial Holt		Método Média Móvel Dupla	
MAD	1,71	MAD	1,90	MAD	1,23
MSE	5,28	MSE	5,59	MSE	5,56
RMSE	2,30	RMSE	2,36	RMSE	2,36
MAAPE	0,33	MAAPE	0,38	MAAPE	0,20
MASE	0,74	MASE	0,66	MASE	0,73



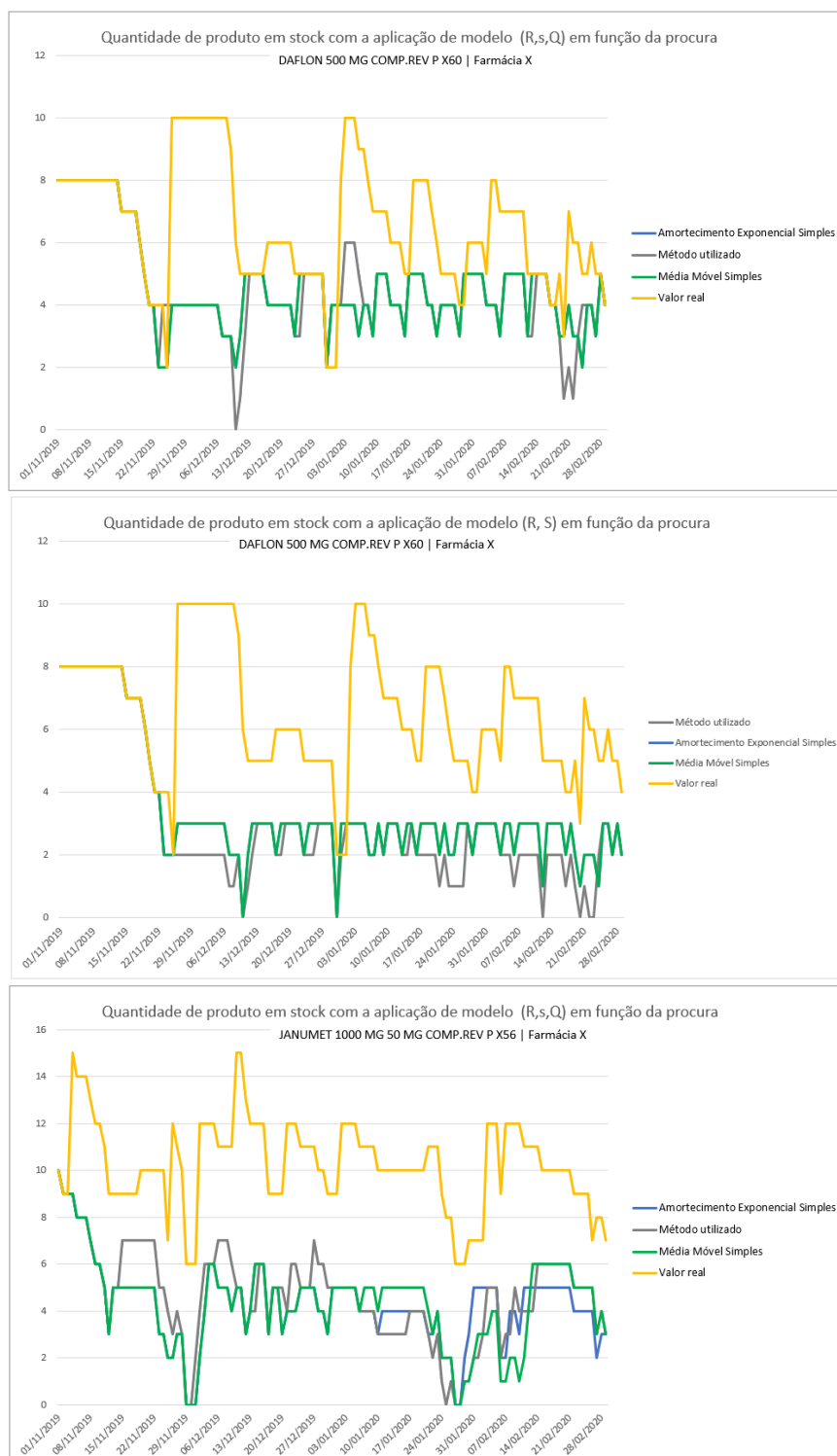
PROCURA MENSAL					
Método Utilizado		Método Amortecimento Exponencial Holt		Método Média Móvel Dupla	
MAD	2,76	MAD	1,83	MAD	1,23
MSE	9,18	MSE	6,88	MSE	5,56
RMSE	3,03	RMSE	2,62	RMSE	2,36
MAAPE	0,13	MAAPE	0,08	MAAPE	0,20
MASE	0,46	MASE	0,31	MASE	0,73

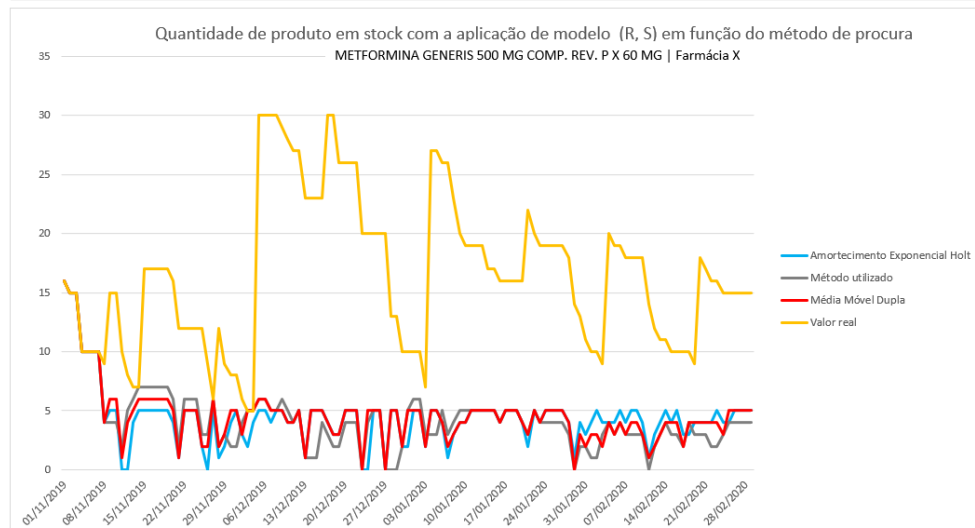
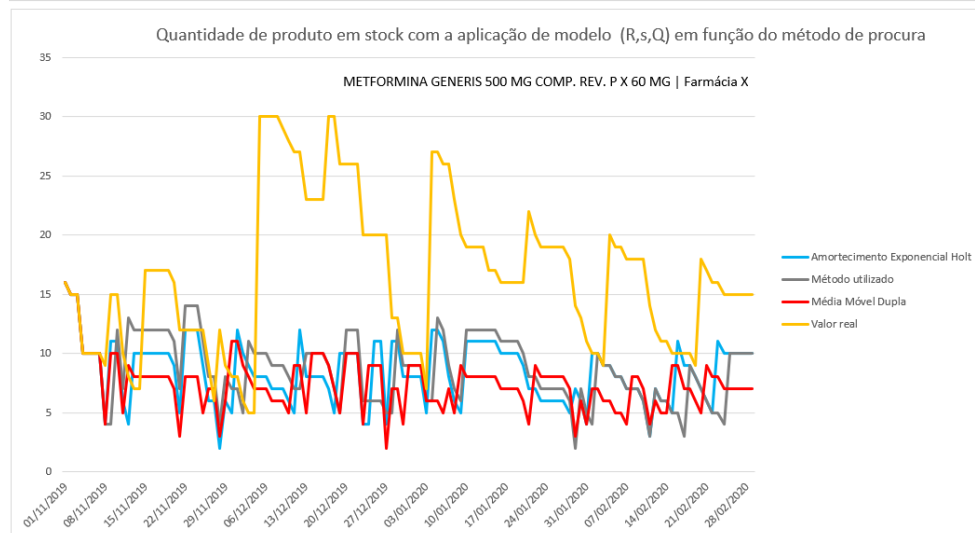
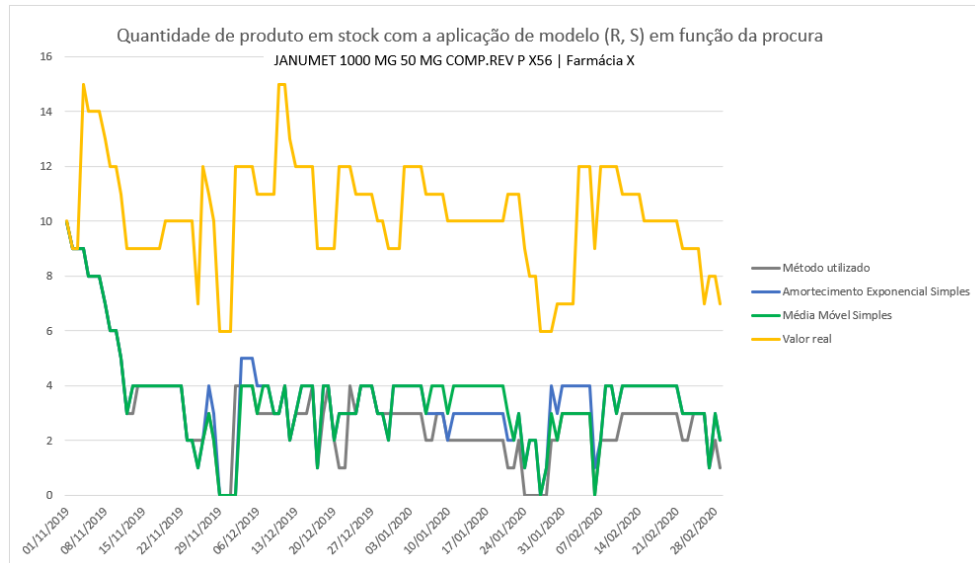
ANEXO E: Diagramas de caixa de indicadores dos métodos de previsão

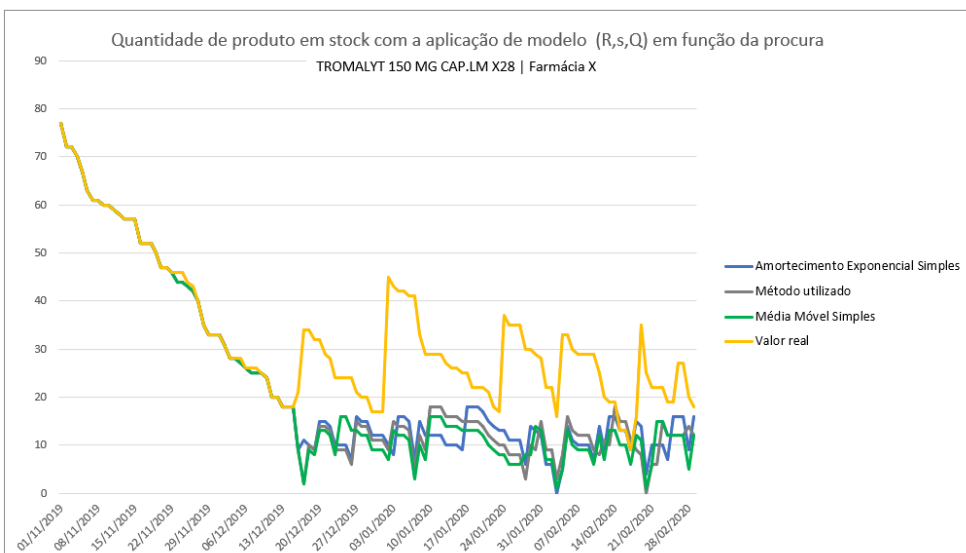
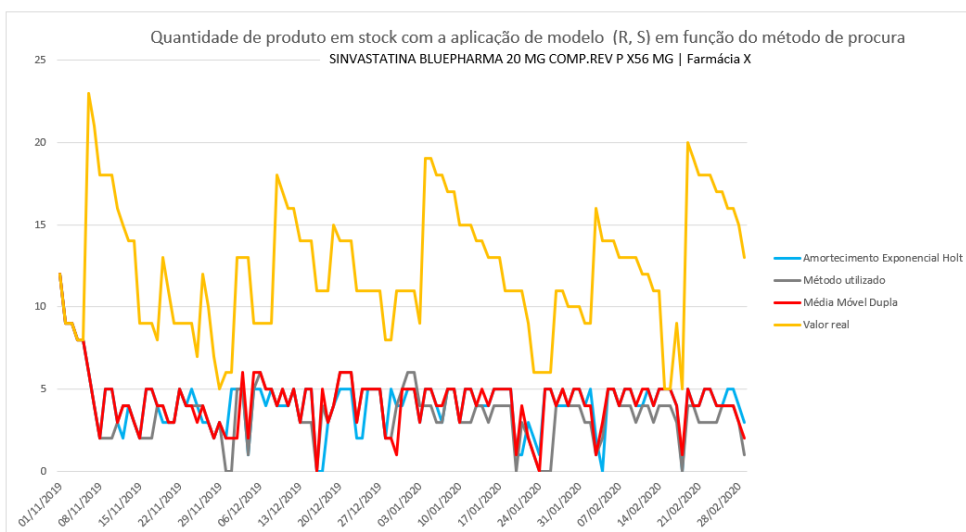
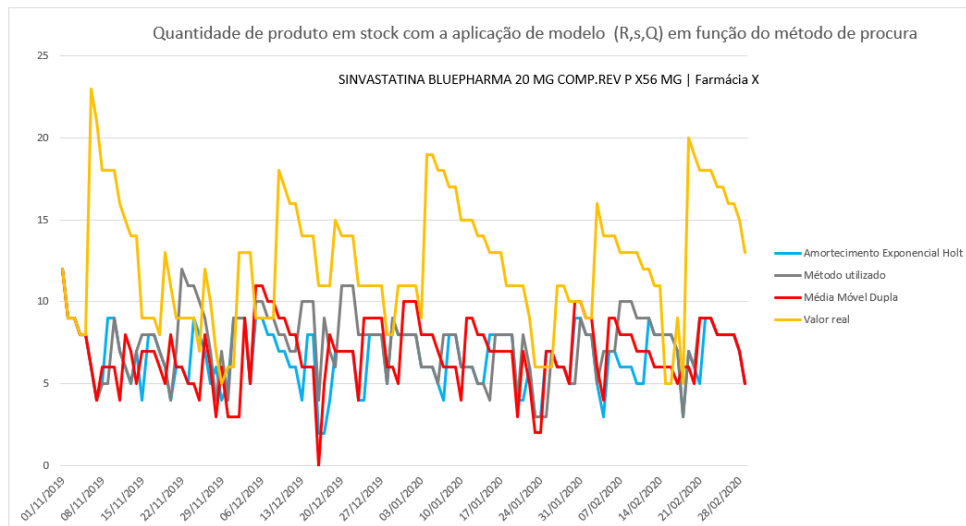


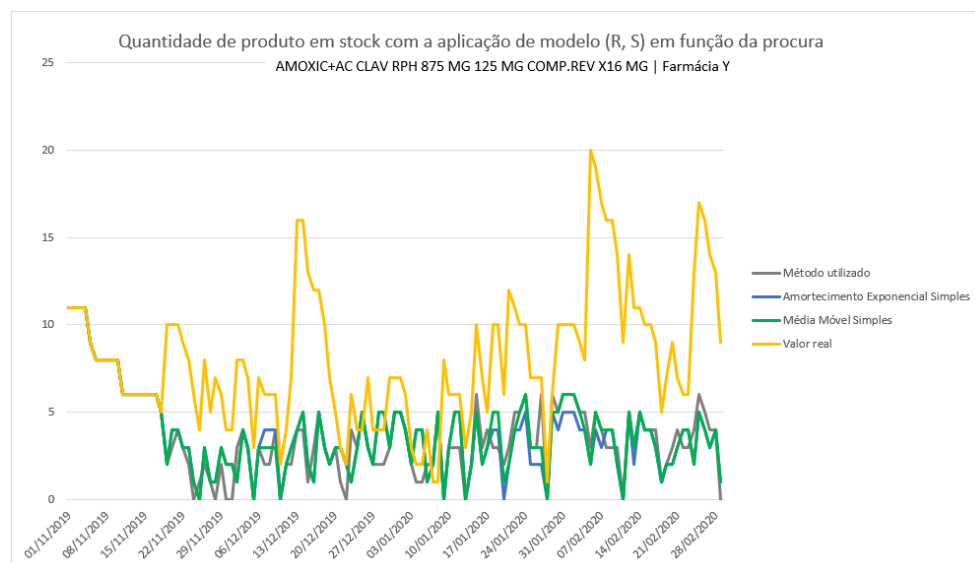
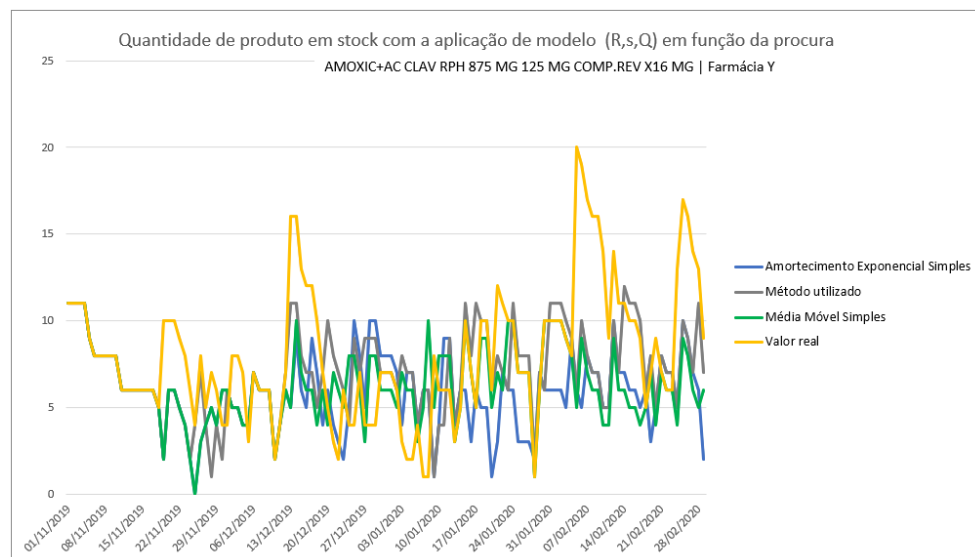
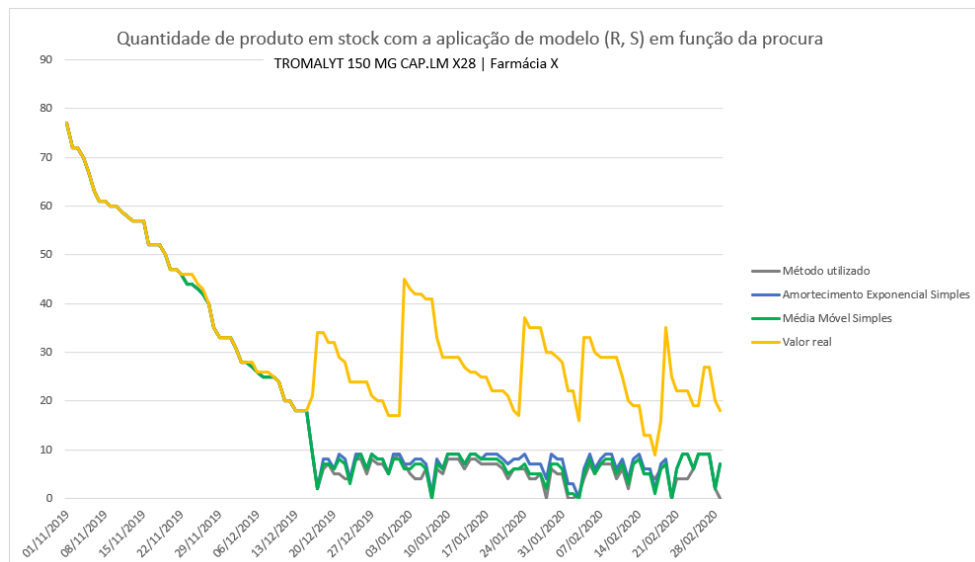


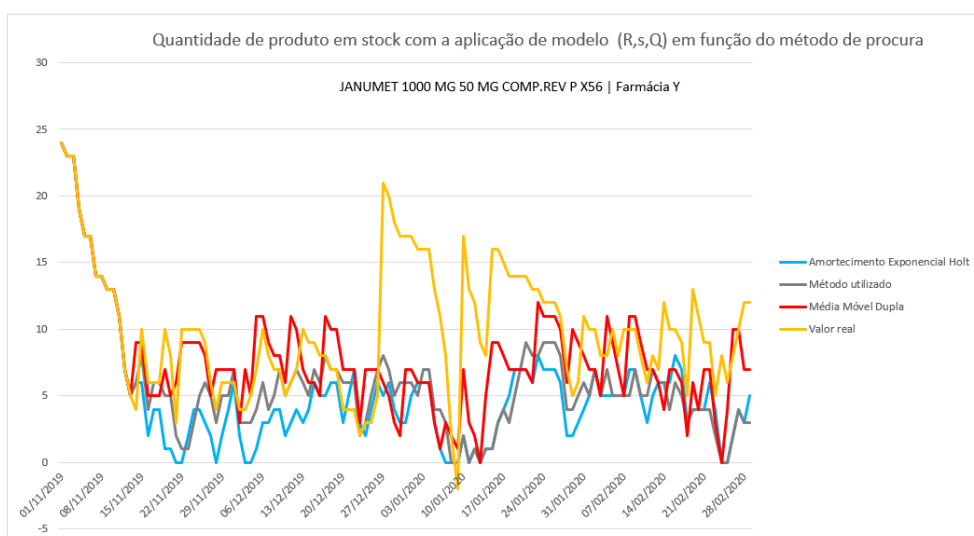
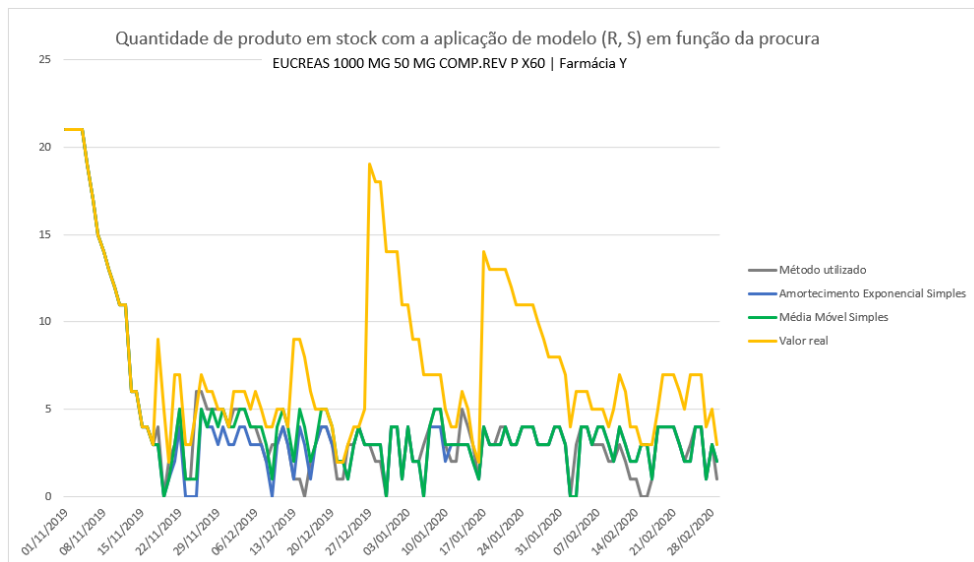
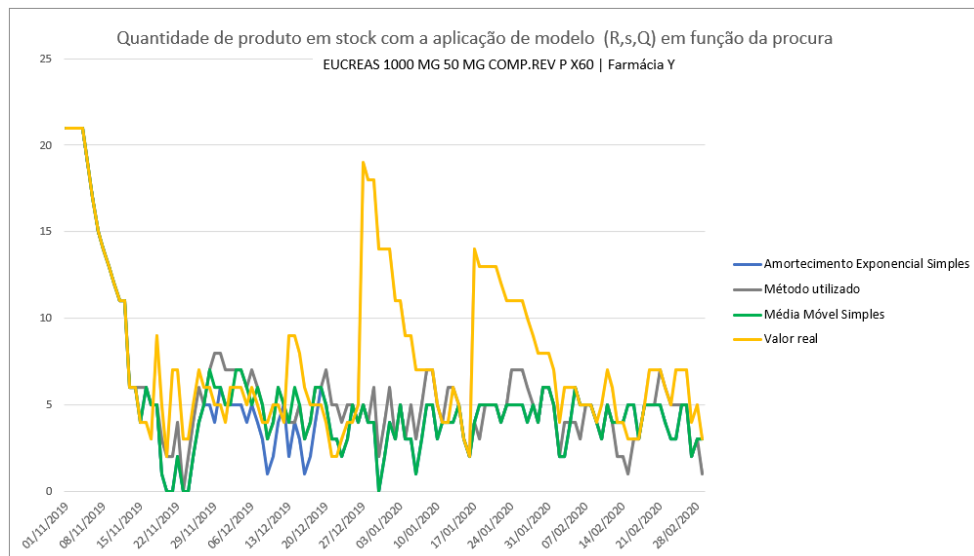
ANEXO F: Quantidades de produto em *stock* em função do método de previsão e do modelo de gestão de inventário para cada produto

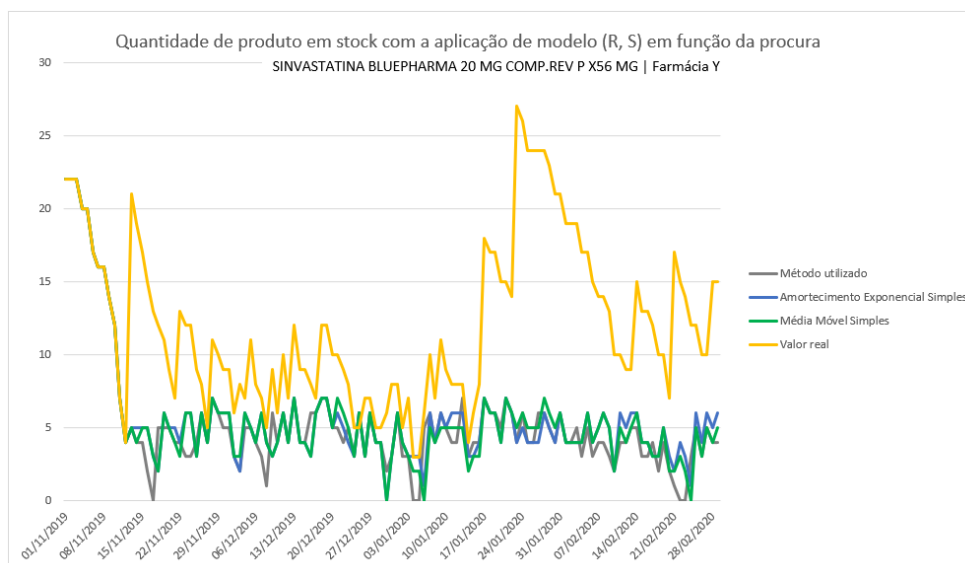
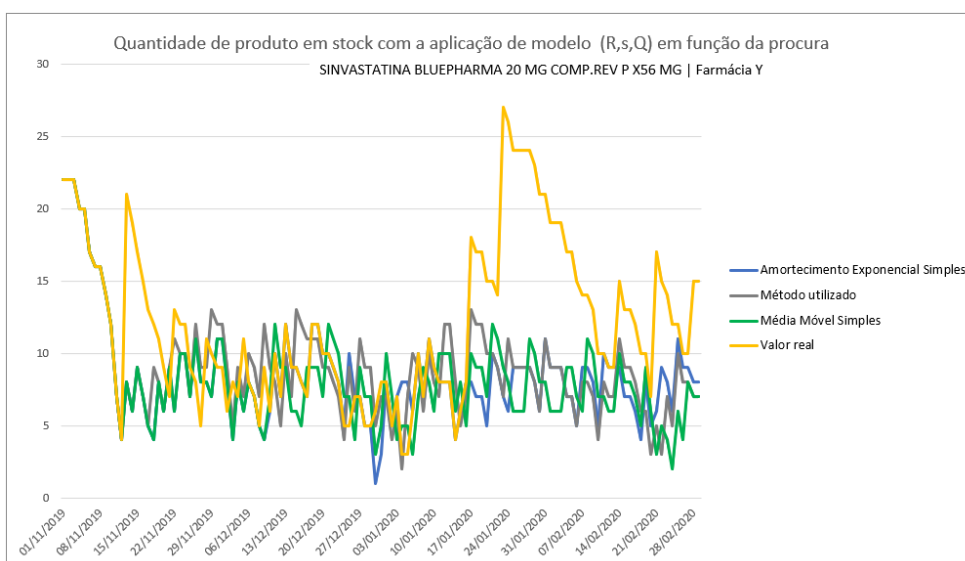
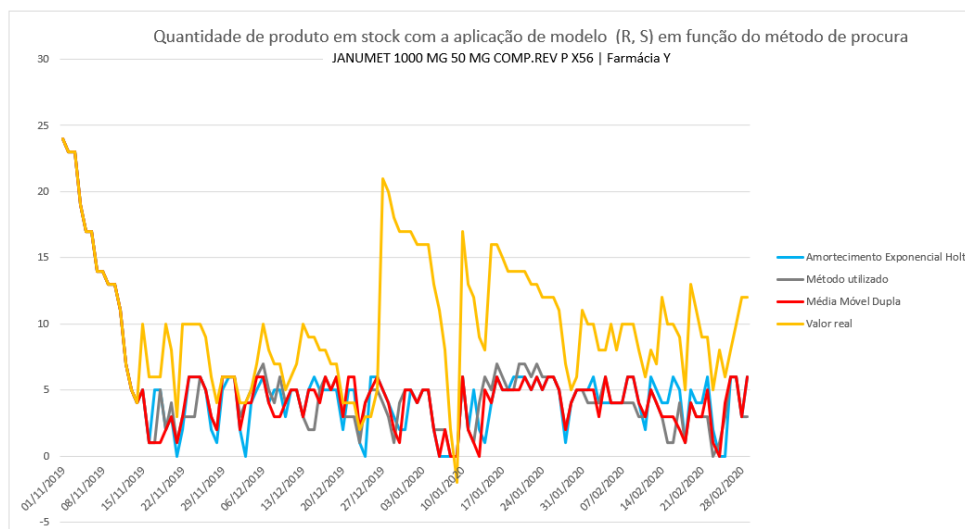


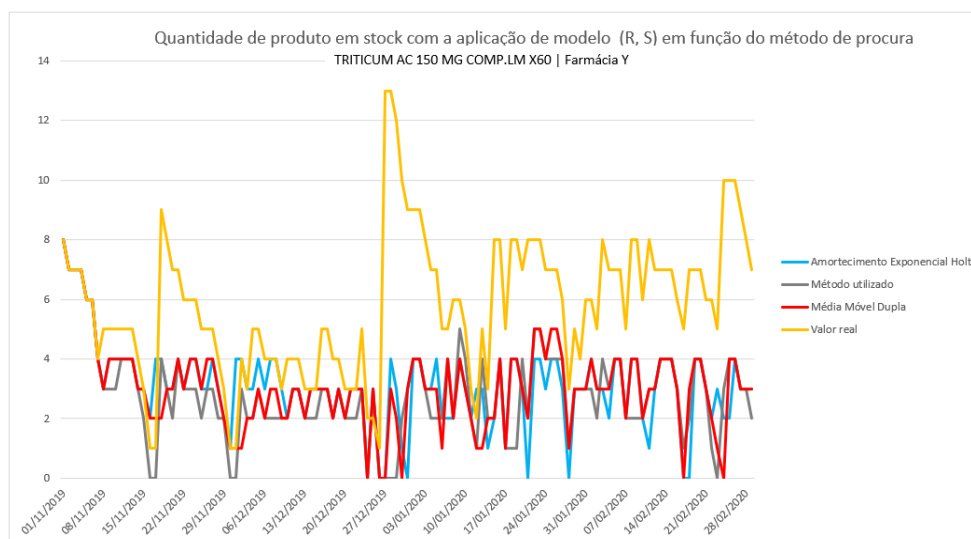
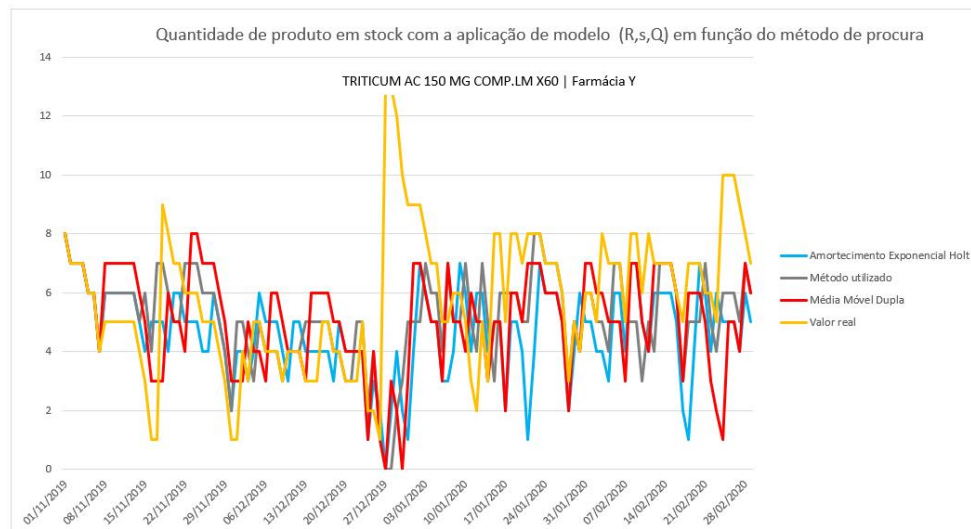




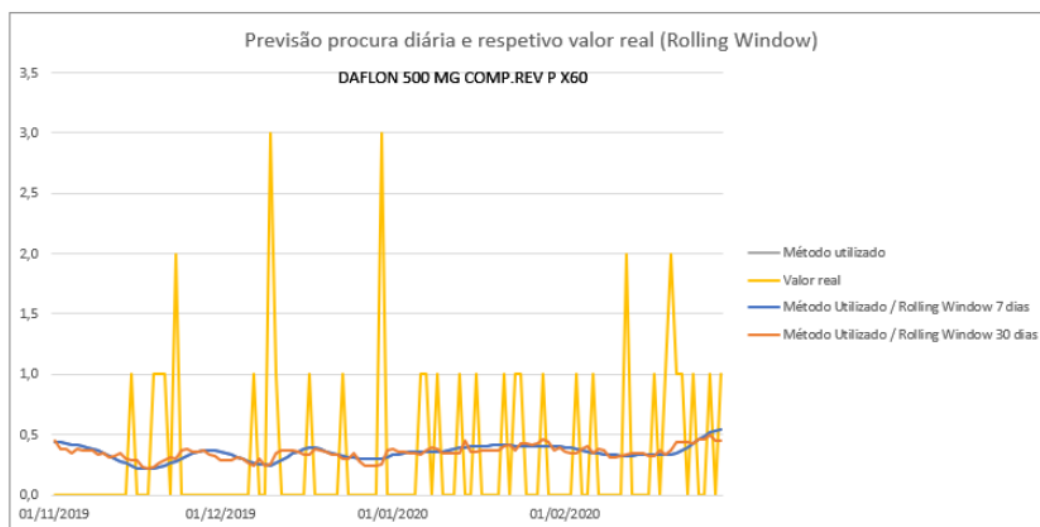




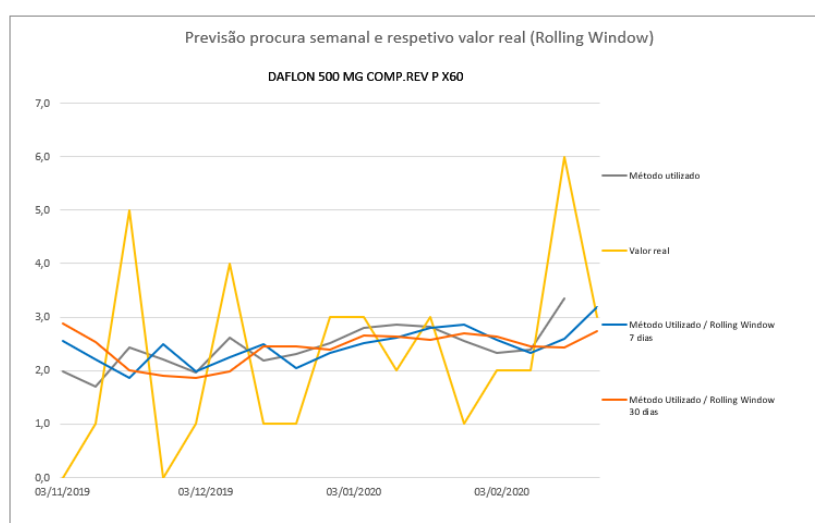




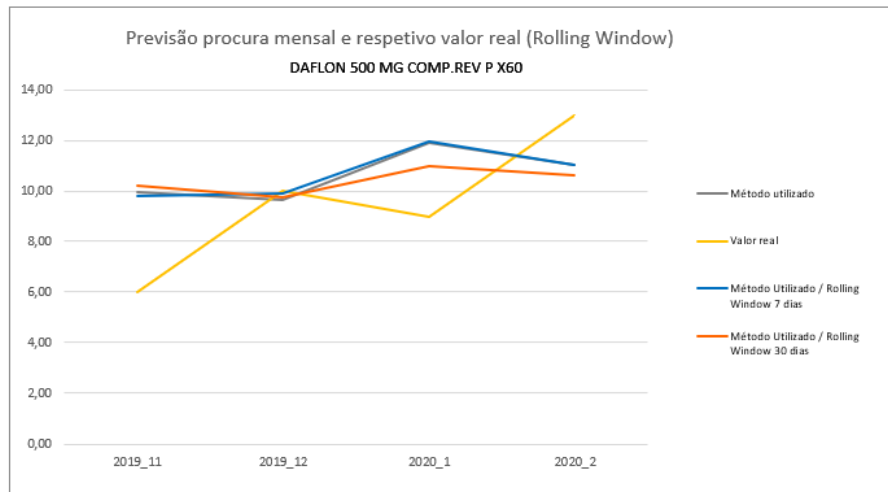
ANEXO G: Previsão e indicadores de várias janelas rolantes para determinado produto



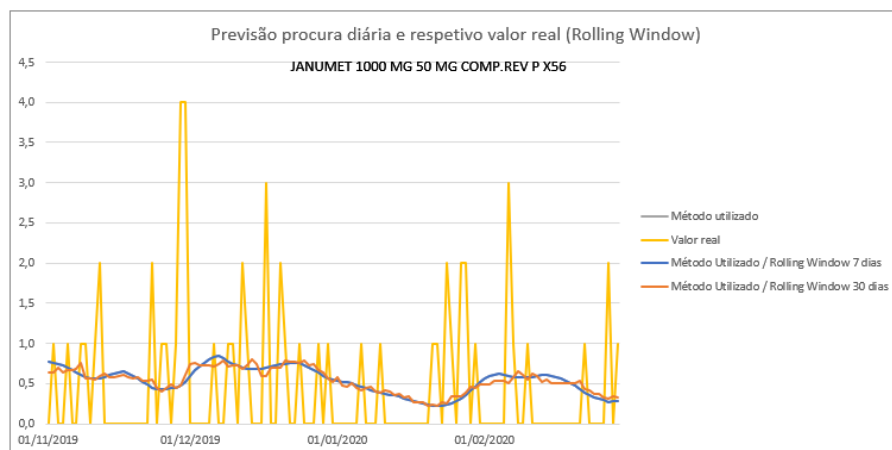
Procura diária					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	0,49	MAD	0,49	MAD	0,49
MSE	0,38	MSE	0,38	MSE	0,37
RMSE	0,61	RMSE	0,62	RMSE	0,61
MAAPE	1,32	MAAPE	1,32	MAAPE	1,32
MASE	0,99	MASE	0,99	MASE	0,99



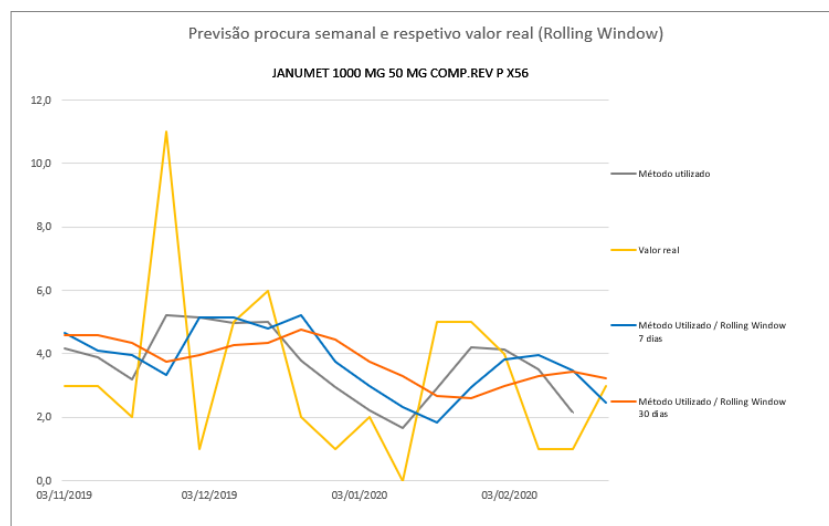
PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	1,35	MAD	1,43	MAD	1,39
MSE	2,82	MSE	3,14	MSE	2,92
RMSE	1,68	RMSE	1,77	RMSE	1,71
MAAPE	0,61	MAAPE	0,63	MAAPE	0,63
MASE	0,70	MASE	0,74	MASE	0,72



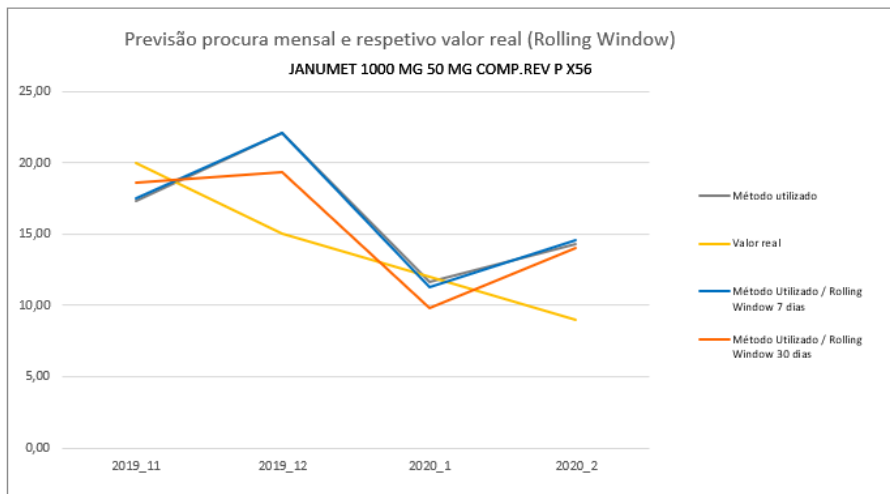
PROCURA MENSAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	2,30	MAD	2,22	MAD	2,20
MSE	7,02	MSE	6,80	MSE	6,83
RMSE	2,65	RMSE	2,61	RMSE	2,61
MAAPE	0,27	MAAPE	0,26	MAAPE	0,26
MASE	0,77	MASE	0,74	MASE	0,73



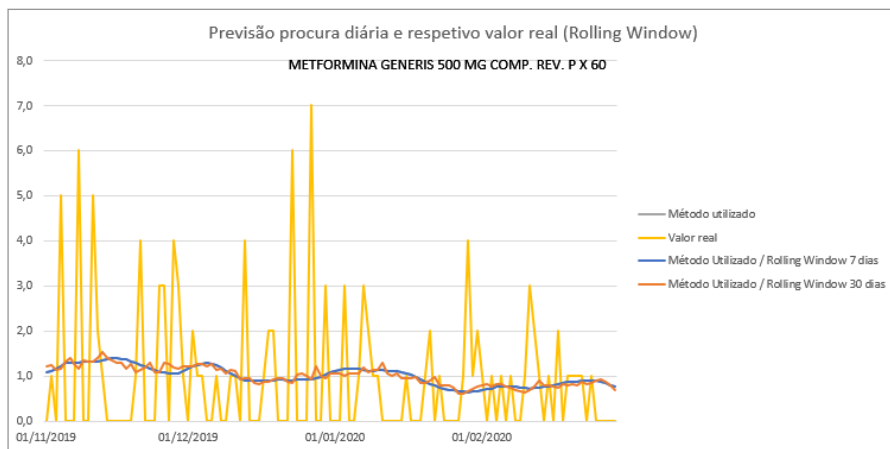
Procura diária					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	0,67	MAD	0,67	MAD	0,67
MSE	0,72	MSE	0,73	MSE	0,71
RMSE	0,85	RMSE	0,85	RMSE	0,84
MAAPE	1,23	MAAPE	1,23	MAAPE	1,23
MASE	1,02	MASE	1,02	MASE	1,01



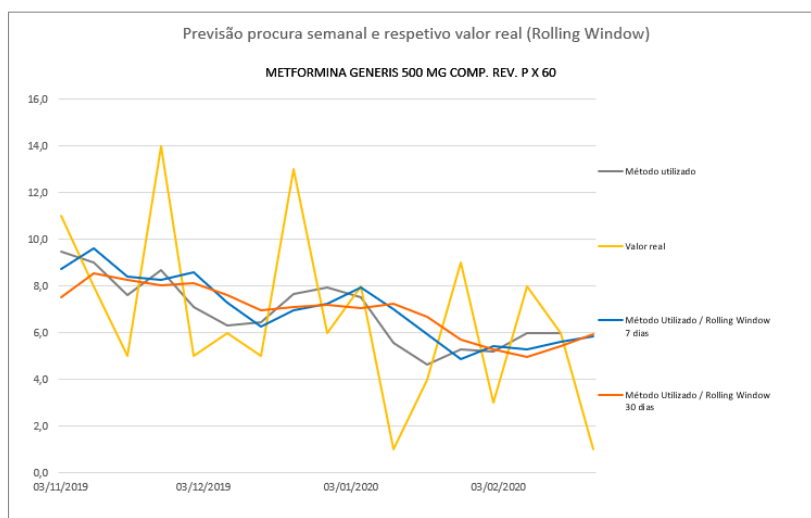
PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	2,26	MAD	2,29	MAD	2,36
MSE	8,17	MSE	8,39	MSE	7,76
RMSE	2,86	RMSE	2,90	RMSE	2,79
MAAPE	0,69	MAAPE	0,69	MAAPE	0,71
MASE	0,86	MASE	0,87	MASE	0,90



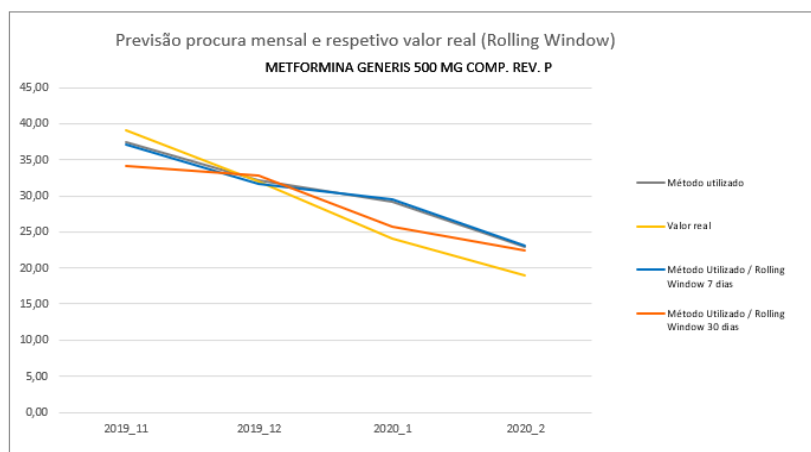
PROCURA MENSAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	3,83	MAD	3,96	MAD	3,24
MSE	21,10	MSE	21,89	MSE	12,62
RMSE	4,59	RMSE	4,68	RMSE	3,55
MAAPE	0,28	MAAPE	0,29	MAAPE	0,26
MASE	1,05	MASE	1,08	MASE	0,88



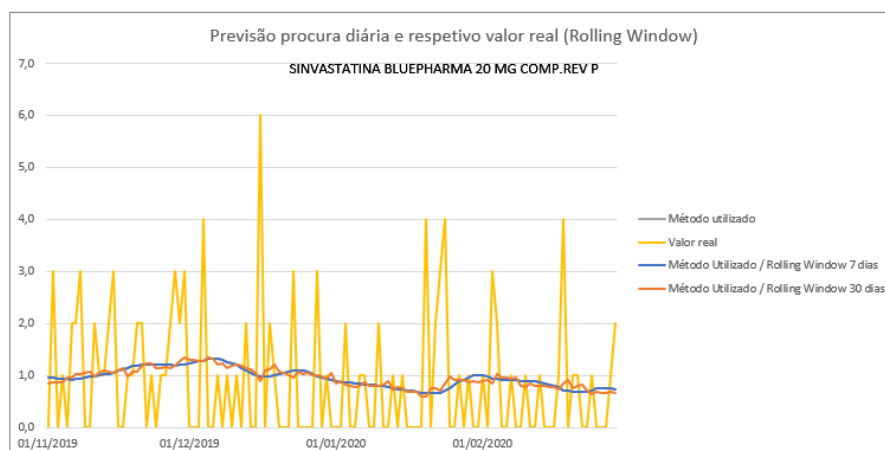
Procura diária					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	1,09	MAD	1,09	MAD	1,07
MSE	2,17	MSE	2,16	MSE	2,12
RMSE	1,47	RMSE	1,47	RMSE	1,46
MAAPE	1,02	MAAPE	1,02	MAAPE	1,01
MASE	0,82	MASE	0,82	MASE	0,80



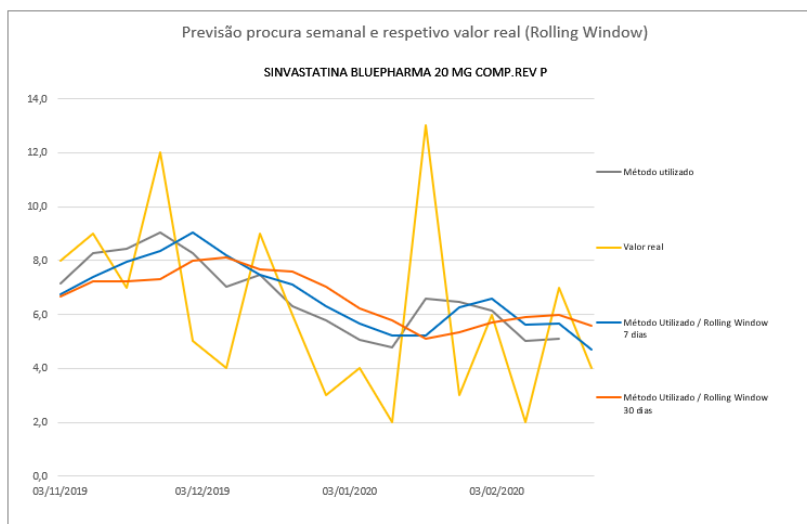
PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	2,87	MAD	2,99	MAD	2,99
MSE	11,76	MSE	13,39	MSE	12,17
RMSE	3,43	RMSE	3,66	RMSE	3,49
MAAP	0,46	MAAPE	0,46	MAAPE	0,48
MASE	0,64	MASE	0,67	MASE	0,66



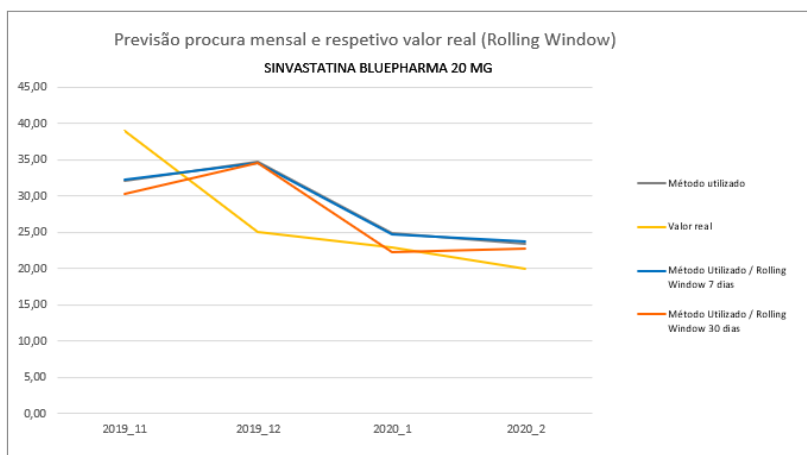
PROCURA MENSAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	2,68	MAD	2,96	MAD	2,68
MSE	11,15	MSE	12,69	MSE	9,48
RMSE	3,34	RMSE	3,56	RMSE	3,08
MAAP	0,11	MAAPE	0,12	MAAPE	0,10
MASE	0,40	MASE	0,44	MASE	0,40



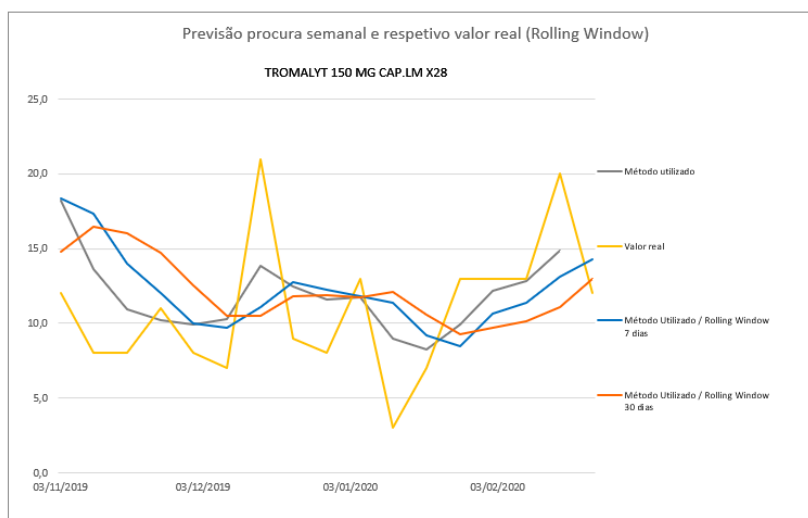
Procura diária					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	0,96	MAD	0,96	MAD	0,95
MSE	1,47	MSE	1,47	MSE	1,45
RMSE	1,21	RMSE	1,21	RMSE	1,21
MAAF	1,00	MAAPE	1,00	MAAPE	0,99
MASE	0,79	MASE	0,79	MASE	0,78



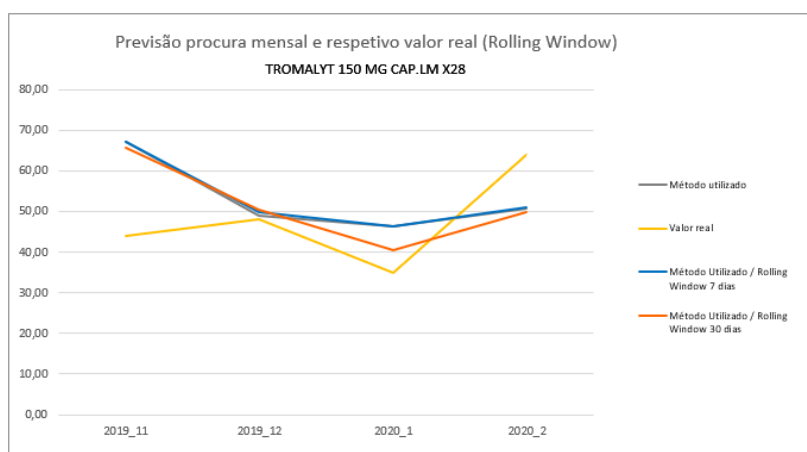
PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	2,57	MAD	2,80	MAD	2,66
MSE	9,79	MSE	11,00	MSE	10,58
RMSE	3,13	RMSE	3,32	RMSE	3,25
MAAF	0,45	MAAPE	0,48	MAAPE	0,47
MASE	0,64	MASE	0,70	MASE	0,66



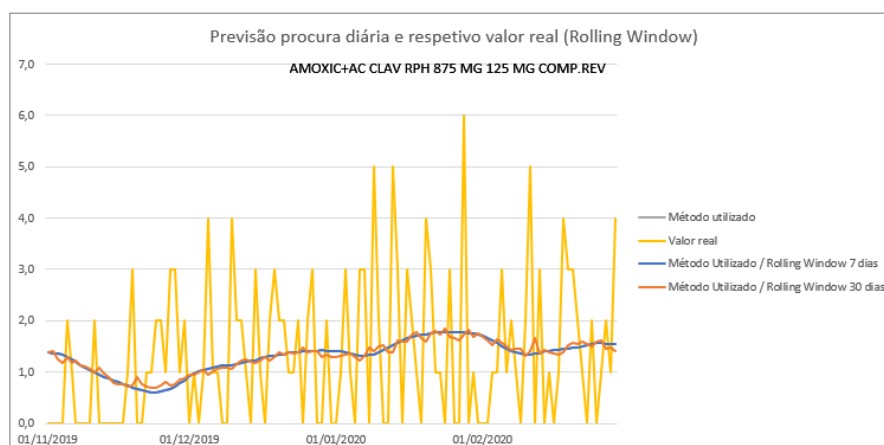
PROCURA MENSAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	5,48	MAD	5,45	MAD	5,47
MSE	39,55	MSE	38,64	MSE	44,00
RMSE	6,29	RMSE	6,22	RMSE	6,63
MAAF	0,20	MAAPE	0,20	MAAPE	0,19
MASE	0,87	MASE	0,86	MASE	0,86



PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	4,40	MAD	4,68	MAD	4,82
MSE	27,27	MSE	31,77	MSE	31,50
RMSE	5,22	RMSE	5,64	RMSE	5,61
MAAP	0,40	MAAPE	0,42	MAAPE	0,44
MASE	1,03	MASE	1,10	MASE	1,13

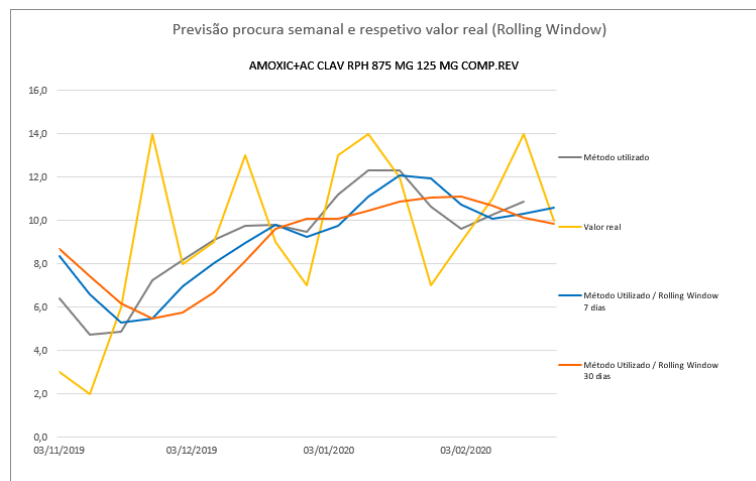


PROCURA MENSAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	12,19	MAD	12,32	MAD	11,01
MSE	209,46	MSE	208,49	MSE	178,17
RMSE	14,47	RMSE	14,44	RMSE	13,35
MAAP	0,26	MAAPE	0,26	MAAPE	0,22
MASE	0,79	MASE	0,80	MASE	0,72

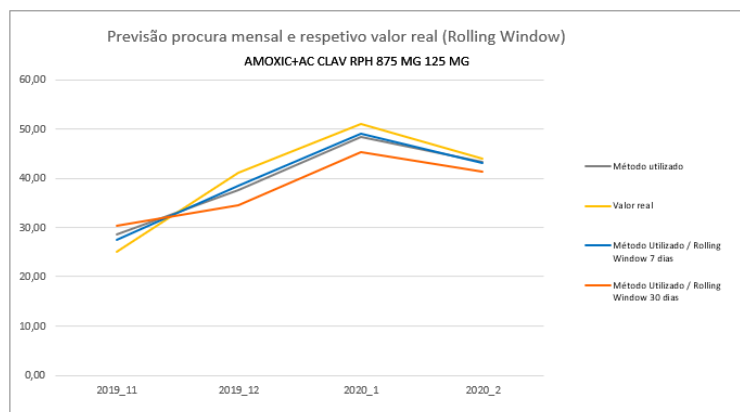


Políticas de gestão de inventário para farmácias comunitárias

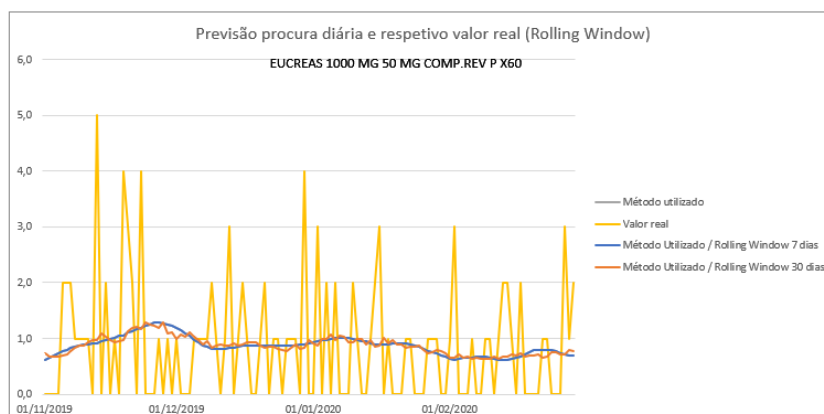
Procura diária					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	1,18	MAD	1,18	MAD	1,17
MSE	2,01	MSE	1,99	MSE	2,00
RMSE	1,42	RMSE	1,41	RMSE	1,41
MAAF	0,85	MAAPE	0,86	MAAPE	0,85
MASE	0,80	MASE	0,80	MASE	0,80



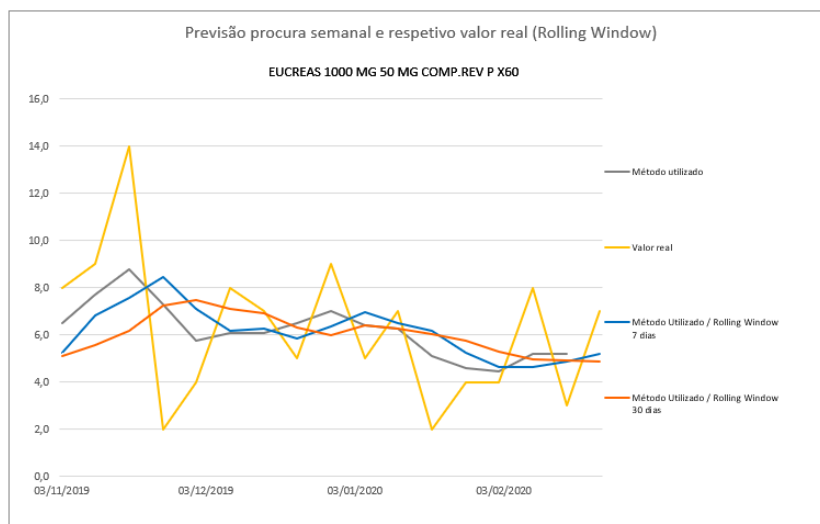
PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	2,73	MAD	2,89	MAD	3,00
MSE	12,24	MSE	13,48	MSE	13,91
RMSE	3,50	RMSE	3,67	RMSE	3,73
MAAF	0,32	MAAPE	0,34	MAAPE	0,35
MASE	0,79	MASE	0,84	MASE	0,87



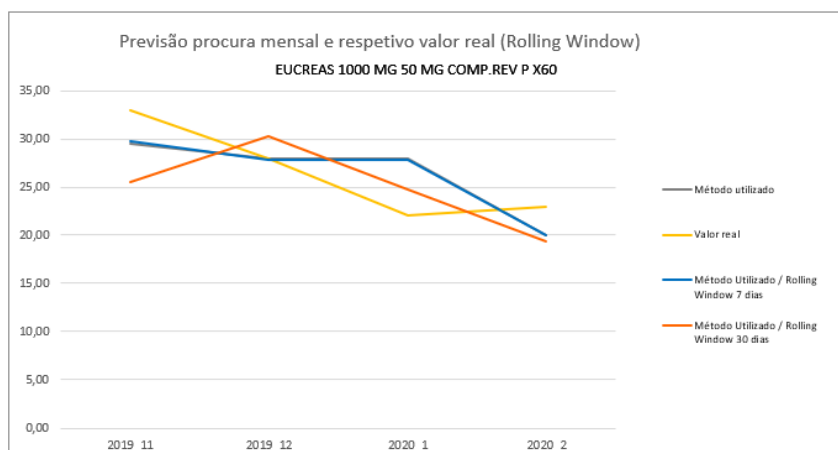
PROCURA MENSAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	2,51	MAD	1,95	MAD	5,08
MSE	7,55	MSE	4,16	MSE	27,83
RMSE	2,75	RMSE	2,04	RMSE	5,28
MAAF	0,07	MAAPE	0,05	MAAPE	0,14
MASE	0,23	MASE	0,18	MASE	0,46



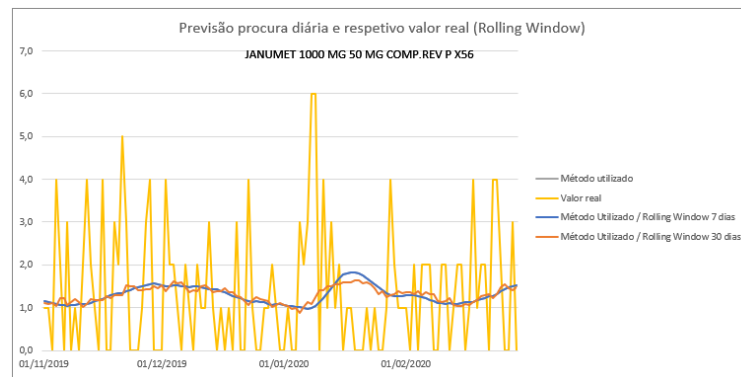
Procura diária					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	0,83	MAD	0,83	MAD	0,82
MSE	1,16	MSE	1,16	MSE	1,16
RMSE	1,08	RMSE	1,08	RMSE	1,08
MAAPE	0,90	MAAPE	0,91	MAAPE	0,90
MASE	0,78	MASE	0,78	MASE	0,77



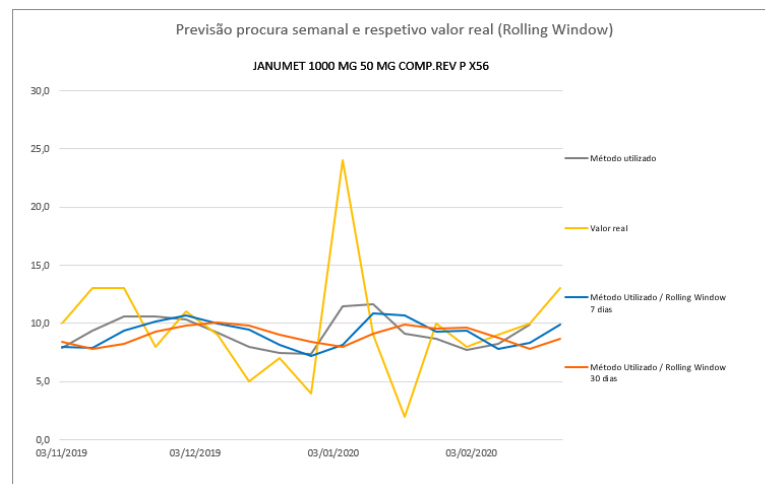
PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	2,50	MAD	2,60	MAD	2,62
MSE	9,30	MSE	9,82	MSE	10,25
RMSE	3,05	RMSE	3,13	RMSE	3,20
MAAPE	0,41	MAAPE	0,42	MAAPE	0,43
MASE	0,75	MASE	0,78	MASE	0,79



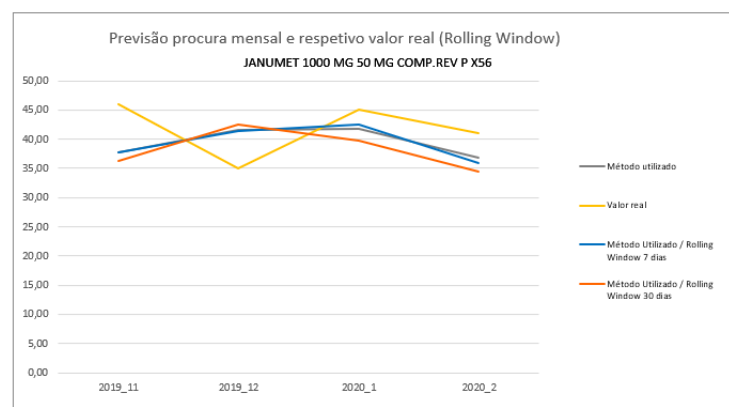
PROCURA MENSAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	3,13	MAD	3,05	MAD	4,05
MSE	14,29	MSE	13,45	MSE	20,65
RMSE	3,78	RMSE	3,67	RMSE	4,54
MAAPE	0,13	MAAPE	0,12	MAAPE	0,15
MASE	0,78	MASE	0,76	MASE	1,01



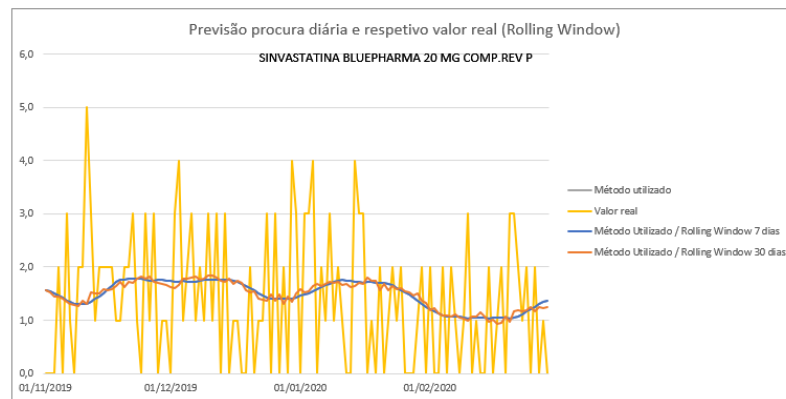
Procura diária					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	1,20	MAD	1,21	MAD	1,20
MSE	2,24	MSE	2,27	MSE	2,21
RMSE	1,50	RMSE	1,51	RMSE	1,49
MAAPE	0,83	MAAPE	0,83	MAAPE	0,83
MASE	0,80	MASE	0,81	MASE	0,80



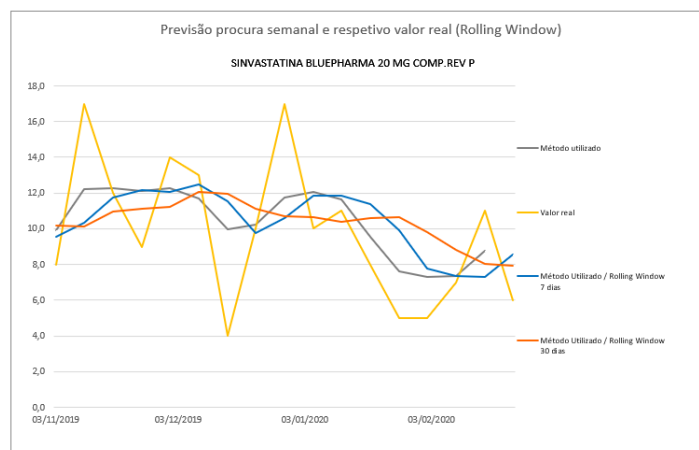
PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	3,38	MAD	3,57	MAD	3,48
MSE	25,09	MSE	28,07	MSE	26,29
RMSE	5,01	RMSE	5,30	RMSE	5,13
MAAPE	0,34	MAAPE	0,35	MAAPE	0,35
MASE	1,10	MASE	1,16	MASE	1,14



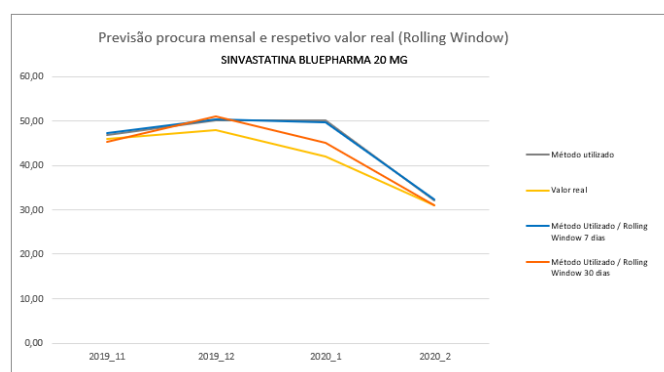
PROCURA MENSAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	5,57	MAD	5,57	MAD	7,24
MSE	34,96	MSE	35,58	MSE	54,99
RMSE	5,91	RMSE	5,96	RMSE	7,42
MAAPE	0,13	MAAPE	0,13	MAAPE	0,17
MASE	0,67	MASE	0,67	MASE	0,87



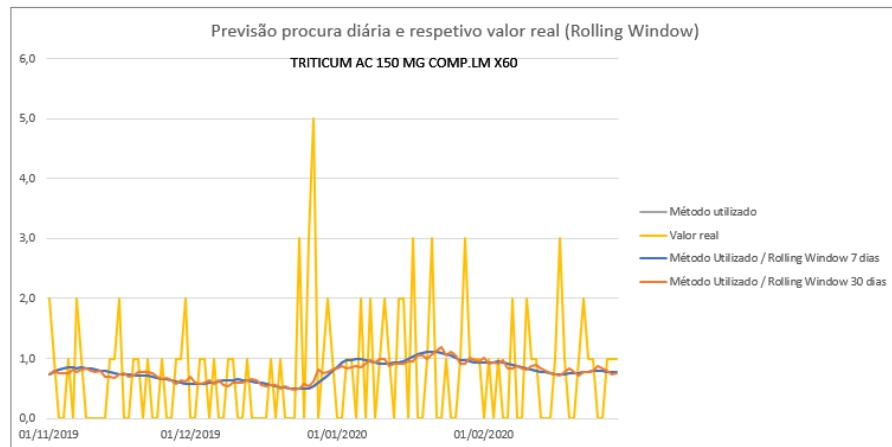
Procura diária					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	1,09	MAD	1,09	MAD	1,09
MSE	1,55	MSE	1,55	MSE	1,54
RMSE	1,25	RMSE	1,24	RMSE	1,24
MAAP	0,78	MAAPE	0,78	MAAPE	0,78
MASE	0,73	MASE	0,72	MASE	0,73



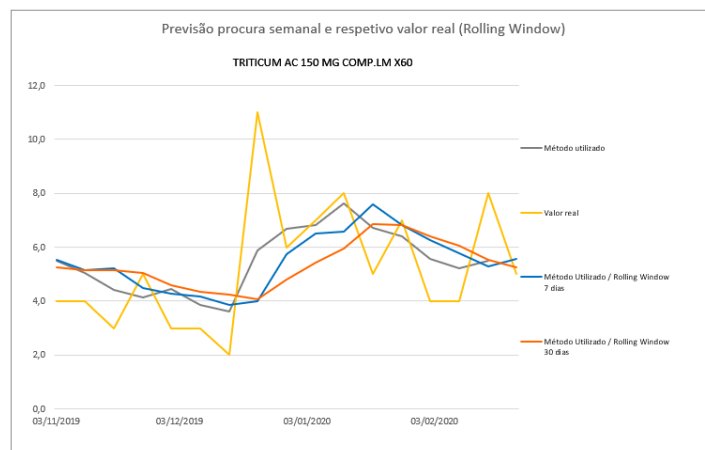
PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	2,86	MAD	2,93	MAD	3,08
MSE	13,37	MSE	14,10	MSE	14,66
RMSE	3,66	RMSE	3,75	RMSE	3,83
MAAP	0,31	MAAPE	0,31	MAAPE	0,33
MASE	0,67	MASE	0,69	MASE	0,73



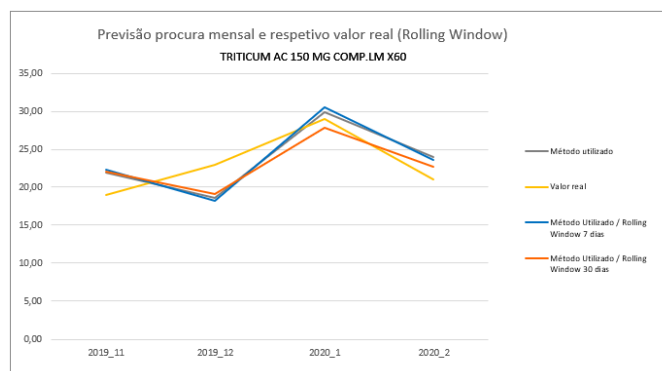
PROCURA MENSAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	3,07	MAD	3,13	MAD	1,69
MSE	18,15	MSE	17,15	MSE	4,64
RMSE	4,26	RMSE	4,14	RMSE	2,15
MAAP	0,07	MAAPE	0,07	MAAPE	0,04
MASE	0,49	MASE	0,49	MASE	0,27



Procura diária					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	0,73	MAD	0,72	MAD	0,72
MSE	0,89	MSE	0,88	MSE	0,87
RMSE	0,94	RMSE	0,94	RMSE	0,93
MAAPE	0,93	MAAPE	0,93	MAAPE	0,93
MASE	0,75	MASE	0,76	MASE	0,76



PROCURA SEMANAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	1,71	MAD	1,74	MAD	1,81
MSE	5,28	MSE	5,66	MSE	5,45
RMSE	2,30	RMSE	2,38	RMSE	2,33
MAAPE	0,33	MAAPE	0,34	MAAPE	0,35
MASE	0,74	MASE	0,75	MASE	0,78



PROCURA MENSAL					
Método utilizado		Método utilizado/Rolling Window (7 dias)		Método utilizado/Rolling Window (30 dias)	
MAD	2,76	MAD	3,08	MAD	2,46
MSE	9,18	MSE	10,83	MSE	7,13
RMSE	3,03	RMSE	3,29	RMSE	2,67
MAAPE	0,13	MAAPE	0,14	MAAPE	0,11
MASE	0,46	MASE	0,51	MASE	0,41