



Maria Inês Vicente Almeida

## Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso

Coimbra, abril de 2024





Maria Inês Vicente Almeida

## **Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso**

Dissertação submetida ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de **Mestre em Análise de Dados e Sistemas de Apoio à Decisão** realizada sob a orientação da Professora Doutora Joana Jorge de Queiroz Leite.

Coimbra, abril de 2024



## **TERMO DE RESPONSABILIDADE**

Declaro ser a autora desta dissertação, que constitui um trabalho original e inédito, que nunca foi submetido a outra Instituição de ensino superior para obtenção de um grau académico ou outra habilitação. Atesto ainda que todas as citações estão devidamente identificadas e que tenho consciência de que o plágio constitui uma grave falta de ética, que poderá resultar na anulação da presente dissertação.

## DEDICATÓRIA

*Para os meus avós, José e Isilda.*

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos à Professora Doutora Joana Leite pelo seu constante apoio, orientação e incentivo ao longo deste trabalho. A sua dedicação e conhecimento foram fundamentais para o meu desenvolvimento académico e para o sucesso deste projeto.

Aos meus amigos da Lousã/Coimbra e amigos/colegas da Faculdade de Economia da Universidade Coimbra e, em especial os meus amigos da Residência António José de Almeida, quero expressar o meu mais profundo agradecimento. Vocês moldaram quem sou hoje. Tornaram a minha vida numa experiência que excede todas as expectativas. Pelas brincadeiras, os estudos, as conversas, os almoços e os jantares, que serão recordados para sempre.

Aos meus colegas de mestrado na Coimbra Business School, pela troca de experiências e pelo trabalho de equipa que enriqueceram esta etapa da minha vida académica, o meu muito obrigado.

Ao meu namorado, pela compreensão e incentivo constante. A tua presença foi o alicerce que me sustentou nos momentos mais desafiantes.

Aos meus avós, pelo apoio incondicional e pelos valores que me transmitiram ao longo da vida, o meu profundo agradecimento.

À minha madrinha, tio e primos, pelo vosso carinho e apoio, sou imensamente grata.

Por fim, ao meu irmão e à minha mãe, pela presença nestes meus anos de estudo e pelo apoio inabalável, obrigada por estarem sempre ao meu lado.

## RESUMO

O setor do retalho farmacêutico está a evoluir rapidamente devido à capacidade de processar dados digitalmente. Desta forma, este estudo analisa dados históricos mensais, de janeiro de 2013 a março de 2023, de medicamentos, de uma farmácia comunitária, das quatro categorias presentes no Sistema Respiratório: os anti-histamínicos, a dor de garganta e rouquidão, as gripes e constipações e a tosse.

O objetivo passa por capacitar a farmácia a prever futuras vendas dos medicamentos, compreendendo os padrões de vendas para as doze classificações farmacoterapêuticas presentes nas quatro categorias do Sistema Respiratório.

É realizada uma análise com base na estacionariedade e na força da tendência e da sazonalidade de cada classificação farmacoterapêutica. Diversos modelos, como o autorregressivo integrado média móvel (ARIMA), alisamento exponencial na versão erro tendência e sazonalidade (ETS), Naive e Seasonal Naive são aplicados, sendo avaliados através da validação cruzada com base nas medidas clássicas de exatidão das previsões.

Os resultados demonstram que as classificações farmacoterapêuticas que exibem grandes volumes de vendas são tipicamente séries sem tendência, mas com forte sazonalidade. Desse modo tendem a favorecer os modelos ARIMA. Por outro lado, para as séries com tendência e menor sazonalidade, é uma melhor opção modelos como o ETS ou os modelos ARIMA obrigando à diferenciação inicial da série.

Em suma, ao analisar o histórico de vendas de cada classificação farmacoterapêutica, a previsão para o mês seguinte, em abril 2023, mantém-se consistentemente alinhada com os padrões históricos desse mesmo mês ao longo dos anos. Isso sugere que o modelo está a capturar efetivamente os padrões sazonais e a fornecer uma previsão confiável para esse período, conforme os parâmetros mencionados anteriormente.

**Palavras-chave:** Métodos de Previsão, Retalho Farmacêutico, ETS, ARIMA

## ABSTRACT

The pharmaceutical retail sector is rapidly evolving due to its ability to digitally process data. Thus, this study analyzes monthly historical data from January 2013 to March 2023 of medications from a community pharmacy across four categories within the Respiratory System: antihistamines, sore throat and hoarseness, flu and colds, and cough. The aim is to empower the pharmacy to forecast future medication sales by understanding sales patterns for the twelve pharmacotherapeutic classifications present in the four Respiratory System categories.

An analysis is conducted based on stationarity and the strength of trend and seasonality for each pharmacotherapeutic classification. Various models, such as Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), Exponential Smoothing State Space Model (ETS), Naive, and Seasonal Naive, are applied and evaluated through cross-validation based on classic forecast accuracy measures.

The results demonstrate that pharmacotherapeutic classifications with large sales volumes typically exhibit trendless series but strong seasonality, favoring ARIMA models. On the other hand, for series with trends and lower seasonality, models like ETS or ARIMA are a better option, requiring initial differencing of the series.

In summary, by analyzing the sales history of each pharmacotherapeutic classification, the forecast for the following month, April 2023, consistently aligns with historical patterns for that same month over the years. This suggests that the model effectively captures seasonal patterns and provides a reliable forecast for that period, as per the parameters mentioned above.

**Keywords:** Forecasting Methods, Pharmaceutical Retail, ETS, ARIMA

## ÍNDICE GERAL

|       |                                                                  |    |
|-------|------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | INTRODUÇÃO .....                                                 | 1  |
| 1.1   | Contextualização .....                                           | 2  |
| 1.2   | Motivação do estudo.....                                         | 2  |
| 1.3   | Questões de investigação .....                                   | 3  |
| 1.4   | Metodologia .....                                                | 4  |
| 1.5   | Estrutura do documento .....                                     | 6  |
| 2     | REVISÃO DA LITERATURA .....                                      | 8  |
| 2.1   | O retalho farmacêutico .....                                     | 8  |
| 2.1.1 | O retalho farmacêutico e o seu enquadramento em Portugal.....    | 8  |
| 2.1.2 | A evolução do retalho farmacêutico em Portugal .....             | 9  |
| 2.1.3 | A importância da previsão de vendas no retalho.....              | 12 |
| 2.2   | A previsão de vendas no retalho .....                            | 13 |
| 2.3   | Métodos de previsão .....                                        | 14 |
| 2.3.1 | Série temporal.....                                              | 15 |
| 2.3.2 | Estacionariedade e diferenciação.....                            | 16 |
| 2.3.3 | Classificação dos métodos de previsão.....                       | 17 |
| 2.3.4 | Método de alisamento exponencial.....                            | 18 |
| 2.3.5 | Método ARIMA .....                                               | 21 |
| 2.3.6 | Critérios de informação.....                                     | 22 |
| 2.3.7 | Medidas de exatidão .....                                        | 23 |
| 3     | ENTENDIMENTO DO TEMA E ENTENDIMENTO E PREPARAÇÃO DOS DADOS ..... | 25 |
| 3.1   | Entendimento do tema .....                                       | 25 |

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

|       |                                                            |    |
|-------|------------------------------------------------------------|----|
| 3.2   | Entendimento dos dados .....                               | 27 |
| 3.3   | Preparação dos dados.....                                  | 29 |
| 3.3.1 | Importação e integração dos conjuntos de dados .....       | 29 |
| 3.3.2 | Tratamento dos dados .....                                 | 30 |
| 3.3.3 | Análise exploratória .....                                 | 32 |
| 3.3.4 | Categorização dos medicamentos e agregação dos dados ..... | 34 |
| 3.3.5 | Cronogramas das séries temporais agregadas .....           | 35 |
| 3.3.6 | Decomposição STL.....                                      | 38 |
| 3.3.7 | Estacionariedade e normalidade .....                       | 44 |
| 4     | MODELAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS .....                 | 46 |
| 4.1   | Modelos de previsão .....                                  | 46 |
| 4.2   | Validação cruzada .....                                    | 47 |
| 4.2.1 | Medidas de Exatidão.....                                   | 48 |
| 4.2.2 | Previsão das vendas para o mês seguinte .....              | 49 |
| 4.3   | Discussão dos resultados .....                             | 50 |
| 5     | CONCLUSÃO .....                                            | 54 |
|       | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                            | 57 |
|       | APÊNDICES .....                                            | 61 |
|       | APÊNDICE 1. Decomposição STL .....                         | 62 |
|       | APÊNDICE 2. Outliers .....                                 | 66 |
|       | APÊNDICE 3. Estacionariedade: Teste KPSS .....             | 68 |
|       | APÊNDICE 4. Normalidade.....                               | 69 |
|       | APÊNDICE 5. Medidas de Exatidão: Validação Cruzada.....    | 70 |

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

---

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| APÊNDICE 6. Previsões das vendas para o mês seguinte para todas as séries do Sistema Respiratório ..... | 73 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.1</b> - Modelo CRISP-DM. ....                                                                             | 5  |
| <b>Figura 2.1</b> – Caracterização geral do setor farmacêutico, em Portugal, em 2022. ....                            | 10 |
| <b>Figura 2.2</b> - Segmentos de atividade económica do setor farmacêutico, em Portugal, em 2022.....                 | 10 |
| <b>Figura 2.3</b> - Vendas e serviços do comércio do retalho farmacêutico (anual) em M€. ....                         | 11 |
| <b>Figura 2.4</b> - Evolução dos indicadores económicos e financeiros, de 2013 a 2021. ....                           | 12 |
| <b>Figura 3.1</b> - Obtenção dos dados pelo sistema informático SIFARMA .....                                         | 27 |
| <b>Figura 3.2</b> - Subsistemas do Sistema Respiratório e respetiva contagem de medicamentos. ....                    | 28 |
| <b>Figura 3.3</b> - Exemplo de um ficheiro em bruto dos dados do ano 2014-2015 .....                                  | 28 |
| <b>Figura 3.4</b> - Implementação da importação e integração do conjunto de dados .....                               | 30 |
| <b>Figura 3.5</b> - Colunas do dataframe .....                                                                        | 30 |
| <b>Figura 3.6</b> - Cálculo do volume de vendas.....                                                                  | 31 |
| <b>Figura 3.7</b> - Organização da tabela em série temporal.....                                                      | 31 |
| <b>Figura 3.8</b> - Cronograma dos medicamentos do subsistema das Gripes e Constipações ...                           | 32 |
| <b>Figura 3.9</b> - Cronograma para cada medicamento do subsistema das Gripes e Constipações .....                    | 33 |
| <b>Figura 3.10</b> - Classificações farmacoterapêuticas dos subsistemas do Sistema Respiratório .....                 | 34 |
| <b>Figura 3.11</b> - Cronograma das classificações farmacoterapêuticas do subsistema Anti-Histamínicos .....          | 35 |
| <b>Figura 3.12</b> - Cronograma da classificação farmacoterapêutica do subsistema da Dor de Garganta e Rouquidão..... | 36 |
| <b>Figura 3.13</b> - Cronograma das classificações farmacoterapêuticas do subsistema das Gripes e Constipações .....  | 37 |

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

---

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 3.14</b> - Cronograma das classificações farmacoterapêuticas do subsistema da Tosse .....                                     | 38 |
| <b>Figura 3.15</b> - Decomposição STL dos analgésicos e antipiréticos .....                                                             | 40 |
| <b>Figura 4.1</b> – Cenário de origem deslizante (rolling origin) de validação cruzada de séries temporais (tsCV).....                  | 47 |
| <b>Figura 4.2</b> - Previsão de vendas para o mês seguinte para a série dos analgésicos e antipiréticos das Gripes e Constipações ..... | 49 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 3.1</b> - Força da tendência e da sazonalidade da série dos analgésicos e antipiréticos das Gripes e Constipações..... | 41 |
| <b>Tabela 3.2</b> - Outliers da série dos analgésicos e antipiréticos das Gripes e Constipações..                                | 41 |
| <b>Tabela 3.3</b> - Força da tendência e da sazonalidade no Sistema Respiratório .....                                           | 42 |
| <b>Tabela 3.4</b> - Número de outliers de cada classificação farmacoterapêutica.....                                             | 43 |
| <b>Tabela 3.5</b> - Estatística KPSS para a série dos analgésicos e antipiréticos das Gripes e Constipações.....                 | 44 |
| <b>Tabela 3.6</b> - Estatística Jarque-Bera da série dos analgésicos e antipiréticos das Gripes e Constipações.....              | 45 |
| <b>Tabela 4.1</b> - Medidas de exatidão para a série dos analgésicos e antipiréticos das Gripes e Constipações.....              | 49 |
| <b>Tabela 4.2</b> - Tabela de resumo das séries do Sistema Respiratório .....                                                    | 51 |

## **Lista de abreviaturas, acrónimos e siglas**

ADF – Dickey-Fuller Aumentado

AIC – Critério de Informação de Akaike

ANF – Associação Nacional de Farmácias

AR – Autoregressivo

ARIMA – Modelo das Médias Móveis Integradas Autoregressivas

ARMA – Modelo das Médias Móveis Autoregressivas

BIC – Critério de Informação Bayesiano

CRISP-DM - *Cross-Industry Standard Process for Data Mining*

ETS – Erro, Tendência e Sazonalidade no Alisamento Exponencial

IID – Independentes e Identicamente Distribuídas

IIQ – Intervalo Interquartil

INFARMED - Autoridade Nacional Portuguesa dos Medicamentos e Produtos de Saúde

KPSS - Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin

MAE – Erro Absoluto Médio

MAPE – Erro Percentual Absoluto Médio

MASE – Erro Escalado Absoluto Médio

PVP – Preço de Venda ao Público

RMSE – Raiz do Erro Quadrático Médio

RMSSE – Raiz do Erro Escalado Quadrático Médio

SNS – Serviço Nacional de Saúde

SARIMA – Sazonal Autoregressivo Integrado e de Médias Móveis

STL - *Seasonal and Trend decomposition using Loess*

tsCV – Validação Cruzada em Séries Temporais

## 1 INTRODUÇÃO

O setor farmacêutico está a passar por avanços significativos, impulsionados principalmente pela capacidade de recolher e armazenar informações digitalmente. Esta era digital traz consigo um vasto volume de dados que, quando adequadamente utilizados, podem permitir inúmeras vantagens. No entanto, é importante salientar que a mera acumulação de informação não garante benefícios imediatos. É fundamental saber como fazer o seu processamento e aplicação de forma eficaz para que se tornem verdadeiramente úteis.

A promoção da Saúde e a prestação de cuidados torna-se pertinente numa sociedade, principalmente em Portugal, que está cada vez mais envelhecida. Com o evoluir da tecnologia, a previsão de vendas no retalho, pode proporcionar uma série de benefícios, tanto para a gestão da farmácia em si e até à melhoria da experiência com o cliente, com uma melhor compreensão dos padrões de compra.

Neste contexto, o presente estudo propõe-se a conjugar os dados históricos de uma farmácia comunitária, referentes ao período de 2013 a 2023, a fim de desenvolver modelos de previsão de vendas. Esta abordagem visa auxiliar a farmácia na gestão operacional bem como do inventário, com base nas vendas efetuadas, possibilitando uma melhor tomada de decisão e otimização dos recursos disponíveis.

Ao analisar os padrões e tendências dos dados históricos, é possível identificar padrões sazonais, flutuações da procura dos utentes e outros fatores relevantes que influenciam as vendas. Com base nessas análises, podem ser aplicadas técnicas de previsão para estimar as vendas futuras.

Em suma, este estudo não só contribui para a compreensão mais aprofundada do comportamento do mercado farmacêutico, mas também proporciona ferramentas práticas para melhorar a gestão de inventário, melhorar a eficiência operacional e satisfazer as necessidades dos clientes de forma mais eficaz.

## 1.1 Contextualização

No retalho farmacêutico, o processo da venda envolve a venda direta de produtos farmacêuticos e de saúde aos consumidores finais, em estabelecimentos como as farmácias comunitárias. Os produtos transacionados podem variar, desde medicamentos com prescrição médica até produtos de venda livre, como vitaminas e produtos de cuidados pessoais.

O retalho farmacêutico oferece acesso direto a medicamentos e produtos farmacêuticos, além de serviços como aconselhamento personalizado, verificações de saúde e vacinações.

As farmácias comunitárias desempenham um papel vital na promoção da saúde e na prevenção de doenças, tornando-se importantes centros de apoio comunitário, visto que são as infraestruturas mais frequentemente utilizadas, onde em muitas zonas geográficas os cidadãos têm maior facilidade de acesso.

No entanto, também enfrentam desafios significativos. Um dos problemas para uma farmácia comunitária é a sua concorrência. Com a presença de várias farmácias na mesma área, os clientes têm mais opções de escolha de compra dos seus produtos de saúde. Além disso, a concorrência tem também em conta preços competitivos, o que pode levar à pressão de baixar os preços, o que pode reduzir as margens de lucro. Também enfrentam outros desafios, tais como as questões relacionadas com a regulamentação e a conformidade, como o controlo de medicamentos e a gestão das validades, que podem adicionar à sua complexidade. Por fim, o problema principal é, talvez, a necessidade de manter os *stocks* adequados e gerir este armazenamento de produtos.

## 1.2 Motivação do estudo

A motivação por trás deste estudo surge da necessidade de enfrentar os desafios inerentes ao setor farmacêutico, especialmente no contexto das farmácias comunitárias.

Neste contexto, o objetivo passa pela capacidade de prever as vendas futuras, de forma a tornar-se uma ferramenta útil para melhorar a gestão operacional, para otimizar os recursos e satisfazer as necessidades dos clientes de forma mais eficaz.

## Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso

---

Ao analisar os dados históricos de uma farmácia comunitária ao longo de uma década, este estudo visa desenvolver modelos de previsão de vendas que permitam uma tomada de decisão mais informada e estratégica.

Com a era digital, reside a crescente importância da digitalização e, consequentemente, a análise de dados no setor farmacêutico. Surgem, assim, oportunidades para aproveitar o vasto volume de informações disponíveis e transformá-las em *insights* acionáveis.

Ao compreender os padrões de compra dos clientes, a sazonalidades e outras tendências, o objetivo passa para ajudar as farmácias a ajustar as suas estratégias de *stock*, *marketing* e atendimento ao cliente.

### 1.3 Questões de investigação

A previsão de vendas no retalho farmacêutico, envolve grande variedade e dinamismo de medicamentos, intermediários grossistas e procura/necessidade de clientes que, apesar de identificada e digitalizada (com as receitas eletrónicas), envolve dados pessoais que têm de ser protegidos. Muita informação relevante não está acessível. Acresce ainda a questão de implementação e manutenção do sistema de previsão, que deverá ser acessível à generalidade das farmácias, quer em termos financeiros quer em termos técnicos, permitindo um ajustamento rápido do inventário.

Assim, o principal propósito deste trabalho é responder à seguinte questão de investigação geral (QIG):

QIG: No contexto de gestão de uma farmácia comunitária, qual ou quais são os melhores métodos para prever as vendas mensais de medicamentos para o mês seguinte, usando apenas dados internos da farmácia?

Assumindo estabelecido o contexto de aplicação ao retalho farmacêutico português, esta questão geral pode ser desdobrada e detalhada nas seguintes questões de investigação (QI) específicas:

QI1: Atendendo ao contexto de aplicação e ao problema de previsão, que métodos de previsão quantitativos devem ser testados e quais destes apresentam, globalmente, melhores resultados?

QI2: Para que medicamentos ou famílias de medicamentos faz sentido prever as vendas e que critérios usar nesta seleção?

QI3: No que diz respeito à exatidão global das previsões, como deve ser medida e qual deve ser o objetivo mínimo?

QI4: Os dados internos das farmácias são suficientes para obter previsões com exatidão adequada?

## 1.4 Metodologia

O trabalho desenvolvido pretende dar resposta às questões anteriormente apresentadas. Deste modo, irá ser realizado um estudo de caso que permite avaliar o desempenho dos modelos de previsão, tendo por base dados da área do retalho farmacêutico, com o auxílio de outra metodologia, a *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM).

A metodologia do estudo de caso é descrita por Yin (1994) como sendo uma investigação para reter as características holísticas e significativas dos acontecimentos da vida real. Desta forma, tem capacidade de produzir conhecimento a partir de uma investigação sobre o estudo do fenómeno no seu contexto real.

De acordo com Kahkonen (2014), o processo de investigação de estudo de caso é composto pelas seguintes oito fases:

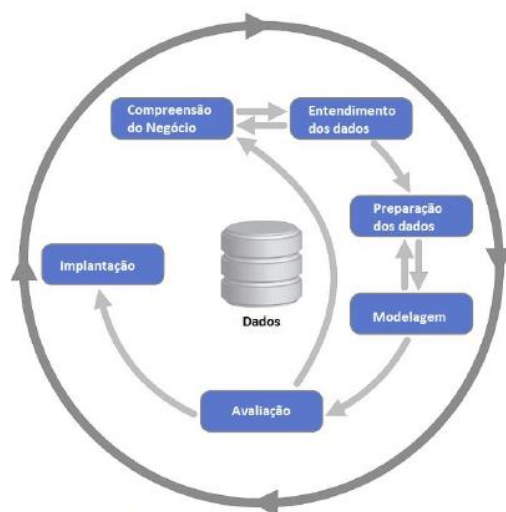
1. Revisão da literatura
2. Formulação das questões de investigação
3. Seleção da metodologia de investigação
4. Seleção dos casos
5. Escolha do método para a seleção dos dados
6. Recolha de dados
7. Análise dos dados

## 8. Conclusão

Assim, para responder às QI da secção anterior, será, então, usada a metodologia de estudo de caso, já que estas vão ser abordadas sob a perspetiva de uma farmácia comunitária concreta, ou seja, um estabelecimento aberto ao público onde se efetua a concessão de medicamentos e outros produtos de saúde e, também, onde se prestam serviços de saúde. Pode acrescentar-se que este estudo de caso é do tipo exploratório, já que se pretende adquirir conhecimento sobre a utilidade da previsão de séries temporais no retalho farmacêutico português.

Para a obtenção deste conhecimento foi, também, utilizada a metodologia CRISP-DM na análise dos dados. A metodologia CRISP-DM é composta por um processo de modelação para mineração de dados (em inglês, *data mining*) que proporciona uma visão de ciclos de vida do projeto, por um lado, em termos de organização, compreensão e coordenação do projeto, e, por outro lado, apresenta uma implementação que passa da generalidade à especificidade (Chapman *et al.*, 2000).

O ciclo de vida das fases do modelo CRISP-DM é apresentado na Figura 1.1.



**Figura 1.1** - Modelo CRISP-DM. Adaptado de: Chapman *et al.* (2000).

A Figura 1.1 mostra, então, as seis fases a cumprir, que se descrevem seguidamente:

1. **Entendimento do negócio:** Compreensão dos objetivos do negócio e a problematização, relacionado com os objetivos e metas da mineração de dados a ser alcançadas;
2. **Entendimento dos dados:** Compreensão e descrição dos dados, da localização, da estrutura, do formato, dos atributos-chave e tipos de valor. Esta tarefa consiste em examinar as propriedades principais dos dados adquiridos e avaliar a sua qualidade.
3. **Preparação dos dados:** Inclui todas as atividades de construção do conjunto de dados finais, a partir dos dados recolhidos inicialmente. Esta tarefa pretende selecionar os dados, obter um relatório de limpeza de dados, a construção dos dados, a integração dos dados e a formatação necessária para a ferramenta de modelação a usar;
4. **Modelação:** Nesta fase de modelação é aplicado métodos de mineração de dados. Assim, é de extrema importância as escolhas das técnicas a serem utilizadas, a geração do desenho de testes para avaliar a qualidade do modelo e a sua validade, a construção do modelo ao usar ferramentas de modelação e a revisão do modelo, de forma a garantir os critérios de avaliação com sucesso;
5. **Avaliação:** A avaliação do modelo é relevante para avaliar se as metas foram atingidas e para revisão dos passos executados de forma a construir o modelo. Um dos aspetos mais importantes passa por ter a certeza que exista todos os aspetos do negócio devidamente considerados;
6. **Implementação:** Apresentação do planeamento da implementação estratégica dos resultados.

## 1.5 Estrutura do documento

O documento está estruturado em cinco capítulos.

Neste primeiro capítulo, foi feita a uma breve contextualização, elucidando a motivação subjacente ao estudo de caso, as metodologias a serem empregues e a estrutura geral do documento.

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

---

No segundo capítulo, apresentamos uma revisão da literatura, na qual abordamos o conceito de retalho farmacêutico, contextualizamos a sua evolução e enquadramento em Portugal e discutimos a sua importância na previsão de vendas. Além disso, analisamos a revisão de literatura e descrevemos os métodos de previsão a serem utilizados.

O terceiro capítulo dedica-se à compreensão do tema e à preparação dos dados. Neste capítulo, iremos descrever a farmácia com qual foi trabalhada o tema e procedemos, então, à investigação dos dados internos dessa mesma farmácia.

O quarto capítulo foca-se na implementação dos modelos, para avaliar o desempenho dos modelos de previsão escolhidos. Além disso aborda, também, aspetos de avaliação com base nos resultados obtidos no capítulo anterior. Neste sentido, realizamos uma discussão sucinta dos resultados.

O quinto e último capítulo apresenta as conclusões, dando resposta às questões de investigação, destacando as contribuições que este estudo pode oferecer, bem como as suas possíveis limitações e trabalho futuro.

Os dados e *notebooks* usados para o desenvolvimento do trabalho estão disponíveis a partir do link do *github*: <https://github.com/inesvicentee/Dissertacao>.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, começamos por descrever o retalho farmacêutico, o seu enquadramento e evolução em Portugal, bem como a importância para a previsão de vendas, neste contexto. Segue-se uma análise de literatura relevante sobre a previsão de vendas no retalho, referindo artigos que remetem não só para o retalho farmacêutico, mas também para o retalho quer no setor alimentar quer no não alimentar. Por fim, apresentamos os métodos de previsão bem estabelecidos e destacados na literatura relacionada com o retalho farmacêutico.

### 2.1 O retalho farmacêutico

O retalho farmacêutico refere-se à venda de medicamentos e produtos de saúde diretamente para os consumidores. Envolve, também, a distribuição de medicamentos sujeitos a receita médica e medicamentos de venda livre, bem como o aconselhamento e a orientação aos seus utentes de acordo com a utilização adequada e os potenciais efeitos secundários.

#### 2.1.1 O retalho farmacêutico e o seu enquadramento em Portugal

A história da farmácia, do medicamento e das ciências farmacêuticas têm um percurso longo, mas crucial para os dias que correm. Antes de toda a inovação e modernização, houve períodos em que se tirava partido dos produtos naturais e do conhecimento tradicional, sem as bases científicas, mas sim com os resultados empíricos, de forma a tratar as doenças (Cabral & Pita, 2015).

Atualmente, o setor do retalho farmacêutico, em Portugal, é altamente regulamentado e está sujeito a normas rigorosas de qualidade e segurança, normalmente operadas pela Autoridade Nacional Portuguesa dos Medicamentos e Produtos de Saúde (INFARMED).

O INFARMED é a autoridade competente do Ministério da Saúde, que avalia, autoriza, disciplina, inspeciona e controla a produção, a distribuição, a comercialização e a utilização de medicamentos e produtos de saúde (INFARMED, 2023c).

De acordo com De Vries (2011), na distribuição dos produtos farmacêuticos, do lado do farmacêutico, este vê como essencial a garantia de que não haja ruturas de *stocks*. Por outro lado, para a gestão deste setor, é necessário a minimização dos custos e a otimização do armazenamento.

Segundo Uthayakumar e Priyan (2013), estes produtos têm características próprias, que, juntamente com a sua perecibilidade, se apresentam assim como fatores críticos para a sua gestão.

No artigo 34º do Decreto-Lei Nº 171/2012 do Ministério da Saúde (2012) estão estipuladas as condições de aquisição e conservação dos medicamentos que as farmácias devem cumprir, estando estas incumbidas de garantir a conservação dos produtos em bom estado. Na eventualidade do caso do prazo de validade tenha sido excedido ou tenham sido “objeto de decisão, ou alerta, que implique a sua retirada do mercado”, nenhum produto ou medicamento poderá ser fornecido.

Os preços dos medicamentos são, obrigatoriamente, regulados pelo INFARMED, que estabelece os preços máximos que as farmácias podem cobrar, e, também, institui a regulação dos preços dos medicamentos de venda livre (INFARMED, 2023b). O regime de Preços de Venda ao Público (PVP) aplicável a estes medicamentos encontra-se definido no Decreto-Lei Nº97/2015, de 1 de junho.

Por fim, a segurança e a qualidade dos medicamentos são obtidas através da atuação do INFARMED, que regula e monitoriza o processo de produção, distribuição e comercialização dos produtos (INFARMED, 2023a).

Desta forma, esta entidade é a mais importante no que toca a assegurar os processos de regulamentação, tais como a aquisição e conservação dos medicamentos, o preço dos medicamentos, e também, a segurança e qualidade dos medicamentos, entre outros processos não mencionados.

### **2.1.2 A evolução do retalho farmacêutico em Portugal**

O Banco de Portugal (2024) disponibiliza análises sobre o setor farmacêutico em Portugal, permitindo acompanhar, em particular, a evolução do retalho farmacêutico. Este

## Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso

estudo abrange uma investigação sobre as atividades na indústria farmacêutica, no comércio por grosso e no comércio a retalho de produtos farmacêuticos.

Em 2022, de acordo com a Figura 2.1, o setor farmacêutico compreendia mais de 4 mil empresas, 15 374 milhões de euros em volume de negócios e mais de 46 mil pessoas empregadas.

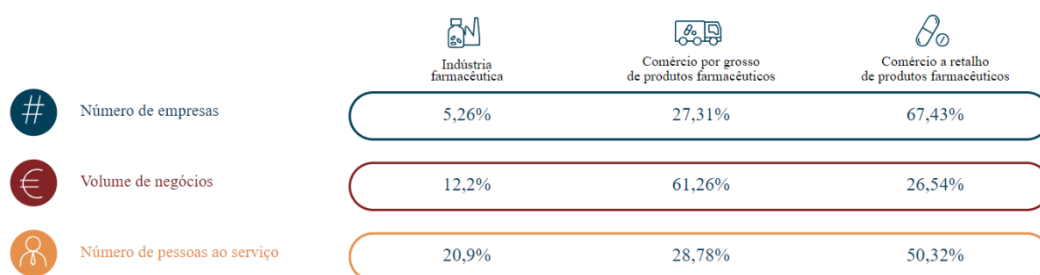
### CARATERIZAÇÃO GERAL DO SETOR | 2022



**Figura 2.1** – Caracterização geral do setor farmacêutico, em Portugal, em 2022. Fonte: Banco de Portugal (2024).

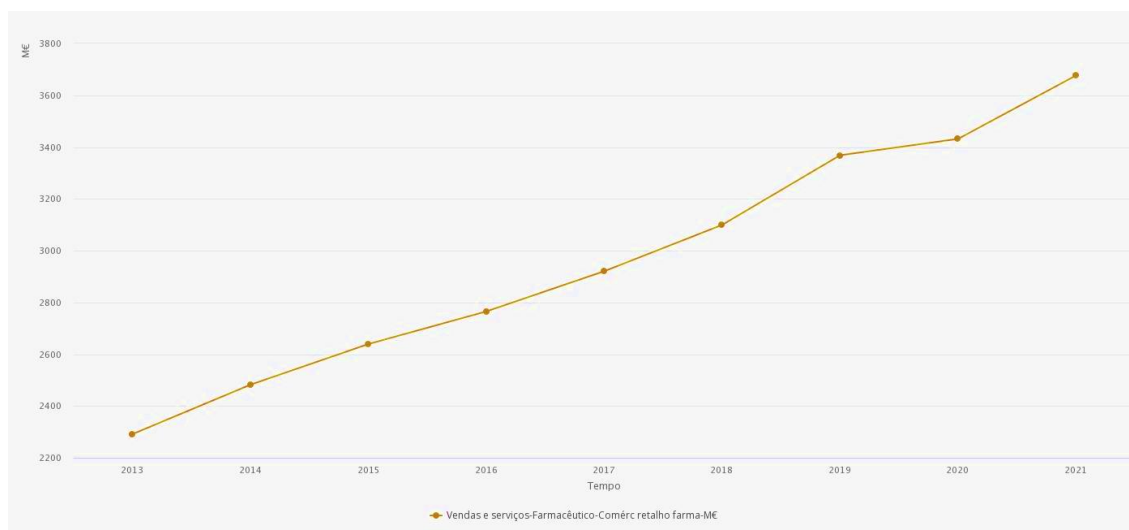
Através da Figura 2.2 é possível observar a atividade económica pelos três segmentos. De salientar, o facto de, em 2022, o comércio a retalho de produtos farmacêuticos congregar as maiores parcelas de empresas e de pessoas ao serviço (67,43% e 50,32%, respetivamente), mas ter apenas um quarto do volume de negócios.

### SEGMENTOS DE ATIVIDADE ECONÓMICA | 2022



**Figura 2.2** - Segmentos de atividade económica do setor farmacêutico, em Portugal, em 2022. Fonte: Banco de Portugal (2024)

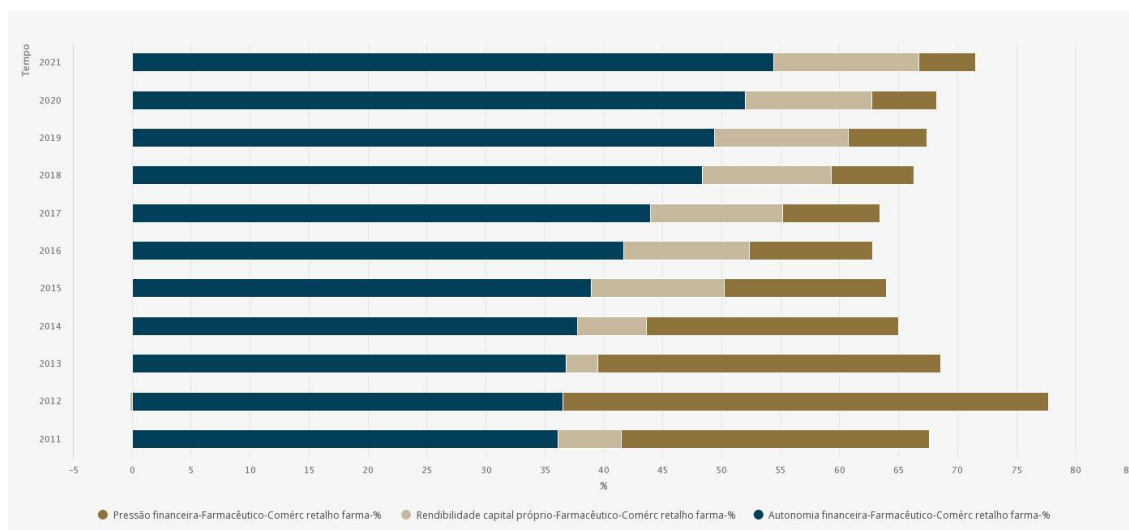
Ainda segundo o mesmo estudo do Banco de Portugal, o comércio a retalho de produtos farmacêuticos tem tido um crescimento gradual no valor das vendas e das prestações de serviços realizados pelas empresas durante o exercício económico, como demonstrado na Figura 2.3.

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

**Figura 2.3** - Vendas e serviços do comércio do retalho farmacêutico (anual) em M€. Fonte: Banco de Portugal (2024)

No mesmo estudo, é analisada a evolução de outros indicadores económicos e financeiros, entre 2013 e 2021, como a autonomia financeira, a pressão financeira e a rentabilidade dos capitais próprios, estando sistematizada na Figura 2.4 (com a cor azul para a autonomia financeira, a cor bege para a rentabilidade dos capitais próprios e o castanho para a pressão financeira).

Os resultados remetem para uma enorme autonomia financeira, isto é, a capacidade destas entidades se sustentarem por si própria, com 36.8% em 2013 e 54% em 2021. Ao longo dos anos, este indicador de pressão financeira diminuiu de 29% em 2013 para 4.8% em 2021. Por fim, a rentabilidade dos capitais próprios, que é importante para perceber a eficiência e lucratividade deste setor e, cresce de 4% para 12.29%, entre 2013 e 2021, respetivamente.

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

**Figura 2.4** - Evolução dos indicadores económicos e financeiros, de 2013 a 2021. Fonte: Banco de Portugal (2024)

### 2.1.3 A importância da previsão de vendas no retalho

A previsão de vendas é relevante para muitas empresas e, por esta razão, muitas delas dedicam os seus recursos, quer humanos quer financeiros, para execução desta função de forma fiável.

Segundo Nunnari e Nunnari (2017), um modelo de previsão de vendas eficaz apoia no processo na gestão do setor do retalho ao fazer com que os lucros aumentem e os custos se reduzam. Pelo contrário, uma previsão de vendas imprecisa provoca uma aglomeração de produtos, falha de *stocks* e exigências de clientes insatisfeitos. Assim, é de extrema relevância desenvolver modelos eficazes de previsão de vendas, a fim de gerar resultados precisos e robustos.

Considerando a elevada variedade de produtos e a volatilidade da procura destes fármacos numa farmácia a retalho, Kolade (2019) alega que os sistemas de previsão podem ser bastante benéficos, sobretudo para auxiliar no processo de gestão de validade dos produtos farmacêuticos e, também, num sistema de garantia da qualidade dos mesmos, que está estreitamente relacionada com a saúde dos utentes.

Contudo, é árdua a tarefa de conseguir uma previsão precisa. A revisão feita por Kolade (2019) sistematiza que os métodos de previsão falham, nomeadamente devido a grandes

desfasamentos entre as vendas reais e a procura, a falta de responsabilização da força de vendas relativamente às previsões que produzem, a características do produto farmacêutico, em termos do ciclo de vida do produto, a processos de recolha de informação e a abordagem que a organização faz a todo o processo, passando pela falta de objetivos preditivos claros.

Além disso, a Organização Mundial da Saúde (2017) apresenta, também, diversas dificuldades, tais como o financiamento insuficiente, a incapacidade de prever com precisão, a falta de incentivos para manter os *stocks*.

Desta forma, segundo Nguyen *et al.* (2021) esta cadeia para ser bem-sucedida, deve ser simples, de baixo custo e flexível, sem comprometer a qualidade do produto e do serviço, de forma a assegurar eficiência.

## 2.2 A previsão de vendas no retalho

Atualmente, são vários os métodos de previsão aplicados à previsão de vendas, no entanto, há pouca literatura em relação ao retalho farmacêutico.

A previsão de futuros eventos no mundo do retalho é fundamental para a manutenção das atividades económicas. No retalho alimentar, Purohit *et al.* (2021), consideraram os três dos produtos hortícolas mais importantes da Índia, nomeadamente o tomate, a batata e a cebola, para prever eficazmente os seus preços utilizando métodos estatísticos, como métodos da família dos autorregressivos integrados e de média móvel (ARIMA) e também métodos dos erros, tendência e sazonalidade no alisamento exponencial (ETS). Além destes, foram, também, utilizados métodos de aprendizagem computacional (em inglês, *machine learning*), para a captação de relações não-lineares, e métodos híbridos, isto é, a integração dos modelos lineares com os não-lineares. Porém, é-nos dito que nenhum método oferece as melhores previsões para todas as séries temporais.

No retalho alimentar, Da Veiga *et al.*, (2016) compararam os métodos lineares (como o ARIMA e ETS) e não lineares, com a integração de dados mensais de vendas de laticínios entre 2005 e 2013, agrupados em três categorias. Concluíram que, de modo geral, os métodos de previsão seguem o padrão sazonal dos dados, com os não lineares sendo mais

eficazes. Em termos de precisão, as abordagens não lineares destacaram-se como as mais adequadas para prever vendas no setor do retalho alimentar.

Já no retalho não alimentar, através do estudo de Aras *et al.*, (2017), é feita uma previsão das vendas de um retalhista mobiliário na Turquia com métodos ETS, modelos da família ARIMA e modelos não-lineares, para avaliar o desempenho destes e compará-los com dados de vendas semanais de dez produtos. Novamente, é-nos dito que é difícil a tarefa de antecipar qual modelo de previsão funcionará melhor para um conjunto de dados específico. Não há um modelo único que seja o melhor em todas as situações. Não obstante, o estudo indica que a combinação de previsões é menos arriscada e produz previsões mais precisas e seguras de serem aproveitadas pelos decisores.

De acordo com Ramos *et al.* (2015), as séries temporais de vendas no retalho não alimentar exibem, frequentemente, fortes tendências e variações sazonais, o que se torna um desafio no desenvolvimento de modelos de previsão eficazes. No seu estudo sobre venda a retalho de calçado feminino da Foreva, estes comparavam a previsão utilizada com o modelo clássico ARIMA, com o modelo ETS. A escolha do melhor modelo foi possível através do Critério de Informação de Akaike (AIC). Não obstante, os seus resultados mostram que ambos são complementares nos seus pontos fortes como fracos e, portanto, reforçam a ideia de que não há consenso em termos de desempenho destes quando aplicados em dados sobre vendas no retalho.

Por fim, dentro do retalho farmacêutico, Burinskiene (2022) reviu artigos de vários autores e facultou um resumo de vários métodos de previsão que são aplicados à previsão das vendas de medicamentos, destacando que o maior grupo pertence aos métodos quantitativos. Dentro destas técnicas, o maior interesse encontra-se em métodos de alisamento exponencial, em especial os modelos de espaço de estados, como os ETS, já que são simples, robustos e fáceis de usar.

## 2.3 Métodos de previsão

Antes de procedermos à análise dos métodos de previsão mais frequentemente usados, dentro do retalho farmacêutico, é imperativo compreendermos os conceitos fundamentais

que permeiam a modelação de séries temporais, de forma a estabelecermos uma base sólida para a avaliação dos métodos de previsão pertinentes ao estudo de caso. Estes conceitos incluem a definição de uma série temporal, a compreensão da estacionariedade e a técnica de diferenciação de uma série temporal.

### 2.3.1 Série temporal

Uma série temporal é um conjunto de observações de uma variável, feitas em períodos sucessivos. No registo histórico de uma série temporal é, frequentemente, possível identificar padrões que podem ser extrapolados para o futuro, dando suporte à sua previsão (Caiado, 2022).

Estes padrões são, habitualmente, descritos com sendo as componentes de uma série temporal. Segundo com Hyndman e Athanasopoulos (2021), as componentes que, tipicamente, podem estar presentes numa série temporal são:

- **Tendência** - caracteriza o comportamento e as mudanças sistemáticas da série (crescente, decrescente ou constante) durante o período;
- **Sazonal** – corresponde a um padrão de oscilações na série em períodos específicos e conhecidos, relacionados com aspetos do calendário;
- **Cíclica** – está presente quando os dados apresentam um padrão de flutuação que não apresenta uma periodicidade concreta;
- **Irregular** – variações que não são explicadas pelas restantes componentes, sendo a única componente que não é de regularidade.

Ainda de acordo estes autores, atendendo à variedade de padrões que uma série temporal pode apresentar, é, por regra, útil iniciar a sua análise por uma decomposição, de forma a exibir as suas componentes.

Dentro das várias técnicas de decomposição, destaca-se a decomposição STL (acrónimo para, em inglês, *Seasonal and Trend decomposition using Loess*), por ser um método versátil e robusto para a decomposição de séries temporais. O modelo que suporta a decomposição STL é o aditivo:

$$y_t = T_t + S_t + R_t \quad (2.1)$$

De acordo com a equação (2.1),  $T_t$  é a componente da tendência,  $S_t$  a componente da sazonalidade e  $R_t$  a componente irregular, no instante  $t$ .

Esta técnica de decomposição apresenta a vantagem de lidar com qualquer tipo de sazonalidade e de ser robusta em relação a valores atípicos (*outliers*), de modo que as observações ocasionais invulgares não afetem as estimativas das componentes sazonais e do ciclo da tendência. Além disso, a componente sazonal e a tendência podem mudar ao longo do tempo, o que é importante para o tipo de séries que estamos a estudar. Por outro lado, o STL tem algumas desvantagens. Em particular, esta técnica não lida automaticamente com variações de calendário, e só oferece facilidades para as decomposições aditivas.

### 2.3.2 Estacionariedade e diferenciação

Conforme Hyndman e Athanasopoulos (2021), uma série temporal estacionária é a série cuja propriedade não depende do instante em que a série é observada, ou seja, quando as suas propriedades estatísticas, tais como a média, a variância e a autocorrelação permanecem constantes ao longo do tempo. As séries temporais com tendência ou sazonalidade não são estacionárias, pois afetam valores em momentos diferentes, ao contrário do ruído branco, que é estacionário devido à consistência da sua aparência.

A diferenciação calcula as diferenças entre observações consecutivas, o que transforma uma série temporal não estacionária em estacionária, o que, por conseguinte, ajuda a estabilizar a média. Por vezes é, também, necessário a transformação em logaritmo de forma a estabilizar a variância (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

Um teste de raiz unitária é um procedimento estatístico utilizado para avaliar a estacionariedade de uma série temporal, com o propósito de determinar se a diferenciação da série é necessária para alcançar a estacionariedade. Os testes mais comuns para raízes unitárias incluem o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e o Teste de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS).

O teste ADF estabelece a hipótese nula ( $H_0$ ) de que a série não é estacionária. Portanto, para um nível de significância usual de 5%, se o valor-p calculado for menor que 5%, rejeitamos a hipótese nula ( $H_0$ ) e concluímos que a série é estacionária, pelo que a diferenciação não será necessária

Por outro lado, o teste KPSS assume a hipótese nula ( $H_0$ ) de que a série é estacionária. Assim, para um nível de significância de 5%, se o valor-p for menor que 5%, rejeitamos a hipótese nula ( $H_0$ ), implicando que a série é não estacionária e, portanto, é possível a necessidade de a diferenciar. Caso seja maior que 5%, não rejeitamos a hipótese nula ( $H_0$ ) pelo que a série é estacionária e não há necessidade de diferenciação.

Além destes testes, existem testes específicos para raízes unitárias sazonais, cujos detalhes podem ser encontrados na literatura de Hillmer e Wei (1991)

### 2.3.3 Classificação dos métodos de previsão

Uma previsão por modelos de séries temporais consiste na tentativa de extrapolar o comportamento futuro a partir das condições atuais, utilizando dados históricos (Caiado, 2022).

Os métodos de previsão, segundo Gonçalves (2010), dividem-se em dois tipos:

- **Métodos de previsão qualitativos**, que são métodos subjetivos, pois fornecem estimativas e baseadas em opiniões. Estes são utilizados para previsões a médio e a longo prazo.
- **Métodos de previsão quantitativos**, onde se utilizam os dados históricos para suportar modelos que permitem prever vendas no futuro. Insta a identificação dos padrões nos dados históricos de forma a transpor para o futuro.

Os métodos quantitativos, de acordo com Caiado (2022), podem ainda classificar-se como:

- **Métodos não causais** (ou extrapolativos) que são usados quando a informação atual e passada está disponível e quantificada em dados numéricos onde os padrões do comportamento passado devem manter-se no futuro.

- **Métodos causais** (ou explicativos), que são baseados em modelos econométricos com diversas variáveis, úteis para a previsão de vendas.

Dentro dos métodos quantitativos existem, também, os métodos de aprendizagem computacional e os métodos estatísticos. Os métodos de aprendizagem computacional utilizam técnicas e algoritmos para permitir que sistemas computacionais aprendam a partir de dados, a identificar padrões e a tomar decisões ou a fazer previsões com base nesses padrões (Ray, 2019). Ao considerar modelos em avaliações estatísticas, estamos a considerar que os dados passados são indicativos do que se pode esperar no futuro, e então, pode-se postular um modelo matemático que é representativo do processo (Bandura *et al.*, 2019).

### 2.3.4 Método de alisamento exponencial

A definição e a caracterização dos métodos de alisamento exponencial têm por base a obtenção das previsões a partir de médias ponderadas das observações passadas, onde os pesos decaem exponencialmente com a antiguidade das observações, isto é, quanto mais recente a observação, mais peso terá (Hyndman & Athanasopoulos, 2021)

De acordo com Hyndman *et al.* (2008) os métodos de alisamento exponencial apareceram no final da década de 1950 por Brown (1959), Holt (1957) e Winters (1960). Brown foi quem originalmente estendeu a ideia em 1944. De seguida, Holt trabalhou com modelos de alisamento exponencial. O trabalho de Holt sobre o alisamento exponencial sazonal aditivo e multiplicativo tornou-se muito conhecido através de um artigo do seu aluno Peter Winters que forneceu testes empíricos para os métodos de Holt. Como resultado, as versões sazonais dos métodos de Holt são normalmente designados por métodos de Holt-Winters.

As classes dos métodos de alisamento exponencial têm uma evolução significativa com o trabalho de Hyndman *et al.* (2008), que até aqui, geravam apenas previsões pontuais, passando também a produzir modelos estatísticos, que fornecem intervalos de previsão.

Na sua versão mais simples, que se aplica quando uma série não tem tendência nem sazonalidade, só é necessário captar o ponto onde se situa, isto é, o seu nível para fazer

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

as previsões. Desta forma, as equações utilizam o princípio base do alisamento exponencial:

$$\hat{y}_{t+h|t} = \ell_t \quad (2.2)$$

$$\ell_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)\ell_{t-1} \quad (2.3)$$

com  $0 \leq \alpha \leq 1$

A primeira equação (2.2) é a equação da previsão e indica que fixada a origem  $t$ , a previsão a qualquer horizonte  $h \geq 1$ , isto é,  $\hat{y}_{t+h|t}$ , é constante igual ao nível detetado na origem, isto é,  $\ell_t$ , só quando  $t=1$ . A segunda equação (2.3) é a equação de alisamento do nível e permite determinar o nível do período  $t$ , fazendo uma média ponderada entre a observação no período  $t$  ( $y_t$ ) e o nível anterior  $\ell_{t-1}$  (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

Para uma melhor distinção, a taxonomia de métodos de alisamento exponencial considera nove combinações relevantes no que diz respeito à tendência e à sazonalidade. Porém, os modelos de espaço de estados estão subjacentes aos modelos de alisamento exponencial e identificam cada método em dois tipos de modelos – um modelo com erros aditivos e um modelo com erros multiplicativos.

Desta forma, Hyndman e Athanasopoulos (2021) distinguem a partir de um acrónimo denotado de ETS, que explica, respetivamente, os erros, a tendência e a sazonalidade, como demonstrado em baixo:

$$\text{Erros} = \{A, M\} \quad (2.4)$$

$$\text{Tendência} = \{N, A, A_d\} \quad (2.5)$$

$$\text{Sazonalidade} = \{N, A, M\} \quad (2.6)$$

Há, portanto, dezoito potenciais modelos descritos nesta classificação, onde N = Nenhum, A = Aditivo, M = Multiplicativo, d = *Damped* (amortecido). Um exemplo deste tipo de modelos é o ETS(A, A, N), com erros aditivos e tendência aditiva, também chamado de Método Linear de Holt com erros aditivos. Este assume que os erros de treino são dados por:

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

$$\varepsilon_t = y_t - \ell_{t-1} - b_{t-1} \sim IID(0, \sigma^2) \quad (2.7)$$

onde IID significa “Independentes e Identicamente Distribuídas”, com a média zero e a variância  $\sigma^2$ .

Substituindo a equação (7) nas equações de correção do erro para o método linear de Holt, obtemos:

$$y_t = \ell_{t-1} + b_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.8)$$

$$\ell_t = \ell_{t-1} + b_{t-1} + \alpha \varepsilon_t \quad (2.9)$$

$$b_t = b_{t-1} + \beta \varepsilon_t \quad (2.10)$$

Sendo que  $y_t$  é o valor observado pela soma do nível e tendência estimados no instante anterior com o erro de previsão,  $\ell_t$  que ajusta ao nível e tendência estimados no instante anterior com o erro ponderado a um fator de alisamento  $\alpha$  e, por fim,  $b_t$  que ajusta a tendência ao adicionar a tendência anterior uma parte do erro de previsão ponderado pelo fator de alisamento  $\beta$ .

É necessário, contudo, estabelecer estas combinações com cuidado porque podem levar a dificuldades numéricas, especificamente para equações onde exija a divisão por zero. Por exemplo, os modelos que mais podem causar instabilidades são:  $ETS(M, M, A)$ ,  $ETS(M, M_d, A)$ ,  $ETS(A, N, M)$ ,  $ETS(A, A, M)$ ,  $ETS(A, A_d, A)$ ,  $ETS(A, M, N)$ ,  $ETS(A, M, A)$ ,  $ETS(A, M, M)$ ,  $ETS(A, M_d, N)$  e  $ETS(A, M_d, M)$ . Na prática, estes modelos funcionam bem para previsões de curto e médio prazo, desde que os dados sejam estritamente positivos.

Por fim, a seleção dos métodos a testar é feita com base nos padrões de regularidade detetados na série temporal a prever, concretamente a tendência e a sazonalidade, e, também, na sua forma, que pode ser expressa no modelo de alisamento exponencial - de modo aditivo ou multiplicativo (Hyndman & Athanasopoulos, 2021)

### 2.3.5 Método ARIMA

Segundo Hyndman e Athanasopoulos (2021) os métodos de alisamento exponencial e os métodos ARIMA (em inglês, *AutoRegressive Integrated Moving Average*) são as duas abordagens mais utilizadas para a previsão de séries temporais. Enquanto os métodos de alisamento exponencial se baseiam numa descrição da tendência e da sazonalidade dos dados, os modelos ARIMA têm por objetivo descrever as autocorrelações dos dados.

De acordo com Hyndman *et al.* (2008) o modelo ARIMA é um método paramétrico. Isto significa que requer parâmetros específicos, antes do ajustamento do modelo. A parte autorregressiva, a média móvel e a diferenciação do modelo necessitam, respetivamente, dos parâmetros  $p$ ,  $q$  e  $d$ .

No modelo autorregressivo,  $AR(p)$ , prevê-se a variável ao usar uma combinação linear dos seus valores anteriores - o termo “autorregressão” denota essa regressão intrínseca. Num modelo com médias móveis,  $MA(q)$ , são usados os valores passados dos erros, em vez de usar os valores históricos. Para além destes dois conceitos, quando nos referimos a modelos ARIMA, é de extrema importância os conceitos de estacionariedade e a técnica de diferenciação de séries temporais, referenciados anteriormente.

Segundo Mondal *et al.* (2014) os modelos ARIMA são fundamentados a partir do modelo ARMA. Os modelos  $ARMA(p, q)$  são aplicados a séries estacionárias. A distinção reside no facto de que os ARIMA transformam os dados não estacionários em dados estacionários antes de prosseguir com a análise. Estes tipos de modelos são amplamente utilizados na previsão de dados de séries temporais lineares.

Frequentemente, os modelos ARIMA são chamados de modelos Box-Jenkins, em homenagem à sua popularização inicial por Box e Jenkins. Este modelo é categorizado como  $ARIMA(p, d, q)$ , em que “ $p$ ” denota as componentes autorregressivas dos dados, “ $d$ ” refere-se ao grau de diferenciação envolvido nos dados e “ $q$ ” representa as componentes de média móvel dos dados. Todos esses números são não negativos e inteiros (Mondal *et al.*, 2014).

O modelo completo pode ser escrito da seguinte forma:

$$y'_t = c + \phi_1 y'_{t-1} + \dots + \phi_p y'_{t-p} + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \phi_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \quad (2.11)$$

onde  $y'_t$  é a série diferenciada, podendo ter sido diferenciada mais do que uma vez e os “preditores” no lado direito incluem tanto os valores desfasados de  $y_t$  como os erros desfasados.

Um modelo SARIMA inclui termos sazonais adicionais nos modelos ARIMA, que vimos até agora. Este é escrito como SARIMA( $p,d,q$ )( $P,D,Q$ ) $_m$ , onde ( $p,d,q$ ) corresponde à parte não sazonal e ( $P,D,Q$ ) $_m$  à parte sazonal. De acordo com a parte sazonal, o termo “ $m$ ” corresponde aos períodos sazonais, “ $P$ ” a componente sazonal autorregressiva do modelo, “ $D$ ” ao número de diferenças sazonais e “ $Q$ ” a ordem da média móvel sazonal do modelo.

### 2.3.6 Critérios de informação

Para a seleção do melhor modelo, concretamente quando se pretende escolher um modelo de um conjunto de modelos obtidos na mesma classe com a mesma variável resposta, é possível a utilização dos critérios de informação, baseados na verossimilhança (*likelihood*) (Hyndman & Athanasopoulos, 2021)

Através de Mondal *et al.* (2014), este diz-nos que o Critério de Informação de Akaike (AIC) é uma métrica comum usada para avaliar os modelos estatísticos que quantificam o ajustamento do modelo. O AICc é uma versão corrigida do AIC para amostras de tamanho limitado.

O modelo escolhido pelo Critério de Informação Bayesiano (BIC) é mesmo escolhido pelo AIC ou um com menos termos. Isto acontece porque o BIC penaliza o número de parâmetros de forma mais rigorosa que o AIC (Hyndman & Athanasopoulos, 2021)

Ao contrário do BIC, o AIC não penaliza a complexidade do modelo tão severamente. Teoricamente, usar o AIC/AICc para seleção de modelos é mais vantajoso do que o BIC.

De acordo com Hyndman e Khandakar (2008), a abordagem de previsão automática combina várias ideias dos critérios de informação anteriores para formular um algoritmo robusto e de ampla aplicação.

### Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso

---

Inicialmente, para cada série temporal, são aplicados todos os modelos pertinentes, com a otimização tanto de parâmetros de alisamento como de variável de estado inicial. De seguida, é realizada uma seleção do melhor modelo com base no AIC. Com o modelo ótimo e com os parâmetros devidamente otimizados são feitas previsões pontuais. Por fim, são calculados intervalos de previsão.

Os resultados de Hyndman e Khandakar (2008) demonstram que esta metodologia de previsão automática é particularmente eficaz para previsões a curto prazo.

Para os modelos AutoETS, o processo de seleção automático padrão é o AICc, enquanto modelos específicos são estimados usando a máxima verossimilhança (*likelihood*). As equações de espaço de estados podem ser determinadas com base nos seus componentes multiplicativos, aditivos, otimizados ou omitidos. O parâmetro *string* do modelo define as equações ETS: *E* em  $[M, A, Z]$ , *T* em  $[N, A, M, Z]$  e *S* em  $[N, A, M, Z]$ . Se a componente for selecionada como “Z”, esta atua como um espaço reservado para solicitar ao modelo AutoETS que descubra o melhor parâmetro.

Nos modelos AutoARIMA, o processo de seleção automático é realizado ao usar técnicas estatísticas, como o algoritmo KPSS de forma a encontrar a parte “*d*”, com  $0 \leq d \leq 2$  e de um algoritmo baseado no AICc, onde identifica os melhores valores para os parâmetros, dentro dos testados numa pesquisa passo-a-passo para percorrer o espaço do modelo, de autorregressão “*p*” e médias móveis “*q*” num modelo ARIMA. Quatro modelos iniciais são ajustados: ARIMA (0, *d*, 0), ARIMA (2, *d*, 2), ARIMA (1, *d*, 0) e ARIMA (0, *d*, 1). Uma constante é incluída, a menos que  $d = 2$ . Se *d* for menor ou igual a 1, um modelo adicional também é ajustado: ARIMA (0, *d*, 0) sem uma constante.

Por fim, o melhor modelo será o que apresenta menor valor do critério de informação selecionado (Mondal *et al.*, 2014).

#### 2.3.7 Medidas de exatidão

Para além de informação obtida por critérios de informação, as medidas de exatidão também são uma excelente forma de obter o melhor modelo.

Segundo Hyndman e Athanasopoulos (2021) as medidas de exatidão mais comuns são:

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

- O erro absoluto médio, em inglês, *Mean Absolute Error* (MAE):

$$MAE = média(|e_t|) \quad (2.12)$$

- A raiz do erro quadrático médio, *Root Mean Squared Error* (RMSE):

$$RMSE = \sqrt{média(|e_t|)} \quad (2.13)$$

- O erro percentual absoluto médio, *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

$$MAPE = média(|p_t|), \text{ com } p_t = \frac{100 e_t}{y_t} \quad (2.14)$$

- O erro escalado absoluto médio, *Mean Absolute Scaled Error* (MASE):

$$MASE = média(|q_j|), \text{ com } |q_j| = \frac{|e_j|}{\frac{1}{T-m} \sum_{t=m+1}^T |y_t - y_{t-m}|} \quad (2.15)$$

- A raiz do erro escalado quadrático médio, *Root Mean Squared Scaled Error* (RMSSE).

$$RMSSE = \sqrt{média(|q_j^2|)}, \text{ com } q_j^2 = \frac{e_j^2}{\frac{1}{T-m} \sum_{t=m+1}^T (y_t - y_{t-m})^2} \quad (2.16)$$

Uma vez que os dados estão utilizados na mesma escala então é sugerido utilizarem MAE e RMSE, no entanto, o RMSE penaliza mais do que o MAE num modelo que produza erros de grande magnitude. O MAPE não depende da escala e tem limitações especialmente quando os valores reais são muito próximos de zero, o que faz a medida ter valores exorbitantes. O MASE é uma medida de exatidão útil para séries temporais com sazonalidade e tendência, pois leva em consideração a estrutura desses dados e compara MAE do modelo que está a ser avaliado com o MAE de um modelo de referência (Hyndman & Koehler, 2006).

Não obstante, o modelo ideal será aquele que, quando avaliado no conjunto de teste, exhibe o menor valor possível da medida de exatidão escolhida para as previsões (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

### **3 ENTENDIMENTO DO TEMA E ENTENDIMENTO E PREPARAÇÃO DOS DADOS**

Neste capítulo, vamos aprofundar a compreensão e o entendimento do negócio do retalho farmacêutico, destacando-o com um pilar para compreender tanto o funcionamento da farmácia comunitária quanto do sistema que a sustenta, além de abordar os desafios associados a esse contexto. Além disso, iremos abordar a preparação dos dados obtidos e realizar uma análise exploratória dos mesmos.

#### **3.1 Entendimento do tema**

De acordo com a Ordem dos Farmacêuticos (2023), as farmácias estão cada vez mais centradas no cidadão, vindo a desenvolver serviços de apoio à comunidade, ao nível da saúde. Desta forma, consolidam-se como um dos pilares preconizados no Serviço Nacional da Saúde (SNS) pela acessibilidade ao medicamento e na equidade da prestação de cuidados de saúde.

O papel do farmacêutico na Saúde Pública tem uma importância crucial por contribuir em várias áreas, incluindo a gestão terapêutica, a administração de medicamentos, a avaliação de parâmetros, a identificação de pessoas de risco, a deteção precoce de diversas doenças e a promoção de hábitos de vida mais saudáveis. Além disso, devido à sua preparação académica, este é altamente competente em farmacoterapia, diferenciando-o de outros restantes profissionais de saúde.

As farmácias comunitárias são um ponto de acesso conveniente e confiável para produtos farmacêuticos e serviços de saúde para a comunidade local, obedecendo sempre aos requisitos dispostos na legislação portuguesa em vigor, bem como nas Boas Práticas Farmacêuticas de Farmácia Comunitária (Ordem dos Farmacêuticos, 2009).

A Farmácia selecionada para ser o estudo de caso, pertence ao grupo das Farmácias Portuguesas da Associação Nacional de Farmácias (ANF), na Região de Coimbra (NUTS III). Esta tem uma diretora técnica, o quadro pessoal habilitado para o atendimento público, as áreas mínimas obrigatórias, onde estão regulamentadas as características das

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

---

instalações, as localizações permitidas (de acordo com a capitação e a distância a outras farmácias e unidades de saúde), bem como o horário em funcionamento.

A gestão da Farmácia passa por implementar estratégias de gestão não só no seu espaço físico interno e externo, como as escalas de trabalho, mas também na divulgação e estratégias de *marketing*, onde utilizam as redes sociais para fornecerem informações relativas aos serviços prestados e das campanhas promocionais a decorrer.

O processamento das encomendas é realizado todos os dias na parte da manhã e na parte da tarde, tendo em conta os *stocks* disponíveis dos seus produtos e a média das vendas mensais de cada produto.

A escolha dos fornecedores tem por base uma lista de fatores desde as margens comerciais, a rapidez do serviço prestado bem como possíveis bonificações favoráveis. Assim, os principais distribuidores grossistas com quem a Farmácia colabora são a Plural+Udifar, a Empifarma e a Proquifa, respetivamente.

Apesar das inúmeras estratégias aplicadas pela farmácia de forma a otimizar a sua gestão, como referido anteriormente, a farmácia enfrenta, ainda, problemas associados à dificuldade da previsão de vendas e na compreensão dos padrões de compra dos clientes.

Eventos como a gripe, em 2015, e a pandemia de COVID-19, em 2020, em Portugal, destacaram a complexidade do comércio de produtos farmacêuticos, com oscilações de vendas, mudanças de comportamentos dos consumidores e variações na disponibilidade de produtos.

As interrupções na cadeia de abastecimento, durante epidemias, resultaram em escassez de produtos e atrasos nas entregas, o que afetou a capacidade das farmácias atenderem às necessidades dos clientes. Além disso, é de mencionar os desafios logísticos e operacionais resultantes destes casos, como restrições de pessoal e medidas de distanciamento social, que foram dificultando o funcionamento eficiente da farmácia.

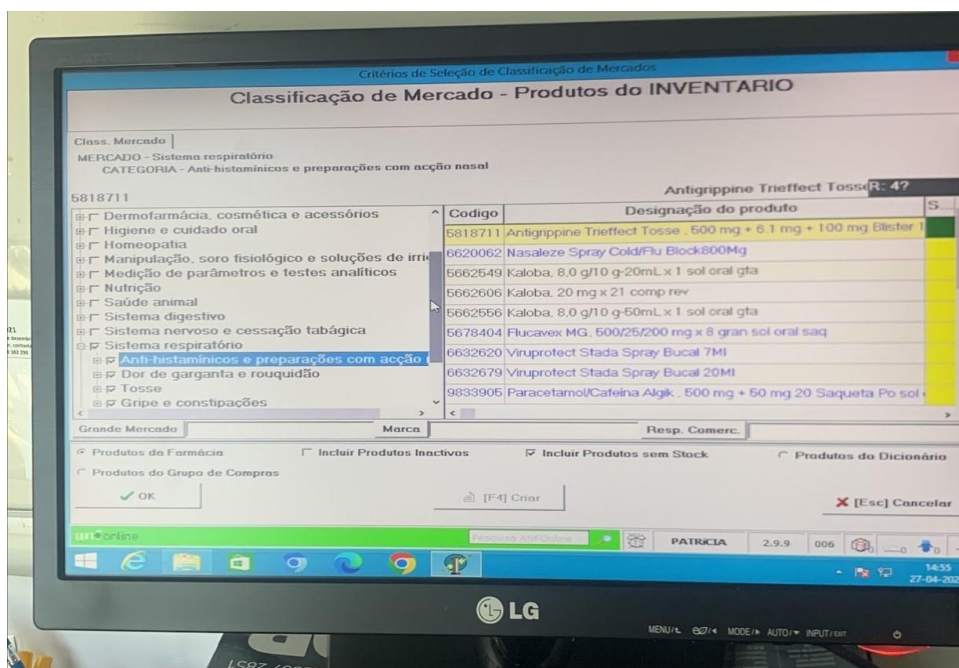
É, então, evidente que durante crises de saúde pública, a precisão das previsões de vendas apresenta-se como um desafio.

### Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso

Desta forma, o objetivo passa por aprimorar a eficácia das previsões de vendas, para um horizonte de curto prazo, isto é, para o mês seguinte, de forma a ter uma melhor percepção dos hábitos de compra dos clientes para a possibilitar a uma gestão mais eficiente que permitirá potenciar o desempenho geral do estabelecimento.

## 3.2 Entendimento dos dados

Para obtenção dos dados, demonstrado na Figura 3.1, foi utilizada uma ferramenta de gestão e suporte ao atendimento da farmácia parte do sistema informático SIFARMA, produzido pela *Global Intelligent Technologies*, mais conhecida por Glinntt. Este sistema é utilizado em todos os computadores no estabelecimento e controla o processo diário de atendimento que auxilia no mapeamento das encomendas, a gestão, o controlo de *stocks* e prazos de validade, bem como, o inventário dos produtos.



**Figura 3.1** - Obtenção dos dados pelo sistema informático SIFARMA

Os dados recolhidos remetem para as vendas de cada mês, entre janeiro de 2013 e março de 2023, em ficheiros “.csv”, de todos os medicamentos sujeitos e não sujeitos a receita médica, dos subsistemas do sistema respiratório, de acordo com a hierarquia apresentada na Figura 3.2, mas excluindo os inativos e os produtos sem vendas.

## Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso

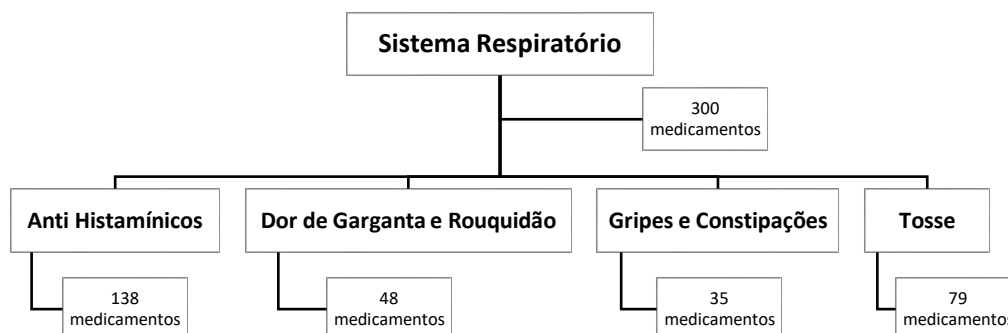


Figura 3.2 - Subsistemas do Sistema Respiratório e respetiva contagem de medicamentos.

No contexto farmacêutico, os medicamentos do sistema respiratório são classificados nestas quatro categorias principais. Cada categoria aborda sintomas específicos do sistema respiratório, oferecendo alívio para uma variedade de condições respiratórias comuns, como:

- Os **anti-histamínicos**, destinados a aliviar os sintomas alérgicos;
- Os medicamentos para a **dor de garganta e rouquidão**, que visam reduzir a irritação e a dor na garganta;
- Os medicamentos para as **gripes e constipações**, que remetem para tratamentos para a febre, as dores musculares e, também, a congestão nasal;
- Por fim, os medicamentos para a **tosse**, que podem suprimir a tosse seca ou ajudar a soltar o muco para expetoração.

No exemplo da Figura 3.3, referente à extração dos ficheiros “csv”, estão denominados, da esquerda para a direita, os códigos nacionais do produto, também conhecidos como CNP, a respetiva designação dos medicamentos, o *stock* total na farmácia desse produto, o número de localização da farmácia, o *stock* (que é igual ao *stock* total na farmácia), o preço de venda ao público (PVP), o valor de venda total ao ano (correspondente à soma da multiplicação das quantidades por mês com o respetivo PVP), a quantidade vendida em cada mês, e o total de quantidades vendidas ao ano.

|   | A       | B                                     | C         | D           | E     | F     | G            | H   | I   | J   | K   | L   | M   | N   | O   | P   | Q   | R   | S   | T   | U   | V   | W     |
|---|---------|---------------------------------------|-----------|-------------|-------|-------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 1 | CÓDIGO  | DESIGNAÇÃO                            | STOCK TOT | LOCALIZAÇÃO | STOCK | PVP   | VALOR VENDAS | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | JAN | FEV | MAR | T Uni |
| 2 | 6142539 | Acquarin Spray Nasal 100 ml           | 0         | 43          | 0     | 4,5   | 144          | 8   | 21  | 3   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 32    |
| 3 | 5346218 | Actifed Descongestionante, 1 mg/ml    | 0         | 43          | 0     | 11,5  | 126,5        | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 5   | 6   | 11    |
| 4 | 8559013 | Actifed, 60/2,5 mg x 20 comp          | 19        | 43          | 19    | 7,65  | 520,2        | 2   | 5   | 8   | 3   | 4   | 6   | 4   | 3   | 4   | 5   | 3   | 6   | 4   | 8   | 3   | 68    |
| 5 | 2159184 | Allergodil, 1 mg/ml-10 ml x 1 sol pul | 11        | 43          | 11    | 10,95 | 32,85        | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3     |
| 6 | 6214742 | Aqua Maris Ag Mar Isot Spray 30ml     | 0         | 43          | 0     | 4,69  | 18,76        | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 4     |
| 7 | 6214759 | Aqua Maris Forte Ag Mar Hipert Spra   | 0         | 43          | 0     | 5,1   | 45,9         | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   | 3   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 2   | 1   | 0   | 0   | 9     |

Figura 3.3 - Exemplo de um ficheiro em bruto dos dados do ano 2014-2015

### 3.3 Preparação dos dados

Para a preparação e análise de dados foi utilizado o programa Microsoft Visual Studio Code 1.83.0, que tem disponível a extensão do Jupyter Notebook em Python 3.10.

Nas próximas secções será apresentado o primeiro *notebook*, elaborado com a finalidade de fazer uma breve apresentação da importação e integração dos conjuntos de dados em séries temporais e de aprimorar a compreensão integral do processo de análise exploratória de dados.

#### 3.3.1 Importação e integração dos conjuntos de dados

Na etapa inicial, as diversas bibliotecas necessárias para a manipulação e análise dos dados foram incorporadas no primeiro *notebook*.

A importação e integração dos conjuntos de dados foram executadas ao consolidar os arquivos “.csv” num único *dataframe* – usando o código apresentado na Figura 3.4.

Durante este processo, houve ajustes nas colunas e nas datas de início/fim do mês. Foi efetuada uma operação de junção com as colunas “cod”, “nome” e “pvp”, em conjunto com as colunas relacionadas às datas.

Adicionalmente, foram removidas determinadas colunas como “stock tot”, “localização”, “stock”, “valor vendas” e “t uni”, devido a não serem úteis para o estudo em questão.

## Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso

```
file_list = glob('Dados/*.csv')
df_merged = pd.DataFrame(columns=['cod', 'nome', 'pvp'])

for idx, file in enumerate(file_list):
    df = pd.read_csv(file, sep=';', encoding='cp1252', decimal=',')
    file_name = file.split('\\')[-1]
    years = re.findall('\\d+', file)
    if idx==0:
        date_start = '{}-01-01'.format(years[0][:4])
    else:
        date_start = '{}-03-01'.format(years[0][:4])
    date_end = '{}-03-01'.format(years[0][:-4:])
    col_names1 = ['cod', 'nome', 'stock', 'localizacao', 'stock_tot', 'pvp', 'valor_vendas']
    col_names2 = pd.date_range(date_start, date_end, freq='MS').strftime('%Y-%m-%d').tolist()
    col_names3 = ['tot_uni']
    col_names = col_names1+col_names2+col_names3
    df.columns = col_names
    if idx!=len(file_list)-1:
        df = df.drop(columns=['stock_tot', 'localizacao', 'stock', 'valor_vendas', col_names2[-1], 'tot_uni'])
    else:
        df = df.drop(columns=['stock_tot', 'localizacao', 'stock', 'valor_vendas', 'tot_uni'])
    df_merged = pd.merge(df_merged, df, on=['cod', 'nome', 'pvp'], how='outer')
```

Figura 3.4 - Implementação da importação e integração do conjunto de dados

Consequentemente, mediante a contagem de linhas, foi viabilizada a catalogação de medicamentos relacionados aos diversos subsistemas do sistema respiratório ao longo de um período de 123 meses (determinado pelo número de colunas com a exclusão das primeiras colunas “cod”, “nome” e “pvp” – referente ao código da Figura 3.5).

```
# colunas de df_merged
print(df_merged.columns[:3], sep=' - ')
for i in range(12):
    print(df_merged.columns[i*12+3:i*12+15], sep=' - ')
print('A quantidade vendida de medicamentos é feita em {} meses'.format(df_merged.iloc[:,3:].shape[1]))
```

[4] ✓ 0.0s

```
cod - nome - pvp
2013-01-01 - 2013-02-01 - 2013-03-01 - 2013-04-01 - 2013-05-01 - 2013-06-01 - 2013-07-01 - 2013-08-01 - 2013-09-01 - 2013-10-01 - 2013-11-01 - 2013-12-01
2014-01-01 - 2014-02-01 - 2014-03-01 - 2014-04-01 - 2014-05-01 - 2014-06-01 - 2014-07-01 - 2014-08-01 - 2014-09-01 - 2014-10-01 - 2014-11-01 - 2014-12-01
2015-01-01 - 2015-02-01 - 2015-03-01 - 2015-04-01 - 2015-05-01 - 2015-06-01 - 2015-07-01 - 2015-08-01 - 2015-09-01 - 2015-10-01 - 2015-11-01 - 2015-12-01
2016-01-01 - 2016-02-01 - 2016-03-01 - 2016-04-01 - 2016-05-01 - 2016-06-01 - 2016-07-01 - 2016-08-01 - 2016-09-01 - 2016-10-01 - 2016-11-01 - 2016-12-01
2017-01-01 - 2017-02-01 - 2017-03-01 - 2017-04-01 - 2017-05-01 - 2017-06-01 - 2017-07-01 - 2017-08-01 - 2017-09-01 - 2017-10-01 - 2017-11-01 - 2017-12-01
2018-01-01 - 2018-02-01 - 2018-03-01 - 2018-04-01 - 2018-05-01 - 2018-06-01 - 2018-07-01 - 2018-08-01 - 2018-09-01 - 2018-10-01 - 2018-11-01 - 2018-12-01
2019-01-01 - 2019-02-01 - 2019-03-01 - 2019-04-01 - 2019-05-01 - 2019-06-01 - 2019-07-01 - 2019-08-01 - 2019-09-01 - 2019-10-01 - 2019-11-01 - 2019-12-01
2020-01-01 - 2020-02-01 - 2020-03-01 - 2020-04-01 - 2020-05-01 - 2020-06-01 - 2020-07-01 - 2020-08-01 - 2020-09-01 - 2020-10-01 - 2020-11-01 - 2020-12-01
2021-01-01 - 2021-02-01 - 2021-03-01 - 2021-04-01 - 2021-05-01 - 2021-06-01 - 2021-07-01 - 2021-08-01 - 2021-09-01 - 2021-10-01 - 2021-11-01 - 2021-12-01
2022-01-01 - 2022-02-01 - 2022-03-01 - 2022-04-01 - 2022-05-01 - 2022-06-01 - 2022-07-01 - 2022-08-01 - 2022-09-01 - 2022-10-01 - 2022-11-01 - 2022-12-01
2023-01-01 - 2023-02-01 - 2023-03-01
```

A quantidade vendida de medicamentos é feita em 123 meses

Figura 3.5 - Colunas do dataframe

### 3.3.2 Tratamento dos dados

De forma a obter o volume de vendas, que é a variável que será alvo de análise e previsão no presente estudo, é aplicada uma multiplicação do valor das quantidades vendidas de de cada mês pela correspondente linha na coluna “pvp”. Esta operação visa o cálculo do

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

montante total das vendas considerando o PVP de cada produto, como mostra a Figura 3.6.

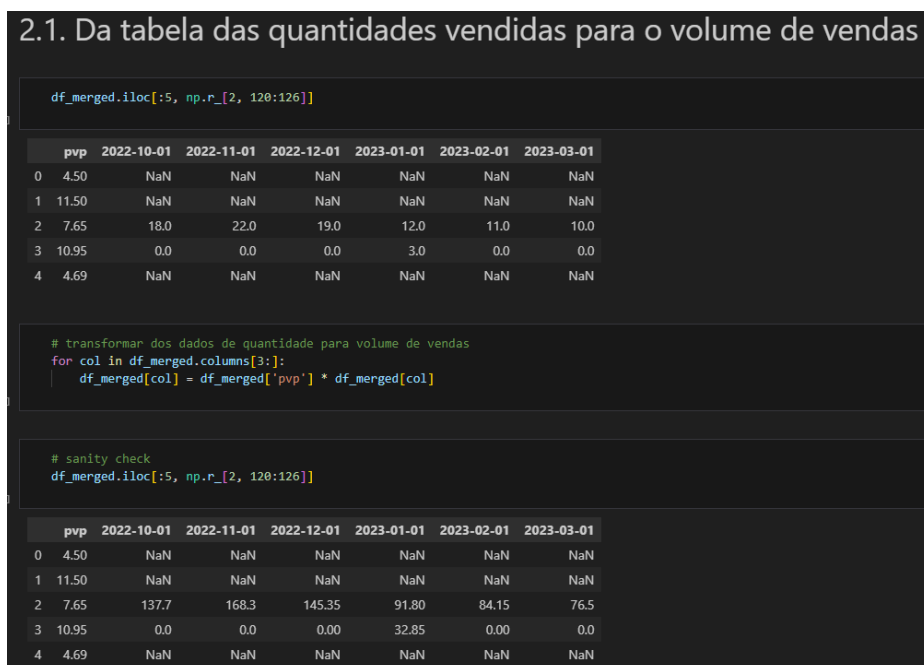


Figura 3.6 - Cálculo do volume de vendas

Seguidamente, na Figura 3.7, procedemos à transformação da tabela em série temporal. Para isso, excluimos as colunas “nome” e “pvp” e adicionamos a coluna do código do medicamento como índice.

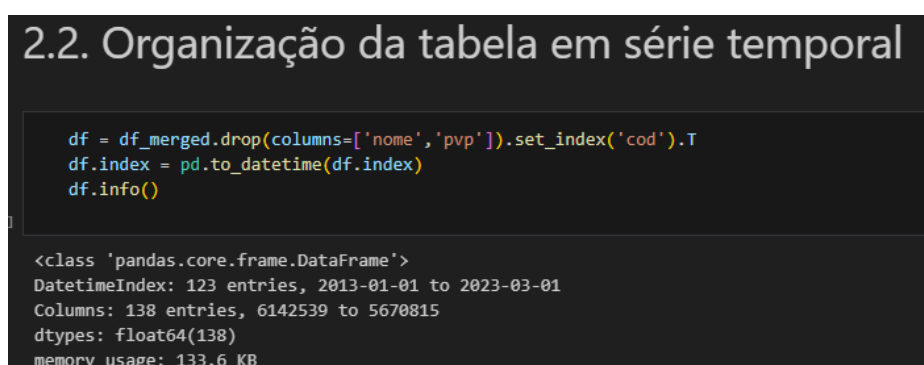


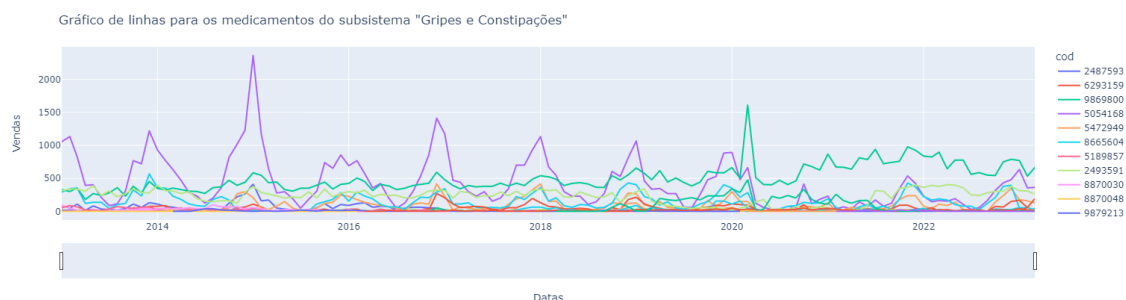
Figura 3.7 - Organização da tabela em série temporal

### 3.3.3 Análise exploratória

Na fase inicial de exploração, realizamos uma análise de cada medicamento presente em cada subsistema do sistema respiratório com base na biblioteca “plotly” do Python, que permite a construção de gráficos interativos.

O gráfico obtido foi o cronograma apresentado na Figura 3.8, com as datas representadas no eixo horizontal, enquanto o volume de vendas é exibido no eixo vertical. Além disso, incorporamos um controlo deslizante que possibilita ao utilizador selecionar um intervalo específico de datas com facilidade.

Esta abordagem visual proporciona uma visão dinâmica e interativa, no *notebook*, da distribuição dos medicamentos ao longo do tempo. Deste modo, é perceptível perceber quais os medicamentos que se destacam e os que menos se destacam, relativamente ao seu volume de vendas.



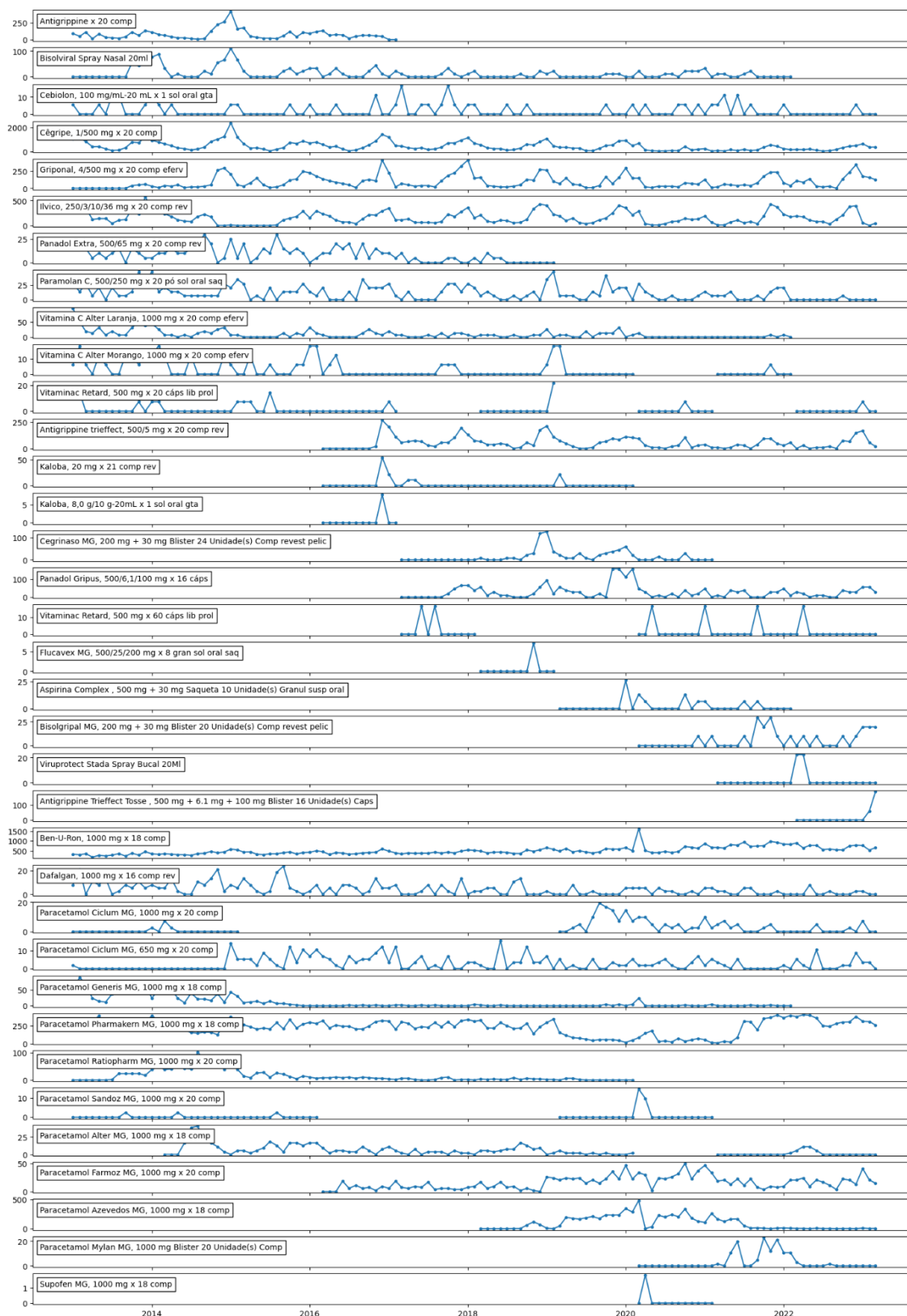
**Figura 3.8** - Cronograma dos medicamentos do subsistema das Gripes e Constipações

Seguidamente, na Figura 3.9, foi introduzido um conjunto de cronogramas destinado a apresentar as séries temporais associadas a cada medicamento ao longo de um período de 123 meses.

Para cada medicamento, uma série temporal é representada graficamente, proporcionando uma visualização das vendas dos medicamentos ao longo do tempo.

O objetivo destes cronogramas é examinar o desempenho do volume de vendas de cada medicamento ao longo do tempo e tentar identificar quais os medicamentos com quaisquer padrões de disponibilidade ou ausência de dados, bem como, perceber, dentro dos disponíveis, quais são aqueles com maior volume de vendas.

## Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso

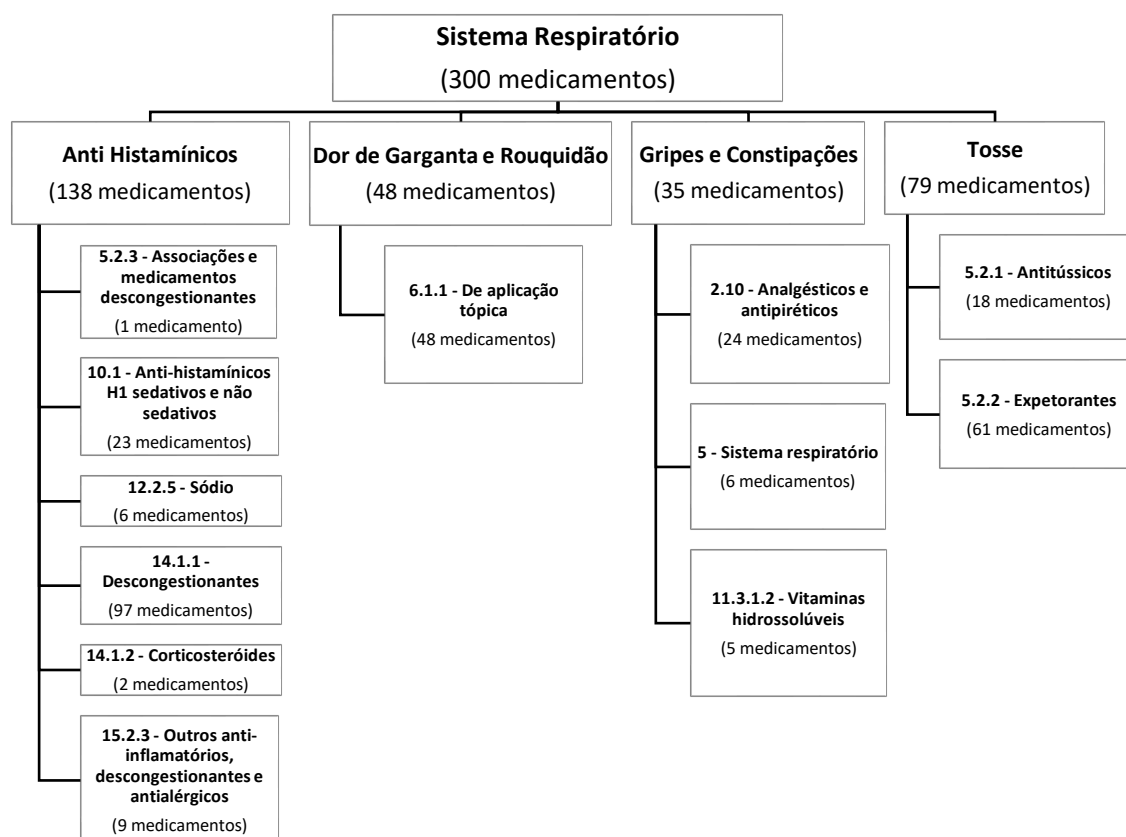


**Figura 3.9 - Cronograma para cada medicamento do subsistema das Gripe e Constipações**

### 3.3.4 Categorização dos medicamentos e agregação dos dados

De acordo com a secção anterior, na Figura 3.9 é possível constatar um número significativo de medicamentos com vários meses com zero vendas, apesar de na extração de dados ter sido feita a exclusão dos inativos e sem vendas.

Desta forma e com o intuito de obtermos uma melhor compreensão dos dados, foi feita uma categorização dos medicamentos, obtendo a classificação farmacoterapêutica de cada medicamento através da consulta à Infomed, a base de dados nacional de medicamentos de uso humano, elaborada pelo INFARMED. Esta categorização foi realizada para todas as classificações farmacoterapêuticas dos subsistemas do sistema respiratório, conforme demonstrado na seguinte Figura 3.10.

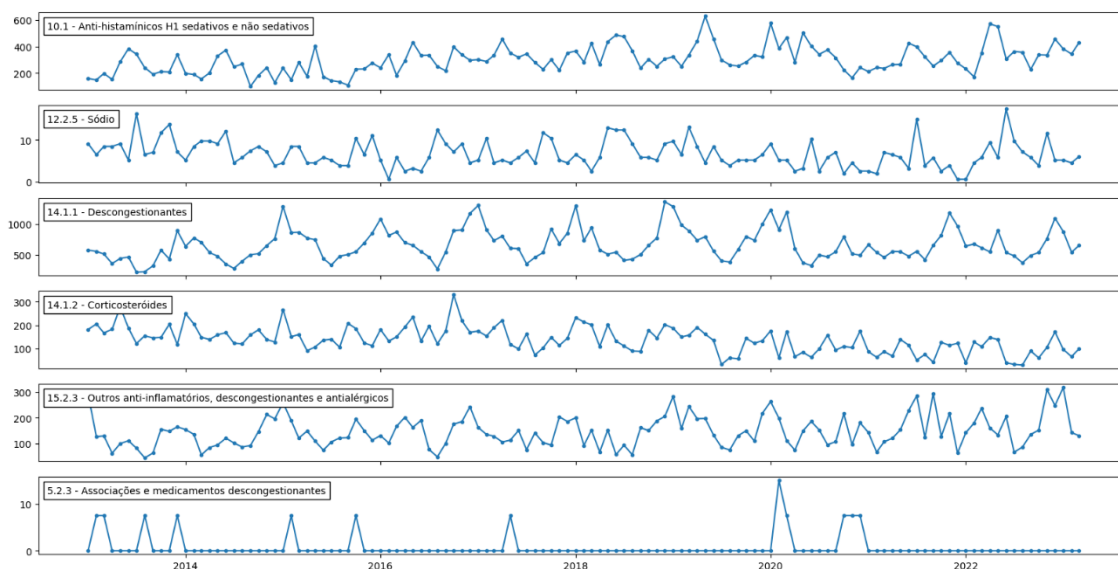


**Figura 3.10** - Classificações farmacoterapêuticas dos subsistemas do Sistema Respiratório

### 3.3.5 Cronogramas das séries temporais agregadas

A elaboração dos cronogramas das séries temporais permite-nos a observação de tendências, padrões sazonais e outras características, ao longo do tempo. Desta forma, foram apresentados os vários cronogramas de cada subsistema, desde janeiro de 2013 a março de 2023.

Na Figura 3.11 são representadas as vendas mensais agregadas das seis categorias de medicamentos subsistema dos Anti-Histamínicos, que observa apresentarem características distintas em termos de sazonalidade e tendência ao longo do tempo, que se descrevem seguidamente pela ordem (de cima para baixo) que estão na figura.



**Figura 3.11** - Cronograma das classificações farmacoterapêuticas do subsistema Anti-Histamínicos

Os anti-histamínicos H1 sedativos e não sedativos não apresentam uma sazonalidade claramente definida, já que exibem flutuações ao longo do tempo sem um padrão discernível. Da mesma forma, os dados de sódio mostram uma certa estabilidade ao longo do tempo, sem evidências de padrões sazonais ou tendência significativa.

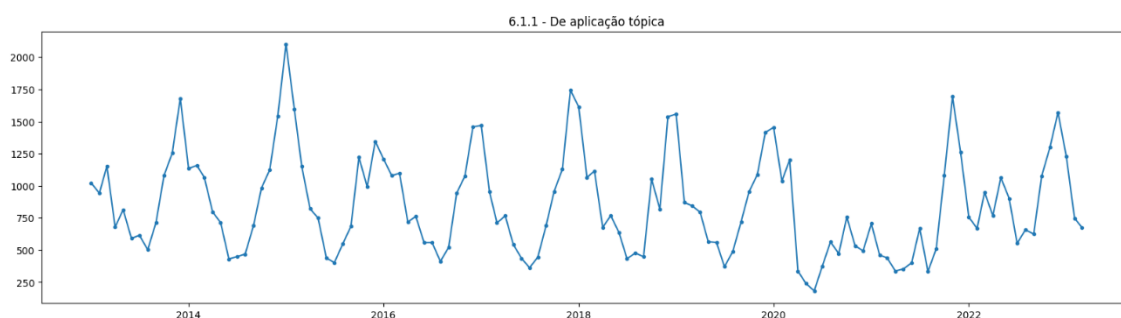
Por outro lado, os descongestionantes apresentam sazonalidade anual, já que se observam flutuações anuais, que, no entanto, desapareceram a partir de março de 2020, quando começa o período de restrições associado à COVID-19. Além disso, observa-se uma sazonalidade menos evidente, porém com picos notáveis que ocorrem a cada final de ano.

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

Os corticosteróides exibem variações sem um padrão sazonal claro, mantendo uma tendência decrescente. Os outros anti-inflamatórios, descongestionantes e antialérgicos não demonstram uma sazonalidade e tendência significativa.

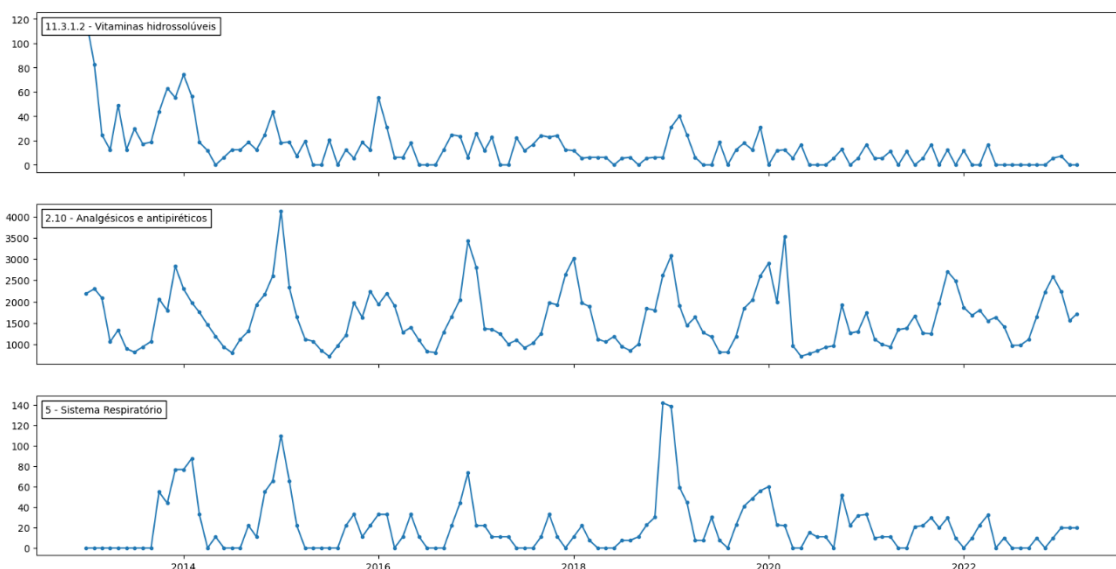
Finalmente, as associações de medicamentos descongestionantes revelam a inexistência de dados durante muitos meses. Estes medicamentos apresentam uma procura baixa e intermitente, sem padrão evidente de regularidade, pelo que se torna difícil descrever características concretas desta série.

A Figura 3.12 contém as vendas mensais agregadas dos medicamentos na única classificação do subsistema da Dor de Garganta e Rouquidão. A sua análise revela flutuações significativas nas vendas ao longo dos anos, com picos notáveis em torno do fim de cada ano. É evidente a sazonalidade, caracterizada por padrões claros de aumento e diminuição de vendas que se repetem em intervalos regulares, sugerindo um ciclo sazonal potencialmente influenciado pelas habituais mudanças sazonais de temperatura. Porém, no início de março de 2020 até final de 2021, é possível observar uma mudança na sazonalidade, devido sobretudo à pandemia COVID-19, que fez com que os consumidores não procurassem tanto os medicamentos relacionados à dor de garganta e rouquidão.



**Figura 3.12** - Cronograma da classificação farmacoterapêutica do subsistema da Dor de Garganta e Rouquidão

Na Figura 3.13, as vendas mensais agregadas dos produtos das três categorias das Gripes e Constipações, revelam diferentes padrões de sazonalidade e tendência.

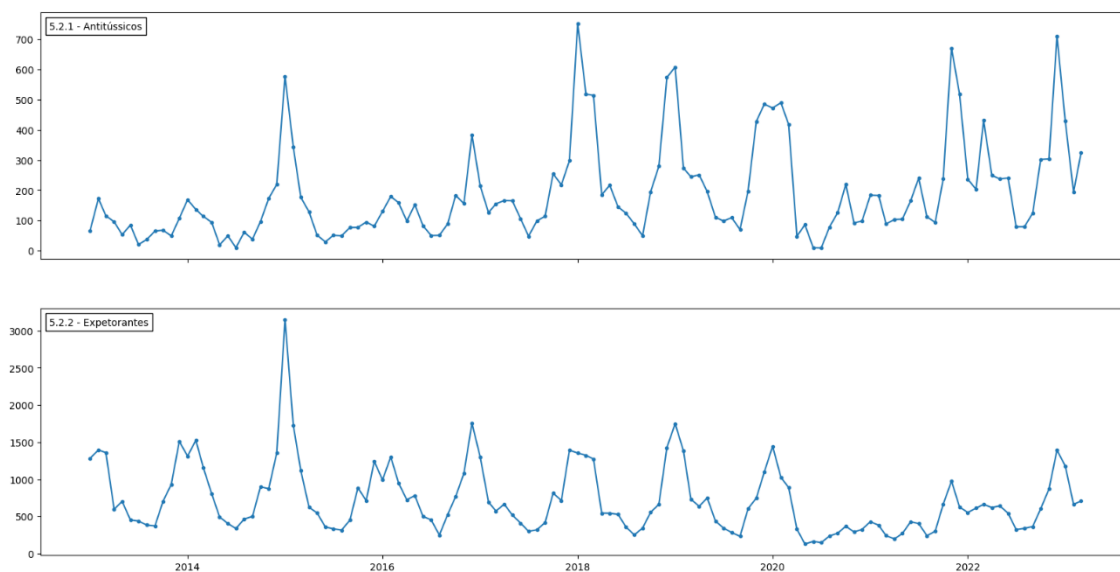
*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

**Figura 3.13** - Cronograma das classificações farmacoterapêuticas do subsistema das Gripe e Constipações

Examinando os cronogramas da Figura 3.13, de cima para baixo, é possível observar que, enquanto as vitaminas hidrossolúveis demonstram uma tendência de ligeira diminuição ao longo do tempo sem qualquer indício de sazonalidade, os analgésicos e antipiréticos exibem uma clara sazonalidade anual com picos regulares, durante os meses de inverno, e uma tendência geral estável com algumas irregularidades. Porém, em março de 2020, houve um pico de vendas considerável seguido por uma queda acentuada, indicativa do impacto da pandemia da COVID-19. A procura inicial intensa por analgésicos e antipiréticos no início de 2020 foi seguida por uma redução notável devido ao isolamento e à reposição de *stocks*.

Da mesma forma, os produtos para o sistema respiratório não apresentam tendência, mas apresentam indícios de sazonalidade nos finais de cada ano, que, no entanto, não ocorrem todos os anos, devido à falta de vendas dos produtos.

Por fim, são apresentadas as vendas das classificações farmacoterapêuticas da Tosse na Figura 3.14.

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

**Figura 3.14** - Cronograma das classificações farmacoterapêuticas do subsistema da Tosse

As análises das séries temporais das vendas de antitússicos e expetorantes revelam uma tendência geral de estabilidade, com ligeiras flutuações ao longo dos anos e uma sazonalidade marcante, caracterizada por picos regulares nas vendas a cada final de ano, sugerindo um padrão relacionado à tosse.

### 3.3.6 Decomposição STL

Para uma melhor compreensão das séries temporais agregadas, foi efetuada para cada uma a sua decomposição STL, que separa, de acordo com o modelo aditivo, a séries nas suas três componentes, concretamente tendência, sazonal e irregular. Este método de decomposição é adequado para estas séries, por dois motivos principais:

- O padrão de sazonalidade destas séries, quando existe, sofre alteração, principalmente a partir de março de 2020, e este método permite que o padrão sazonal evolua;
- O modelo aditivo que o suporta é também adequado, já que, a existir, a tendência é ligeira, não permitindo observar sazonalidade multiplicativa, que levaria antes à escolha do modelo multiplicativo.

---

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

---

O modelo multiplicativo não foi testado, devido, também, à existência de muitos medicamentos com as vendas a zero em alguns meses.

As decomposições foram todas efetuadas recorrendo à biblioteca *statsmodels*, sendo, em seguida, apresentada a decomposição para a série agregada com maior volume de vendas, que é a série dos analgésicos e antipiréticos, com as restantes decomposições a figurar no Apêndice 1. A decomposição foi ainda aproveitada para medir a força da tendência e da sazonalidade e para fazer a determinação dos *outliers* da série a partir da componente irregular.

Na Figura 3.15, são, então, exibidas as componentes da decomposição STL da série dos analgésicos e antipiréticos. Começando pela tendência, esta revela uma tendência geralmente estável, com a exceção de dois períodos: o ano de 2015 e o ano de 2020.

Durante o inverno de 2015, houve uma tendência crescente de síndrome gripal, o que levou a uma venda significativa de analgésicos e antipiréticos.

Em março de 2020, houve um pico de vendas considerável seguido por uma queda acentuada, indicativa do impacto da pandemia de COVID-19. A procura inicial intensa por analgésicos e antipiréticos no início de 2020 foi seguida por uma redução notável devido ao isolamento e à necessidade de reposição de *stocks*.

Nesta decomposição, a sazonalidade é outro aspeto distintivo, com vendas mais elevadas geralmente no final de cada ano, impulsionadas pelas gripes e constipações durante as estações mais frias. Novamente, notamos, principalmente, que desde março de 2020, a sazonalidade foi diminuindo ligeiramente, devido sobretudo, às restrições provocadas pela pandemia.

Quanto à componente irregular, também dita residual, não parece reter vestígios das outras componentes e a dispersão mantém-se relativamente constante, embora apresente alguns *outliers*.

## Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso

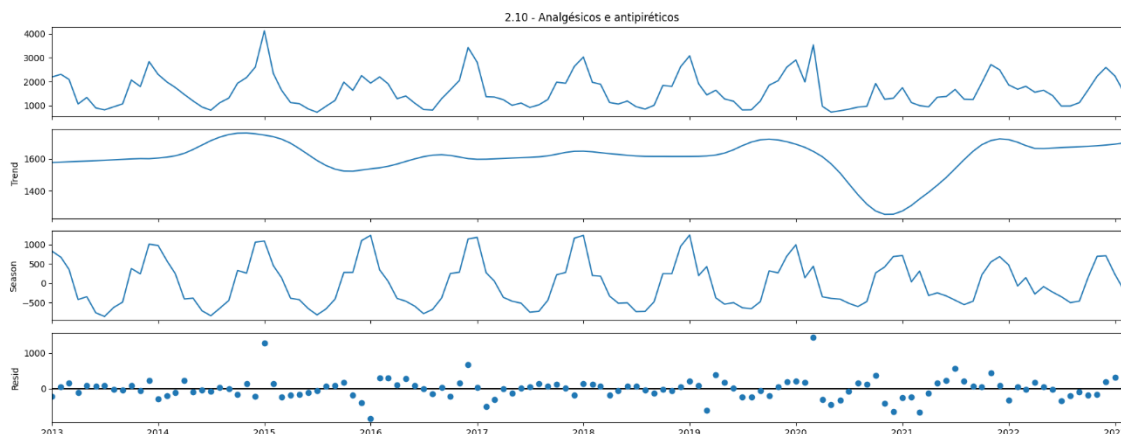


Figura 3.15 - Decomposição STL dos analgésicos e antipiréticos

Como foi referido, a decomposição da série permite ainda extrair a força da tendência e a força da sazonalidade, medidas de 0 a 1, de acordo com as fórmulas de Hyndman e Athanasopoulos (2021):

$$F_T = \max \left\{ 0; 1 - \frac{\text{Var}(R_t)}{\text{Var}(T_t + R_t)} \right\} \quad (3.1)$$

$$F_S = \max \left\{ 0; 1 - \frac{\text{Var}(R_t)}{\text{Var}(S_t + R_t)} \right\} \quad (3.2)$$

A equação (3.1) representa a força da tendência, uma medida entre 0 e 1. Como a variância da componente irregular poderá vir a ser ainda maior que a variância dos dados ajustados sazonalmente, definimos o valor mínimo possível de  $F_T$  igual a zero. Já de acordo com a equação (3.2), é apresentada a força da sazonalidade, de uma forma semelhante.

Uma série com uma força de sazonalidade (ou, tendência) próxima de 0 exibe quase nenhuma sazonalidade (ou, tendência), enquanto uma série com uma sazonalidade (ou, tendência) forte irá apresentar um valor de  $F_S$  (ou,  $F_T$ ) próximo de 1.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 3.1, é possível confirmar que a força da sazonalidade supera largamente a força da tendência, com 80% contra 21%, respetivamente.

## Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso

Tabela 3.1 - Força da tendência e da sazonalidade da série dos analgésicos e antipiréticos das Gripes e Constipações

| Subsistemas do Sistema Respiratório | Séries                             | Força da tendência | Força da sazonalidade |
|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Gripes e Constipações               | 2.10 - Analgésicos e antipiréticos | 0,21               | 0,80                  |

A determinação dos *outliers* da série foi feita a partir da sua componente irregular por aplicação do método de Tukey, considerando o fator 1,5 na amplitude interquartil para definir as barreiras inferiores e superiores. A Tabela 3.2 lista os seis *outliers* identificados na componente residual e respetivas datas.

Tabela 3.2 - *Outliers* da série dos analgésicos e antipiréticos das Gripes e Constipações

| Subsistemas do Sistema Respiratório | Séries                             | Datas de outliers | Parte residual |
|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------|----------------|
| Gripes e Constipações               | 2.10 - Analgésicos e antipiréticos | 01-01-2015        | 1277,78        |
|                                     |                                    | 01-01-2016        | -842,02        |
|                                     |                                    | 01-12-2016        | 674,46         |
|                                     |                                    | 01-03-2019        | -611,73        |
|                                     |                                    | 01-03-2020        | 1446,78        |
|                                     |                                    | 01-12-2020        | -646,08        |

Para evitar alguma repetição, as decomposições das restantes séries agrupadas são, como já foi referida, todas exibidas no Apêndice 1.

De forma a apresentar uma visão geral de todas as séries, em seguida, sistematizam-se os resultados relativos à força da tendência e da sazonalidade. De acordo com a Tabela 3.3, é possível observar que, no geral, a força da tendência não se destaca tanto quando a força da sazonalidade. A maior força da tendência é de 68% para a série das vitaminas hidrossolúveis, do subsistema das Gripes e Constipações, seguida pela série anti-histamínicos H1 sedativos e não sedativos, dos Anti-Histamínicos, com 53%.

Já para a força da sazonalidade, os resultados mostram que estas séries têm mais um padrão sazonal do que de tendência. Os maiores resultados para a força da sazonalidade foram para a série de aplicação tópica, a única classificação farmacoterapêutica do

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

subsistema da Dor de Garganta e Rouquidão com 84%, seguida da série dos analgésicos e antipiréticos, estudada anteriormente, com 80% e para a série dos descongestionantes, do subsistema dos Anti-Histamínicos, com 79%.

Globalmente, para quase todas as séries estudadas, a força da sazonalidade das vendas dos medicamentos relacionadas ao sistema respiratório é mais forte do que as tendências de longo prazo devido às oscilações previsíveis sazonais e ao comportamento sazonal dos consumidores.

**Tabela 3.3** - Força da tendência e da sazonalidade no Sistema Respiratório

| Subsistemas do Sistema Respiratório | Séries                                                                 | Força da tendência | Força da sazonalidade |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|
| <b>Anti-Histamínicos</b>            | 10.1 - Anti-histamínicos H1 sedativos e não sedativos                  | 0,53               | 0,55                  |
|                                     | 12.2.5 - Sódio                                                         | 0,25               | 0,39                  |
|                                     | 14.1.1 - Descongestionantes                                            | 0,48               | 0,79                  |
|                                     | 14.1.2 - Corticosteróides                                              | 0,53               | 0,52                  |
|                                     | 15.2.3 - Outros anti-inflamatórios, descongestionantes e antialérgicos | 0,21               | 0,48                  |
|                                     | 5.2.3 - Associações e medicamentos descongestionantes                  | 0,21               | 0,36                  |
| <b>Dor de Garganta e Rouquidão</b>  | 6.1.1 – De aplicação tópica                                            | 0,48               | 0,84                  |
| <b>Gripes e Constipações</b>        | 11.3.1.2 - Vitaminas hidrossolúveis                                    | 0,68               | 0,68                  |
|                                     | 2.10 - Analgésicos e antipiréticos                                     | 0,21               | 0,80                  |
|                                     | 5 - Sistema Respiratório                                               | 0,38               | 0,60                  |
| <b>Tosse</b>                        | 5.2.1 - Antitússicos                                                   | 0,51               | 0,66                  |
|                                     | 5.2.2 - Expetorantes                                                   | 0,46               | 0,77                  |

No Apêndice 2, são destacados detalhadamente os *outliers* que durante os períodos de gripe são comuns em todas as séries. No entanto, e em forma de resumo, a Tabela 3.4 demonstra o número de *outliers* de vendas que cada classificação farmacoterapêutica

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

obteve ao longo dos anos. No geral, é possível ver que a pandemia da COVID-19 impactou significativamente cada uma das séries apresentadas no contexto do Sistema Respiratório.

**Tabela 3.4** - Número de *outliers* de cada classificação farmacoterapêutica

| Subsistemas do Sistema Respiratório | Séries                                                                 | Datas de outliers                                                                                          | Nº de outliers |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>Anti-Histamínicos</b>            | 10.1 - Anti-histamínicos H1 sedativos e não sedativos                  | 01-2020; 05-2021                                                                                           | 2              |
|                                     | 12.2.5 - Sódio                                                         | 12-2015; 06-2021; 07-2021                                                                                  | 3              |
|                                     | 14.1.1 - Descongestionantes                                            | 12-2018; 03-2020; 12-2020; 11-2021                                                                         | 4              |
|                                     | 14.1.2 - Corticosteróides                                              | 10-2016; 08-2020                                                                                           | 2              |
|                                     | 15.2.3 - Outros anti-inflamatórios, descongestionantes e antialérgicos | 07-2021; 09-2021; 12-2021                                                                                  | 3              |
|                                     | 5.2.3 - Associações e medicamentos descongestionantes                  | 02-2015; 10-2015; 05-2017; 02-2020; 03-2020; 10-2020; 11-2020; 12-2020; 02-2021                            | 10             |
| <b>Dor de Garganta e Rouquidão</b>  | 6.1.1 – De aplicação tópica                                            | 01-2015; 02-2015; 12-2020; 11-2021                                                                         | 4              |
| <b>Gripes e Constipações</b>        | 11.3.1.2 - Vitaminas hidrossolúveis                                    | 01-2015; 01-2016; 02-2019                                                                                  | 3              |
|                                     | 2.10 - Analgésicos e antipiréticos                                     | 01-2015; 01-2016; 12-2016; 03-2019; 03-2020; 12-2020; 03-2021                                              | 7              |
|                                     | 5 - Sistema Respiratório                                               | 01-2015; 12-2017; 12-2018                                                                                  | 3              |
| <b>Tosse</b>                        | 5.2.1 - Antitússicos                                                   | 01-2015; 01-2016; 01-2017; 01-2018; 02-2018; 03-2018; 12-2018; 02-2020; 11-2020; 12-2020; 07-2021; 11-2021 | 12             |
|                                     | 5.2.2 - Expectorantes                                                  | 01-2015; 01-2016; 02-2017                                                                                  | 3              |

### 3.3.7 Estacionariedade e normalidade

Uma série temporal estacionária mantém suas propriedades estatísticas, como a média e a variância, consistentes ao longo do tempo, enquanto uma série não estacionária exhibe alterações nessas propriedades.

Para estudar a estacionariedade, o teste KPSS define as seguintes hipóteses:

- Hipótese nula ( $H_0$ ): A série é estacionária.
- Hipótese alternativa ( $H_1$ ): A série não é estacionária.

Através da Tabela 3.5, dado que o valor-p é maior que o nível de significância 5%, não temos evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula. Portanto, a conclusão é que a série dos analgésicos e antipiréticos do subsistema das Gripes e Constipações é estacionária. Isso implica que a série não possui tendência ou padrões sistemáticos que mudam ao longo do tempo.

**Tabela 3.5** - Estatística KPSS para a série dos analgésicos e antipiréticos das Gripes e Constipações

| Subsistemas do Sistema Respiratório | Séries                             | Estatística KPSS | valor-p | Hipótese          | Conclusão    |
|-------------------------------------|------------------------------------|------------------|---------|-------------------|--------------|
| Gripes e Constipações               | 2.10 - Analgésicos e antipiréticos | 0,02             | 0,10    | Não rejeita $H_0$ | Estacionária |

No que diz respeito à normalidade dos dados, esta pode ser avaliada pelo teste de Jarque-Bera, que se baseia nas medidas de assimetria e de curtose da distribuição.

O teste Jarque-Bera define as seguintes hipóteses:

- Hipótese nula ( $H_0$ ): A amostra segue uma distribuição normal.
- Hipótese alternativa ( $H_1$ ): A amostra não segue uma distribuição normal.

A assimetria mede a falta de simetria numa distribuição de dados. Se a assimetria é zero, a distribuição é simétrica. Valores positivos indicam uma cauda mais longa à direita, enquanto valores negativos indicam uma cauda mais longa à esquerda.

A curtose mede o “achatamento” de uma distribuição em comparação com uma distribuição normal. Uma curtose de 3 indica que a distribuição tem o mesmo

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

achatamento que a distribuição normal padrão. Valores maiores que 3 indicam uma distribuição mais “pontilgada” do que a distribuição normal, enquanto valores menores que 3 indicam uma distribuição mais “achatada”.

As análises estatísticas dos dados relacionados aos subsistemas do Sistema Respiratório, na Tabela 3.6 revelaram que as distribuições da série dos analgésicos e antipiréticos, não são normais, conforme evidenciado pelos resultados do teste de Jarque-Bera, indicando assimetria positiva, com uma distribuição onde a cauda mais longa à direita e curtose abaixo de 3, representativas de uma distribuição achatada, ambas não consistentes com uma distribuição normal, tal como indica o valor-p menor que o nível de significância de 5%.

**Tabela 3.6** - Estatística Jarque-Bera da série dos analgésicos e antipiréticos das Gripes e Constipações

| Subsistemas do Sistema Respiratório | Séries                             | Assimetria | Curtose | Estatística Jarque-Bera | valor-p | Hipótese   | Conclusão  |
|-------------------------------------|------------------------------------|------------|---------|-------------------------|---------|------------|------------|
| Gripes e Constipações               | 2.10 - Analgésicos e antipiréticos | 1          | 0,93    | 25,31                   | 0       | Rejeita H0 | Não normal |

Em suma, e de acordo com as análises, que podem ser consultadas para as restantes séries através do Apêndice 3 e do Apêndice 4, importa referir que séries com volumes de vendas mais elevados e que apresentam uma sazonalidade mais definida são estacionárias e, que, todas as séries não seguem uma distribuição normal, exceto a série dos corticosteróides, da categoria dos Anti-Histamínicos.

## 4 MODELAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo é utilizado um segundo *notebook* que contém a importação dos dados intermédios constituídos pelo primeiro *notebook*.

É realizada a escolha dos modelos a serem desenvolvidos e a validação cruzada, de forma a analisar os dados num cenário de origem deslizante (*rolling origin*), com o auxílio da biblioteca “statsforecast” da Nixtla. Procedemos, seguidamente, para a obtenção do melhor modelo de cada série do Sistema Respiratório, com a previsão para o mês seguinte, de acordo com os melhores resultados das medidas de exatidão. Por fim, é feita uma avaliação com a discussão dos resultados obtidos para a previsão.

### 4.1 Modelos de previsão

Os modelos a serem aplicados, de acordo com a revisão da literatura referida anteriormente para o retalho farmacêutico, vão ser essencialmente os modelos automáticos para ETS e ARIMA. Os modelos AutoETS têm um processo de seleção automático com base no AICc, enquanto os modelos AutoARIMA iniciam o algoritmo pelo KPSS de forma a encontrar (ou não) a sua diferenciação, sendo, também, um algoritmo cuja seleção é baseada no AICc.

De forma a testar o próprio algoritmo, fomos também adicionar os modelos AutoARIMA com diferenciação 0 e 1. Quando um modelo ARIMA é definido com uma diferenciação de 0, significa que não é aplicada nenhuma diferenciação aos dados originais antes de ajustar o modelo. Deste modo a série temporal não é diferenciada antes de ser modelada pelo ARIMA. Isto implica que a série já é estacionária ou que não precisa de diferenciação para se tornar estacionária. Porém, se conter uma diferenciação de 1, isto significa que a série não é estacionária e precisa de ser diferenciada para se tornar estacionária.

Além destes modelos, são também aplicados os modelos de previsão simples, o Naive e o Seasonal Naive, de forma a obter um termo de comparação. O modelo Naive assume que o próximo valor da série temporal será igual ao valor atual. Por outras palavras, ele simplesmente usa o último valor observado como a previsão para o próximo período. O modelo Seasonal Naive é uma extensão do modelo Naive, que tem em consideração o

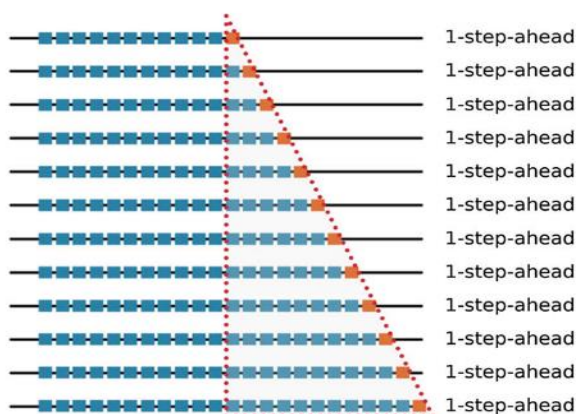
padrão sazonal dos dados. O Seasonal Naive faz previsões com base no valor observado no mesmo ponto no ciclo sazonal anterior.

Ao comparar o desempenho do modelo com o Naive ou o Seasonal Naive, podemos determinar se os esforços adicionais da modelação realmente resultam em previsões mais precisas, especialmente para os horizontes de previsão curta.

## 4.2 Validação cruzada

A validação cruzada em séries temporais (tsCV), é uma técnica especialmente adaptada para avaliar o desempenho de modelos de previsão com dados temporais – já que, tem em consideração a ordem temporal dos dados durante o processo de validação.

De acordo com Hewamalage *et al.* (2023), tsCV corresponde à avaliação da capacidade preditiva no cenário de origem deslizante (*rolling origin*) onde o horizonte da previsão é fixo, mas a origem da previsão muda ao longo da série temporal, o que cria efetivamente vários períodos de teste para avaliação. A cada nova origem de previsão, novos dados ficam disponíveis para o modelo, que podem ser utilizados para reajustar o modelo, como demonstra a Figura 4.1.



**Figura 4.1** – Cenário de origem deslizante (*rolling origin*) de validação cruzada de séries temporais (tsCV). Fonte: Retirado de Hewamalage *et al.* (2023), página 793.

A biblioteca *statsforecast* da Nixtla possui uma implementação de validação cruzada de séries temporais que é rápida e fácil de usar. A operação foi distribuída pelos modelos Naive, Seasonal Naive, AutoETS, AutoARIMA e AutoARIMA diferenciados a 0 e a 1.

A validação cruzada foi aplicada para um horizonte igual a 1, isto é, de previsão de um mês, com um *step size* de 1, que determina o tamanho do intervalo pelo qual a janela de treino é deslocada. Foram selecionadas 24 janelas para a validação cruzada, correspondendo a um período de 24 meses. O modelo Seasonal Naive foi usado como referência (*fallback*) caso outras abordagens não fossem viáveis.

Ao realizar validação cruzada para o para o mês seguinte, estamos a treinar os modelos em subconjuntos dos dados históricos e a testá-lo em pontos de dados futuros consecutivos. Cada ponto de dados nos conjuntos de teste é previsto usando apenas os dados anteriores a esse ponto nos conjuntos de treino.

#### 4.2.1 Medidas de Exatidão

Ao aplicar a validação cruzada, é essencial quantificar a exatidão das previsões geradas pelos modelos em cada iteração do processo. A exatidão das previsões oferece *insights* sobre a capacidade de capturar padrões relevantes nos dados de treino.

De acordo com os resultados obtidos na Tabela 4.1, para a categoria das Gripes e Constipações, a série dos analgésicos e antipiréticos, os modelos ARIMA demonstraram o melhor desempenho, conseguindo verificar-se que, neste caso, o AutoARIMA é igual ao AutoARIMA\_D0 (o que significa que, o teste KPSS, indicou estacionariedade nas 24 janelas temporais de treino).

Com um RMSE de 404,43, pode dizer-se que, o tamanho típico dos erros de previsão das vendas para os analgésicos e antipiréticos é 404,43€.

Relativamente ao MAE, pode afirmar-se que o tamanho médio do erro de previsão é de 302,49€.

Por fim, o MAPE de 17,58, significa que, os valores previstos pelo modelo AutoARIMA têm um erro médio de aproximadamente 17,58% em relação ao respetivo valor observado nas vendas dos analgésicos e antipiréticos.

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

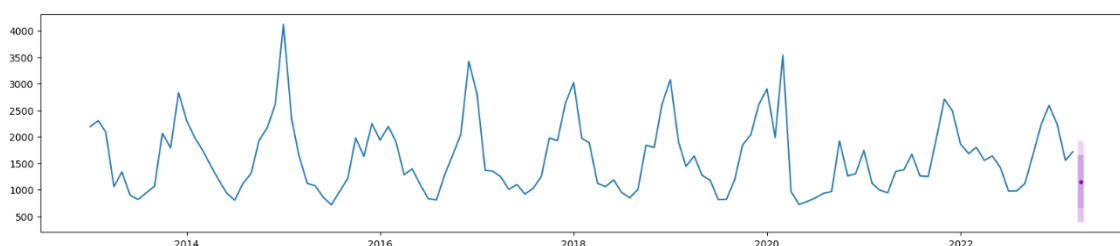
**Tabela 4.1** - Medidas de exatidão para a série dos analgésicos e antipiréticos das Gripes e Constipações

| Subsistemas do Sistema Respiratório | Séries                             | Modelos       | RMSE   | MAE    | MAPE  |
|-------------------------------------|------------------------------------|---------------|--------|--------|-------|
| <b>Gripes e Constipações</b>        | 2.10 - Analgésicos e antipiréticos | SeasonalNaive | 564.78 | 432.05 | 26.00 |
|                                     |                                    | AutoETS       | 410.79 | 317.40 | 18.84 |
|                                     |                                    | AutoARIMA     | 404.43 | 302.49 | 17.58 |
|                                     |                                    | AutoARIMA_D0  | 404.43 | 302.49 | 17.58 |
|                                     |                                    | AutoARIMA_D1  | 454.44 | 360.57 | 21.01 |

Todas as séries referentes a cada categoria do Sistema Respiratório foram testadas e estão disponíveis para consulta no Apêndice 5. No entanto, importa referir quanto menor for o volume das vendas (ou medicamentos sem vendas durante muitos meses), tal como demonstra o caso da série das associações e medicamentos descongestionantes, referente à categoria dos Anti-Histamínicos, há inexistência de erros aplicados e, portanto, não há qualquer aplicação de um modelo ótimo.

#### 4.2.2 Previsão das vendas para o mês seguinte

Conforme o modelo ótimo obtido por validação cruzada, especificamente o modelo AutoARIMA, agora podemos visualizar a previsão para o próximo mês, como apresentado na Figura 4.2.



**Figura 4.2** - Previsão de vendas para o mês seguinte para a série dos analgésicos e antipiréticos das Gripes e Constipações

Observando o histórico de vendas de analgésicos e antipiréticos, para abril de 2023, prevemos que as vendas serão inferiores em comparação com março de 2023. No entanto, é destacada que essa previsão se mantém consistentemente em linha com os padrões

históricos para o mês de abril ao longo dos anos. Portanto sugere que o modelo está a capturar efetivamente os padrões sazonais e a fornecer uma previsão confiável para esse período.

Todas as séries foram analisadas com a previsão para o mês seguinte e estão incluídas no Apêndice 6. Similarmente aos resultados obtidos para a série dos analgésicos e antipiréticos, demonstrado na Figura 4.2, os mesmos padrões foram observados em todas as séries do Sistema Respiratório, como base nas medidas de exatidão que guiaram a seleção do modelo ótimo.

### 4.3 Discussão dos resultados

A Tabela 4.2 apresenta, de uma forma abrangente, os resultados obtidos relativamente às séries e/ou classificações farmacoterapêuticas de cada subsistema do Sistema Respiratório. Esses resultados englobam informações sobre a série em si, a robustez da tendência, a intensidade da sazonalidade, a estacionariedade dos dados, a normalidade da distribuição e o modelo selecionado através de técnicas de modelação em validação cruzada.

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso***Tabela 4.2-** Tabela de resumo das séries do Sistema Respiratório

| Subsistemas do Sistema Respiratório | Séries                                                                 | Força da tendência | Força da sazonalidade | Estacionariedade | Normalidade | Modelo                          |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|------------------|-------------|---------------------------------|
| <b>Anti-Histamínicos</b>            | 10.1 - Anti-histamínicos H1 sedativos e não sedativos                  | 0,53               | 0,55                  | Não estacionária | Não normal  | AutoETS                         |
|                                     | 12.2.5 - Sódio                                                         | 0,25               | 0,39                  | Estacionária     | Não normal  | AutoETS                         |
|                                     | 14.1.1 - Descongestionantes                                            | 0,48               | 0,79                  | Estacionária     | Não normal  | AutoARIMA_D0                    |
|                                     | 14.1.2 - Corticosteróides                                              | 0,53               | 0,52                  | Estacionária     | Normal      | AutoARIMA;<br>AutoARIMA_D1      |
|                                     | 15.2.3 - Outros anti-inflamatórios, descongestionantes e antialérgicos | 0,21               | 0,48                  | Não estacionária | Não normal  | AutoETS                         |
|                                     | 5.2.3 - Associações e medicamentos descongestionantes                  | 0,21               | 0,36                  | Estacionária     | Não normal  | Nenhum<br>(Dados insuficientes) |
| <b>Dor de Garganta e Rouquidão</b>  | 6.1.1 – De aplicação tópica                                            | 0,48               | 0,84                  | Estacionária     | Não normal  | AutoARIMA_D0                    |
| <b>Gripes e Constipações</b>        | 11.3.1.2 - Vitaminas hidrossolúveis                                    | 0,68               | 0,68                  | Não estacionária | Não normal  | AutoARIMA;<br>AutoARIMA_D1      |
|                                     | 2.10 - Analgésicos e antipiréticos                                     | 0,21               | 0,80                  | Estacionária     | Não normal  | AutoARIMA;<br>AutoARIMA_D0      |
|                                     | 5 - Sistema Respiratório                                               | 0,38               | 0,60                  | Estacionária     | Não normal  | AutoARIMA_D1                    |
| <b>Tosse</b>                        | 5.2.1 - Antitússicos                                                   | 0,51               | 0,66                  | Não estacionária | Não normal  | AutoARIMA_D1                    |
|                                     | 5.2.2 - Expetorantes                                                   | 0,46               | 0,77                  | Estacionária     | Não normal  | AutoARIMA;<br>AutoARIMA_D0      |

De acordo com a análise exploratória, os cronogramas das categorias do Sistema Respiratória e a sua respetiva decomposição exibem que a época da pandemia de COVID-19 foi a maior causadora de instabilidade quer na tendência como na sazonalidade, para praticamente todas as séries estudadas. Inicialmente houve uma enorme procura de medicamentos que ajudassem a aliviar os sintomas, o que originou um crescimento de

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

---

vendas principalmente de analgésicos e antipiréticos. No entanto, com as restrições aplicadas ao isolamento e limitações no acesso a medicamentos, houve uma diminuição exponencial de vendas, o que provocou irregularidades nas séries.

Com o intuito de identificar o modelo mais apropriado para a previsão das vendas do mês seguinte, procedemos à avaliação da força da tendência, com vista a determinar a adequação dos dados a uma linha de tendência. De todas as séries em estudo, nenhuma demonstrou uma força de tendência significativa, só a série das vitaminas hidrossolúveis o demonstrou, com 68% de força de tendências, mas que, no entanto, apresenta a mesma força para a sazonalidade.

Além disso, realizou-se uma análise da força da sazonalidade para verificar a repetição de padrões sazonais nos dados. No geral, quase todas as séries estudadas contêm uma força da sazonalidade maior que a força da tendência, o que evidencia que o Sistema Respiratório, por norma, segue um padrão sazonal anual, com um aumento acentuado nas vendas nos tempos mais frios, especialmente durante a estação do inverno. Isso é notável principalmente na venda de medicamentos relativos à categoria de aplicação tópica, da Dor de Garganta e Rouquidão, bem como na venda de analgésicos e antipiréticos, das Gripes e Constipações, que apresentam uma força de sazonalidade de 84% e 80%, respetivamente.

A estacionariedade foi também objeto de avaliação, dado que é um aspeto importante na análise de séries temporais. Quando os dados são estacionários, torna-se mais fácil identificar padrões, fazer previsões e desenvolver modelos estatísticos, o que elimina a necessidade de aplicar transformações para torná-los estacionários. Este é o caso das séries dos descongestionantes de aplicação tópica, dos analgésicos e antipiréticos, e dos expetorantes.

No entanto, se os dados não forem estacionários, podem apresentar tendências de longo prazo, variações sazonais ou outras formas de comportamento não estacionário. Nesses casos, é comum aplicar transformações nos dados, como a diferenciação, para torná-los estacionários. Isto ajuda a remover os efeitos indesejados, como no caso dos anti-histamínicos H1 sedativos e não sedativos e dos antitússicos, tornando-os mais fáceis para a extração de informações úteis dos dados.

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

---

Por último, a normalidade dos dados foi verificada para garantir que estes seguem uma distribuição normal. Nenhuma das séries segue esta distribuição, exceto a série dos corticosteróides, constituída por apenas 2 medicamentos cujas vendas variam entre 100 a 300 euros e, portanto, não é assim tão significativa quanto outras séries cujo volume de vendas é maior.

A escolha do modelo adequado dependeu dos resultados obtidos nas fases anteriores, através de validação cruzada e as respetivas medidas de exatidão, assegurando uma modelação eficaz e precisa das séries temporais relacionadas com o Sistema Respiratório.

É fácil perceber que as séries estacionárias seguem um modelo da família ARIMA, pois quando os dados são estacionários, é mais fácil identificar os parâmetros do modelo ARIMA e estimar as previsões futuras com precisão. No entanto, para as séries não estacionárias, é exigida uma diferenciação, como é o caso dos antitússicos, ou é necessária a escolha de outro modelo, como o ETS, como no caso dos anti-histamínicos H1 sedativos e não sedativos.

Além disso, de acordo com as medidas de exatidão apresentadas e, como referido anteriormente na última secção, é importante salientar que à medida que o volume de vendas destes medicamentos aumenta mais fácil será obter informações sobre a série. Por conseguinte, em casos de baixo volume de vendas ou até mesmo vendas inexistentes, em vários meses ao longo dos anos, como é evidente na série temporal das associações e medicamentos descongestionantes da categoria dos Anti-Histamínicos, não ocorrem erros aplicados, o que significa que não é possível determinar um modelo ótimo.

Em suma, a análise das séries temporais das quatro categorias do Sistema Respiratório evidencia o impacto considerável da pandemia de COVID-19 na estabilidade dos dados. Contudo, com base nos registos históricos da farmácia, destaca-se a importância de uma seleção ainda mais precisa de modelos para a previsão de vendas, sobretudo em cenários com variações sazonais e volumes de vendas variáveis.

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo visa explorar quais os melhores métodos para prever as vendas mensais para o mês seguinte, concretamente o mês abril de 2023, no contexto do Sistema Respiratório, usando apenas dados históricos de janeiro de 2013 a março de 2023.

Durante toda a década, as vendas da farmácia, neste contexto, passaram por diversas adversidades, não só pelo facto de serem séries altamente sazonais, associados a doenças respiratórias, que acontecem mais frequentemente nas estações mais frias, mas também devido a eventos imprevisíveis, como o caso da pandemia de COVID-19, o que influencia significativamente os padrões de consumo dos clientes.

Não obstante, com base nos resultados obtidos na análise das séries temporais relacionadas com o Sistema Respiratório, no retalho farmacêutico, pode concluir-se que a aplicação de métodos de previsão é relevante para uma gestão eficaz do inventário e do relacionamento entre procura e oferta de medicamentos, tendo por base as vendas históricas dos medicamentos da farmácia comunitária.

Para responder à primeira questão de investigação específica (QI1), que métodos de previsão quantitativos devem ser testados e quais apresentam melhores resultados, globalmente, optou-se por aplicar os métodos estatísticos ARIMA e ETS, porque são métodos confiáveis com grande tradição já no retalho farmacêutico. O desenvolvimento recente de algoritmos para ajustamento destes métodos de forma automática é também um argumento a favor desta opção, neste contexto do retalho farmacêutico. A estacionariedade é fundamental para uma modelação precisa e previsões confiáveis, de forma a permitir lidar com tendências e sazonalidades variáveis. Na análise realizada, os modelos ARIMA demonstram mais eficácia para séries com forte sazonalidade, onde existem padrões sazonais bem definidos.

A segunda questão específica de investigação (QI2) aborda a seleção dos medicamentos ou famílias de medicamentos a serem previstos e os critérios para essa seleção. Como os medicamentos do Sistema Respiratório têm padrões altamente sazonais as vendas vão oscilando ao longo dos anos. Assim, o estudo foca em prever estas vendas. Dada a vasta

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

---

quantidade de medicamentos, faz sentido agrupá-los por classificações farmacoterapêuticas para facilitar a seleção.

Em relação à terceira questão específica de investigação (QI3), que trata da exatidão global das previsões e objetivo destas, a validação cruzada é uma ferramenta essencial, pois permite avaliar a performance dos modelos de previsão e selecionar aquele que melhor se adequa aos dados disponíveis. Os modelos são avaliados por meio de medidas de exatidão como RMSE, MAE e MAPE, com o objetivo de selecionar o modelo mais relevante para previsões ao horizonte 1 (mês seguinte). Este horizonte é relevante pois permite contributos para que a farmácia tenha uma resposta ágil às oscilações na procura por medicamentos. Ao focar nas previsões a curto prazo, a farmácia pode ajustar o seu *stock* e as suas estratégias de *marketing* de forma rápida e eficaz, maximizando as oportunidades de venda e minimizando o risco de excesso ou falta de medicamentos.

A quarta questão (QI4) aborda se os dados internos das farmácias são suficientes para previsões precisas. Atendendo aos resultados, para este tipo de séries, sendo muito sazonais, há muitas informações que só os dados internos não têm. A previsão de alguns casos, neste contexto, já se torna interessante e, portanto, pode ser aproveitada. No entanto, a ideia é aprimorar os resultados e obter percentagens de erro mais baixas do que obtivemos, por exemplo para a série mais analisada neste estudo, os analgésicos e antipiréticos, com um MAE de 17,82%. É preciso ter em conta que casos como crises de saúde pública e a pandemia da COVID-19 não auxiliam neste tipo de análises. Porém, a previsão com os dados internos da farmácia considera que o valor previsto para abril de 2023 está alinhado com os padrões históricos.

A questão geral da investigação (QIG) foca em procurar quais os melhores métodos para prever as vendas mensais de medicamentos para o mês seguinte, no contexto do Sistema Respiratório, usando apenas dados internos da farmácia. Durante esta análise, os métodos estatísticos tradicionais ETS e ARIMA, emergem como escolhas iniciais fundamentadas na literatura. No entanto, reconhecemos a oportunidade de melhorar estes métodos, especialmente considerando a incorporação de dados externos, como dados meteorológicos, informações sobre surtos de doenças respiratórias na região e outras variáveis contextualmente pertinentes. Não obstante, este estudo apresenta um estágio

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

---

inicial no nosso processo de pesquisa e, portanto, ao explorar modelos estatísticos mais simples estamos a estabelecer uma base sólida para futuras análises mais abrangentes. Deste modo, a incorporação de dados externos e outras melhorias potenciais será considerada conforme avançamos no nosso entendimento e refinamos as metodologias da previsão.

No entanto, é essencial reconhecer as várias limitações do processo de previsão, como a influência de variáveis externas imprevisíveis, como a pandemia de COVID-19, a qualidade dos dados disponíveis e a necessidade de monitorização contínua e atualização dos métodos de previsão das vendas neste contexto. Além disso, importa salientar que este estudo ganha maior significância em séries com volumes substanciais de vendas de medicamentos, o que contribui para a obtenção de resultados mais precisos.

Sugere-se como trabalho futuro a abordagem de todas as categorias do sistema informático SIFARMA e estudos detalhados sobre métodos de previsão, não apenas para horizontes de um mês, mas também a longo prazo, além de aprimorar a abordagem dos *outliers* relacionados a epidemias e crises de saúde pública e, também, melhorar a previsão para categorias com menores volumes de vendas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aras, S., Deveci Kocakoç, İ., & Polat, C. (2017). Comparative study on retail sales forecasting between single and combination methods. *Journal of Business Economics and Management*, 18(5), 803–832. <https://doi.org/10.3846/16111699.2017.1367324>
- Banco de Portugal. (2024). *Análise das empresas do setor farmacêutico | BPstat*. Estudo Da Central de Balanços. <https://bpstat.bportugal.pt/conteudos/publicacoes/1339>
- Bandura, E., Cosmedamiana, J., Bueno, M., Jadoski, G. S., Freitas, G., Junior, R., & Bibliográfica, R. (2019). Aplicações do modelo ARIMA para estatística na análise de dados em série temporal. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, Guarapuava-PR, 12(3), 145–150. <https://doi.org/10.5935/PAeT.V12.N3.15>
- Brown, R. G. (1959). *Statistical forecasting for inventory control*. McGraw-Hill.
- Burinskiene, A. (2022). Forecasting Model: The Case of the Pharmaceutical Retail. *Frontiers in Medicine*, 9. <https://doi.org/10.3389/FMED.2022.582186>
- Cabral, C., & Pita, J. R. (2015). *Sinopse da História da Farmácia. Cronologia*.
- Caiado, J. (2022). *Métodos de Previsão em Gestão – Com Aplicações em Excel* (3ª Edição). Edições Sílabo.
- Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C., & Wirth, R. (200 C.E.). *CRISP-DM 1.0 Step-by-step data mining guide*. DaimlerChrysler.
- Da Veiga, C. P., Da Veiga, C. R. P., Puchalski, W., Coelho, L. dos S., & Tortato, U. (2016). Demand forecasting based on natural computing approaches applied to the foodstuff retail segment. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 31, 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2016.03.008>
- De Vries, J. (2011). The shaping of inventory systems in health services: A stakeholder analysis. *International Journal of Production Economics*, 133(1), 60–69. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.10.029>

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

---

- Decreto-Lei Nº 171/2012 Do Ministério Da Saúde, Diário da República n.º 148/2012, Série I de 2012-08-01 4030 (2012).
- Decreto-Lei Nº 97/2015 Procede à criação do Sistema Nacional de Avaliação de Tecnologias de Saúde - Secção I, Diário da República nº 105/2015, Série I de 2015-06-01 (2015).
- Gonçalves, J. (2010). *Gestão de Aprovisionamento - Stocks, Previsão, Compras*. Edições Técnicas, Publindústria.
- Hewamalage, H., Ackermann, K., & Bergmeir, C. (2023). Forecast evaluation for data scientists: common pitfalls and best practices. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 37(2), 788–832. <https://doi.org/10.1007/s10618-022-00894-5>
- Hillmer, S. C., & Wei, W. W. S. (1991). Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods. *Journal of the American Statistical Association*, 86(413), 245. <https://doi.org/10.2307/2289741>
- Holt, C. C. (1957). Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted moving averages. *International Journal of Forecasting*, 20(1), 5–10. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2003.09.015>
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: principles and practice* (3rd Editio). OTexts. <https://otexts.com/fpp3/>
- Hyndman, R. J., & Khandakar, Y. (2008). Automatic Time Series Forecasting: The forecast Package for R. *Journal of Statistical Software*, 27(3), 22. <http://www.jstatsoft.org/v27/i03/paper>
- Hyndman, R. J., & Koehler, A. B. (2006). Another look at measures of forecast accuracy. *International Journal of Forecasting*, 22(4), 679–688. <https://doi.org/10.1016/J.IJFORECAST.2006.03.001>
- Hyndman, R. J., Koehler, A. B., Keith Ord, J., & Snyder, R. D. (2008). *Forecasting with Exponential Smoothing*. Springer.

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

---

- INFARMED. (2023a). *Farmacovigilância* - INFARMED, I.P.  
<https://www.infarmed.pt/web/infarmed/entidades/medicamentos-uso-humano/farmacovigilancia>
- INFARMED. (2023b). *Regulamentação de preços* - INFARMED, I.P.  
<https://www.infarmed.pt/web/infarmed/entidades/medicamentos-uso-humano/avaliacao-tecnologias-saude/regulamentacao-de-precos>
- INFARMED. (2023c). *Sobre o Infarmed* - INFARMED, I.P.  
<https://www.infarmed.pt/web/infarmed/perguntas-frequentes-area-transversal/sobre-o-infarmed>
- Kahkonen, A.-K. (2014). Conducting a Case Study in Supply Management. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 31–41.  
<https://doi.org/10.31387/OSCM090054>
- Kolade, O. J. (2019). Demand Forecasting and Measuring Forecast Accuracy in a Pharmacy. *Acta Universitatis Danubius. OEconomica*, 15(3), 157–169.
- Mondal, P., Shit, L., & Goswami, S. (2014). Study of Effectiveness of Time Series Modeling (Arima) in Forecasting Stock Prices. *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications*, 4(2), 13–29.  
<https://doi.org/10.5121/ijcsea.2014.4202>
- Nguyen, X. H., Le, T. A., Nguyen, A. T., Pham, T. T. H., & Tran, T. H. (2021). Supply chain risk, integration, risk resilience and firm performance in global supply chain: Evidence from vietnam pharmaceutical industry. *Uncertain Supply Chain Management*, 9(4), 779–796. <https://doi.org/10.5267/J.USCM.2021.8.010>
- Nunnari, G., & Nunnari, V. (2017). Forecasting monthly sales retail time series: A case study. *Proceedings - 2017 IEEE 19th Conference on Business Informatics, CBI 2017*, 1, 1–6. <https://doi.org/10.1109/CBI.2017.57>
- Ordem dos Farmacêuticos. (2009). *Boas Práticas Farmacêuticas Para a Farmácia Comunitária*.  
<https://www.ordemfarmaceuticos.pt/pt/documentos/detalhes.php?id=197>

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

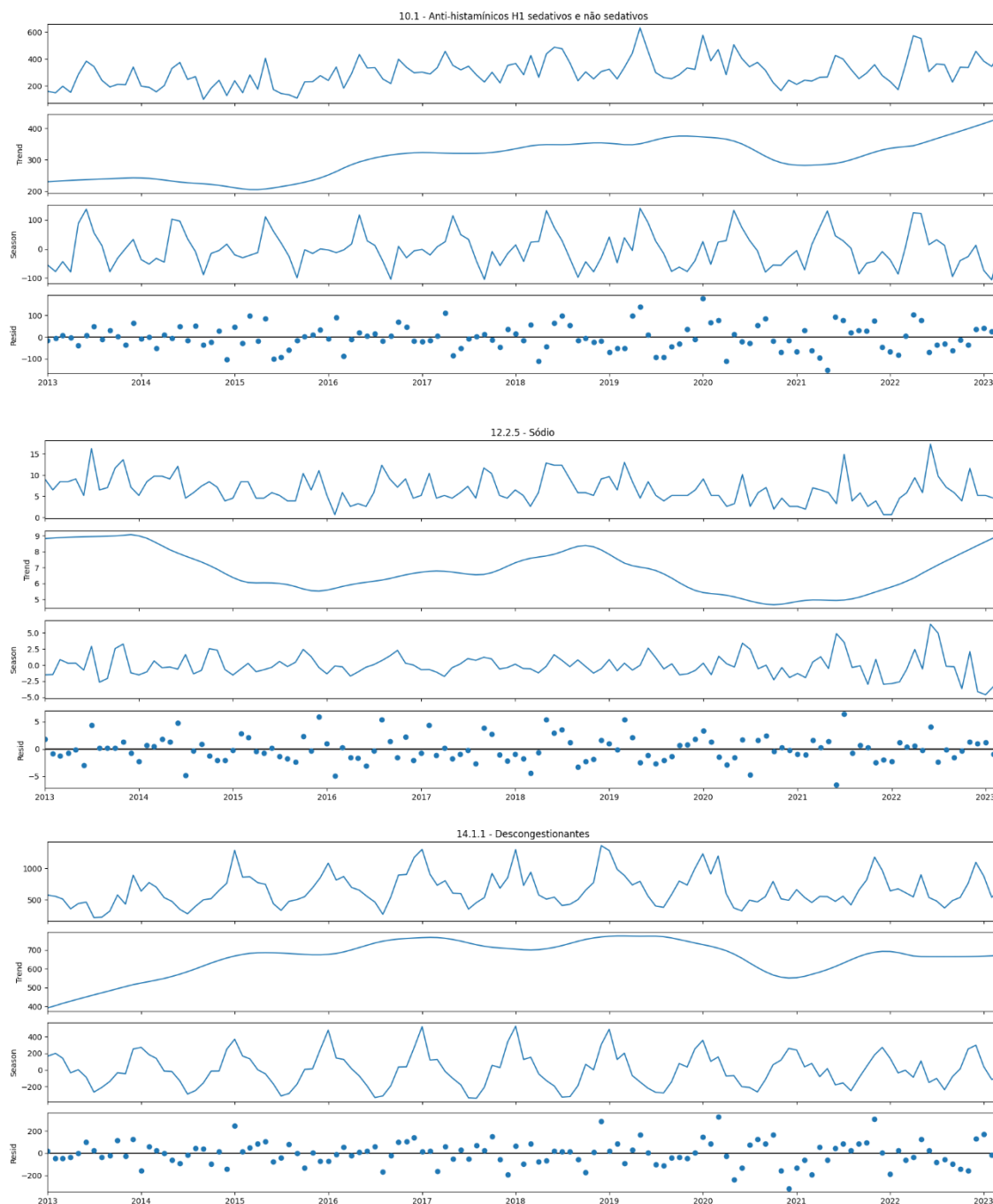
---

- Ordem dos Farmacêuticos. (2023). *A Farmácia Comunitária*.  
<https://www.ordemfarmaceuticos.pt/pt/areas-profissionais/farmacia-comunitaria/a-farmacia-comunitaria/>
- Organização Mundial da Saúde. (2017). *Global Surveillance and Monitoring System for Substandard and Falsified Medical Products*.  
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/326708>
- Purohit, S. K., Panigrahi, S., Sethy, P. K., & Behera, S. K. (2021). Time Series Forecasting of Price of Agricultural Products Using Hybrid Methods. *Applied Artificial Intelligence*, 35(15), 1388–1406.  
<https://doi.org/10.1080/08839514.2021.1981659>
- Ramos, P., Santos, N., & Rebelo, R. (2015). Performance of state space and ARIMA models for consumer retail sales forecasting. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 34, 151–163. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2014.12.015>
- Ray, S. (2019). A Quick Review of Machine Learning Algorithms. *2019 International Conference on Machine Learning, Big Data, Cloud and Parallel Computing (COMITCon)*, 35–39. <https://doi.org/10.1109/COMITCon.2019.8862451>
- Uthayakumar, R., & Priyan, S. (2013). Pharmaceutical supply chain and inventory management strategies: Optimization for a pharmaceutical company and a hospital. *Operations Research for Health Care*, 2(3), 52–64.  
<https://doi.org/10.1016/j.orhc.2013.08.001>
- Winters, P. R. (1960). Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages. *Management Science*, 6(3), 324–342. <https://doi.org/10.1287/mnsc.6.3.324>
- Yin, R. (1994). *Pesquisa Estudo de Caso - Desenho e Métodos*. Bookman.

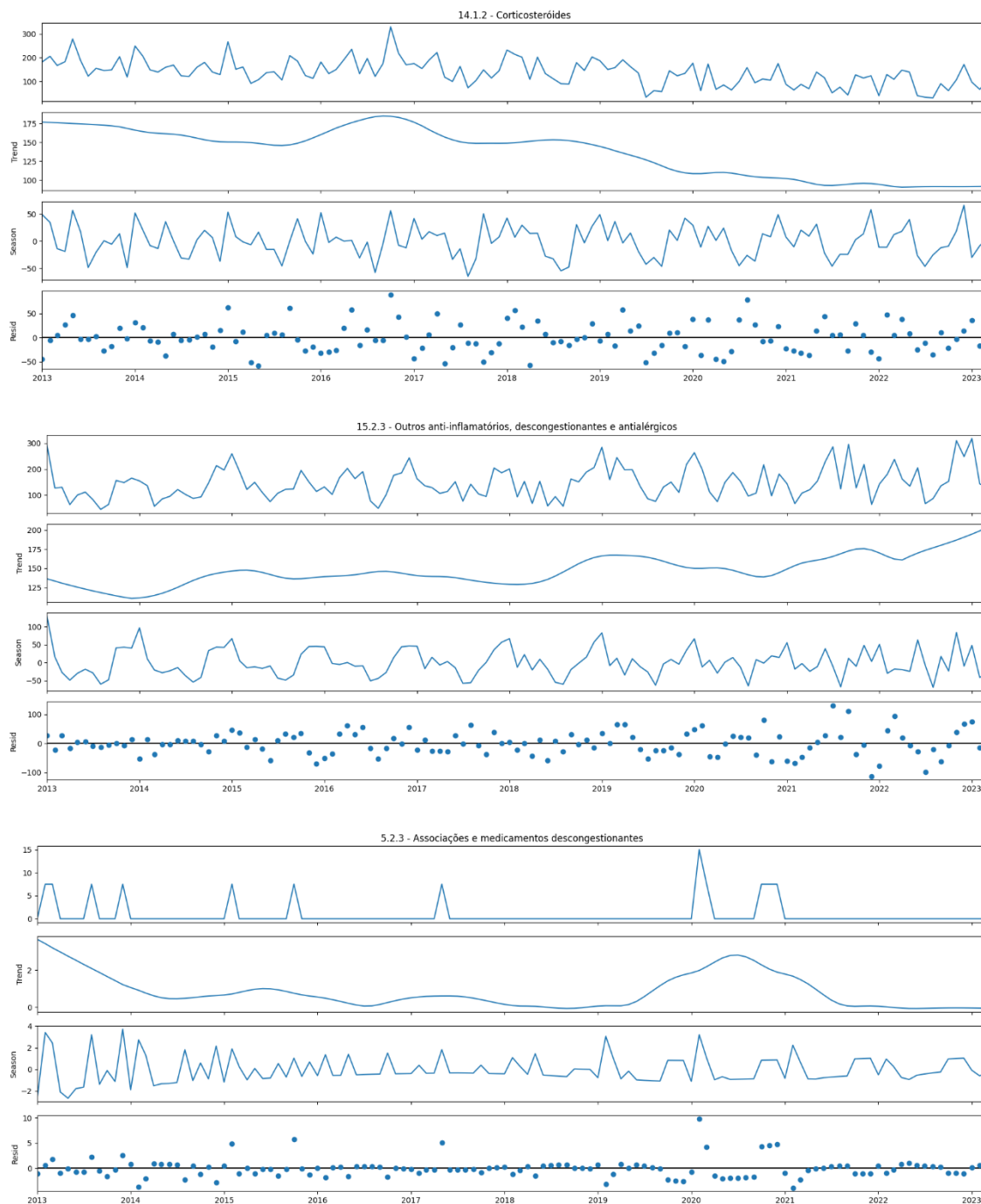
## APÊNDICES

## APÊNDICE 1. Decomposição STL

### Categoria dos Anti-Histamínicos:

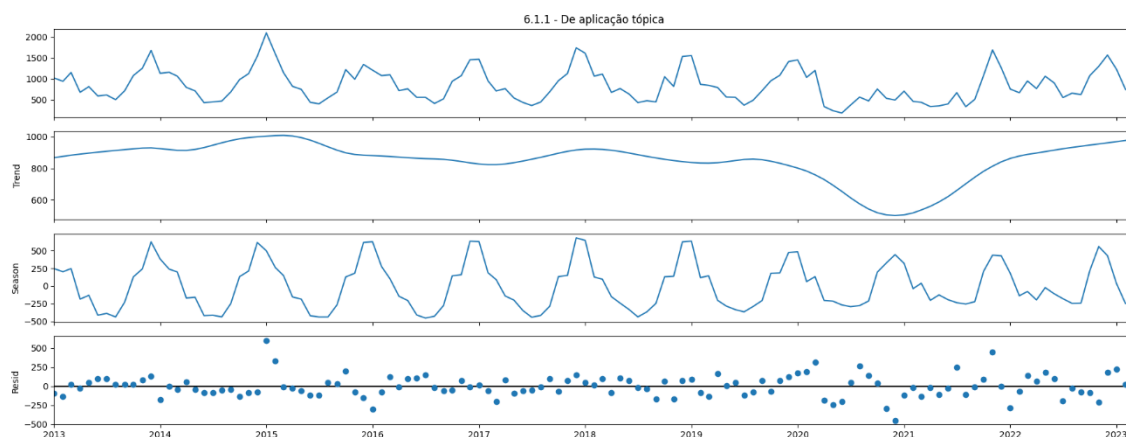


*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

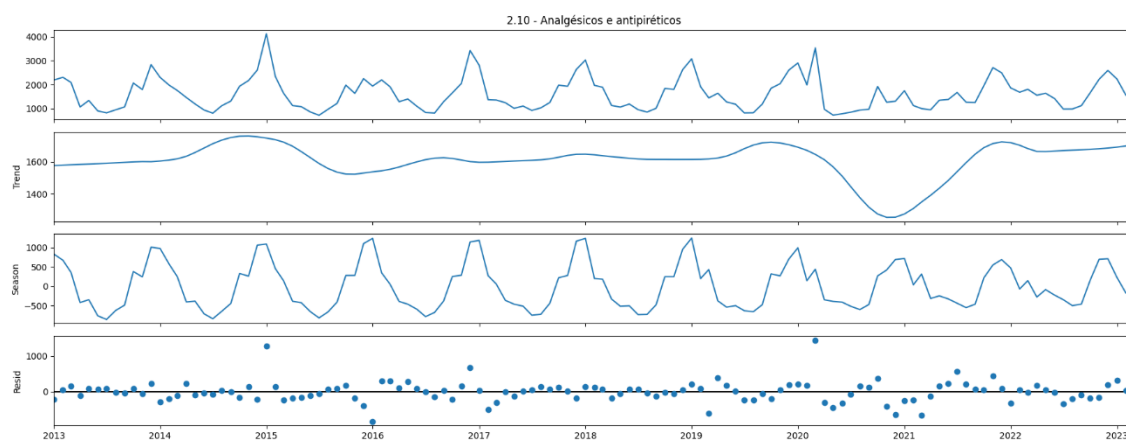
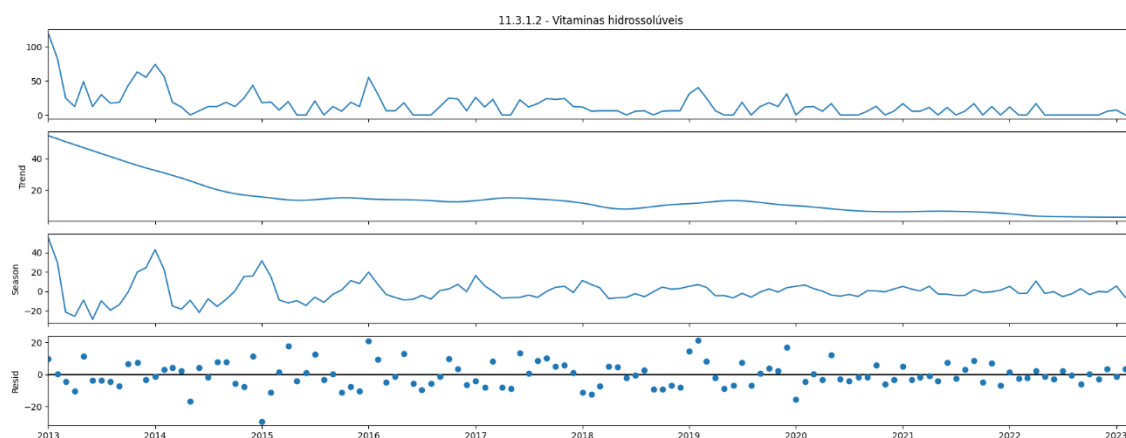


## Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso

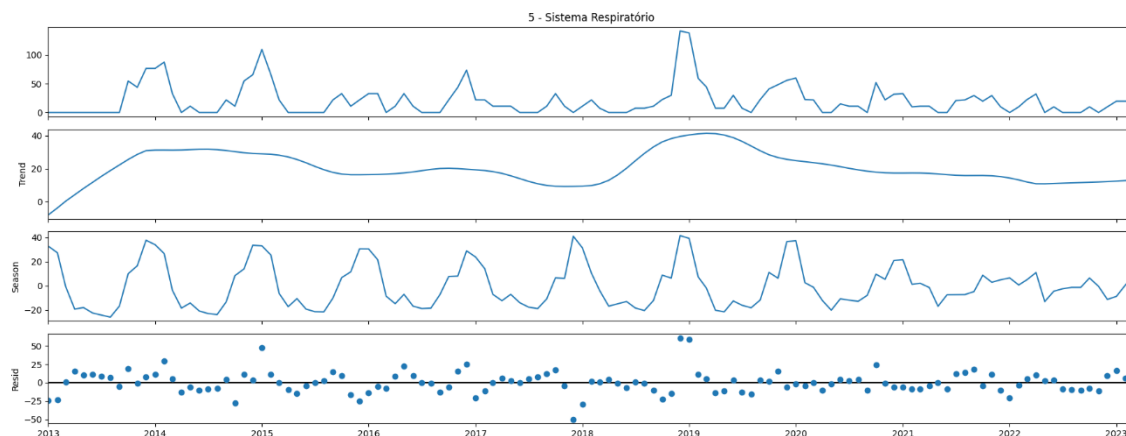
### Categoria da Dor de Garganta e Rouquidão:



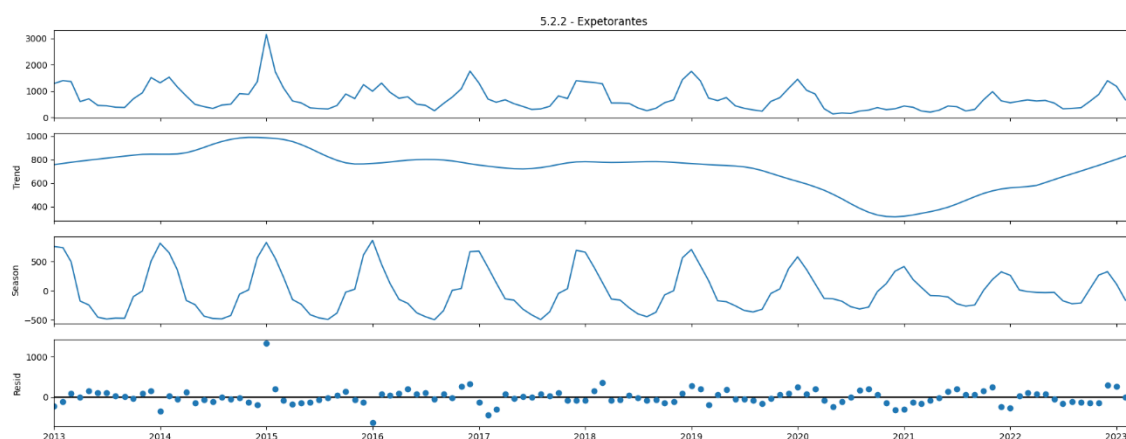
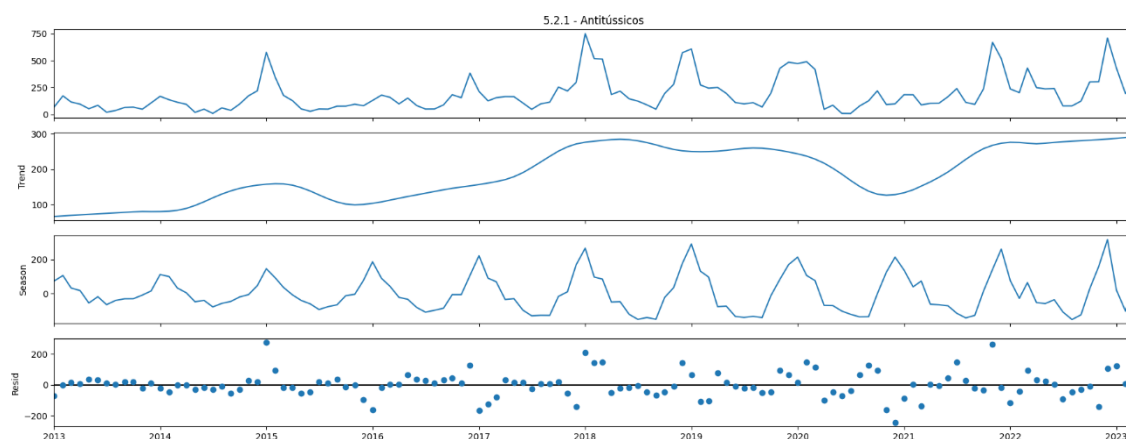
### Categoria das Gripes e Constipações:



*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*



**Categoria da Tosse:**



*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso***APÊNDICE 2. Outliers**

| Subsistemas do Sistema Respiratório | Séries                                                                 | Datas de outliers                           | Parte residual               |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Anti-Histamínicos</b>            | 10.1 - Anti-histamínicos H1 sedativos e não sedativos                  | 01-2020                                     | 178,20                       |
|                                     |                                                                        | 05-2021                                     | -151,54                      |
|                                     | 12.2.5 - Sódio                                                         | 12-2015                                     | 5,9                          |
|                                     |                                                                        | 06-2021; 07-2021                            | -6,5; 6,39                   |
|                                     | 14.1.1 - Descongestionantes                                            | 12-2018                                     | 283,66                       |
|                                     |                                                                        | 03-2020; 12-2020                            | 328; -316,96                 |
|                                     |                                                                        | 11-2021                                     | 308,34                       |
|                                     | 14.1.2 - Corticosteróides                                              | 10-2016                                     | 89,06                        |
|                                     |                                                                        | 08-2020                                     | 78                           |
|                                     | 15.2.3 - Outros anti-inflamatórios, descongestionantes e antialérgicos | 07-2021; 09-2021; 12-2021                   | 130,25; 110,39; -113,97      |
|                                     |                                                                        | 02-2014                                     | -3,64                        |
|                                     |                                                                        | 02-2015; 10-2015                            | 4,89                         |
| <b>Dor de Garganta e Rouquidão</b>  | 5.2.3 - Associações e medicamentos descongestionantes                  | 05-2017                                     | 5,07                         |
|                                     |                                                                        | 02-2020; 03-2020; 10-2020; 11-2020; 12-2020 | 9,82; 4,27; 4,36; 4,56; 4,73 |
|                                     |                                                                        | 02-2021                                     | -3,91                        |
|                                     | 6.1.1 – De aplicação tópica                                            | 01-2015; 02-2015                            | 599,88; 328,5                |
|                                     |                                                                        | 12-2020                                     | -450,94                      |
|                                     |                                                                        | 11-2021                                     | 443,42                       |
| <b>Gripes e Constipações</b>        | 11.3.1.2 - Vitaminas hidrossolúveis                                    | 01-2015                                     | -29,27                       |
|                                     |                                                                        | 01-2016                                     | 20,86                        |
|                                     |                                                                        | 02-2019                                     | 21,40                        |
|                                     | 2.10 - Analgésicos e antipiréticos                                     | 01-2015                                     | 1277,78                      |
|                                     |                                                                        | 01-2016; 12-2016                            | -842,02; 674,46              |
|                                     |                                                                        | 03-2019                                     | -611,73                      |
|                                     |                                                                        | 03-2020; 12-2020                            | 1446,78; -646,08             |
|                                     |                                                                        | 03-2021                                     | -672,94                      |
|                                     | 5 - Sistema Respiratório                                               | 01-2015                                     | 47,52                        |
|                                     |                                                                        | 12-2017                                     | -50,15                       |
|                                     |                                                                        | 12-2018                                     | 60,76                        |
| <b>Tosse</b>                        | 5.2.1 - Antitússicos                                                   | 01-2015                                     | 272,86                       |
|                                     |                                                                        | 01-2016                                     | -160,77                      |
|                                     |                                                                        | 01-2017                                     | -165,39                      |

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

|                      |                                       |                                   |
|----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 5.2.2 - Expetorantes | 01-2018; 02-2018;<br>03-2018; 12-2018 | 208,04; 142,06; 147,71;<br>143,98 |
|                      | 02-2020; 11-2020;<br>12-2020          | 146,49; -160,44; -244,24          |
|                      | 07-2021; 11-2021                      | 146,57; 260,49                    |
|                      | 01-2015                               | 1337,02                           |
|                      | 01-2016                               | -636,44                           |
|                      | 02-2017                               | -448,27                           |
|                      |                                       |                                   |

### APÊNDICE 3. Estacionariedade: Teste KPSS

| Subsistemas do Sistema Respiratório | Séries                                                                 | Estatística KPSS | valor-p | Hipótese       | Conclusão        |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------|---------|----------------|------------------|
| <b>Anti-Histamínicos</b>            | 10.1 - Anti-histamínicos H1 sedativos e não sedativos                  | 1,01             | 0,01    | Rejeita H0     | Não estacionária |
|                                     | 12.2.5 - Sódio                                                         | 0,41             | 0,07    | Não rejeita H0 | Estacionária     |
|                                     | 14.1.1 - Descongestionantes                                            | 0,18             | 0,10    | Não rejeita H0 | Estacionária     |
|                                     | 14.1.2 - Corticosteróides                                              | 1,40             | 0,10    | Não rejeita H0 | Estacionária     |
|                                     | 15.2.3 - Outros anti-inflamatórios, descongestionantes e antialérgicos | 0,46             | 0,04    | Rejeita H0     | Não estacionária |
|                                     | 5.2.3 - Associações e medicamentos descongestionantes                  | 0,12             | 0,10    | Não rejeita H0 | Estacionária     |
| <b>Dor de Garganta e Rouquidão</b>  | 6.1.1 – De aplicação tópica                                            | 1,16             | 0,10    | Não rejeita H0 | Estacionária     |
| <b>Gripes e Constipações</b>        | 11.3.1.2 - Vitaminas hidrossolúveis                                    | 1,18             | 0,01    | Rejeita H0     | Não estacionária |
|                                     | 2.10 - Analgésicos e antipiréticos                                     | 0,02             | 0,10    | Não rejeita H0 | Estacionária     |
|                                     | 5 - Sistema Respiratório                                               | 0,07             | 0,10    | Não rejeita H0 | Estacionária     |
| <b>Tosse</b>                        | 5.2.1 - Antitússicos                                                   | 0,63             | 0,02    | Rejeita H0     | Não estacionária |
|                                     | 5.2.2 - Expectorantes                                                  | 0,46             | 0,05    | Não rejeita H0 | Estacionária     |

## Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso

## APÊNDICE 4. Normalidade

| Subsistemas do Sistema Respiratório | Séries                                                                 | Assimetria | Curtose | Estatística Jarque-Bera | valor-p | Hipótese       | Conclusão  |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------|---------|-------------------------|---------|----------------|------------|
| Anti-Histamínicos                   | 10.1 - Anti-histamínicos H1 sedativos e não sedativos                  | 0,57       | 0,36    | 7,42                    | 0,02    | Rejeita H0     | Não normal |
|                                     | 12.2.5 - Sódio                                                         | 0,79       | 0,58    | 14,39                   | 0       | Rejeita H0     | Não normal |
|                                     | 14.1.1 - Descongestionantes                                            | 0,81       | 0,24    | 13,68                   | 0       | Rejeita H0     | Não normal |
|                                     | 14.1.2 - Corticosteróides                                              | 0,37       | 0,48    | 4,03                    | 0,13    | Não Rejeita H0 | Normal     |
|                                     | 15.2.3 - Outros anti-inflamatórios, descongestionantes e antialérgicos | 0,70       | 0,12    | 10,03                   | 0       | Rejeita H0     | Não normal |
|                                     | 5.2.3 - Associações e medicamentos descongestionantes                  | 3,2        | 10,2    | 743,85                  | 0       | Rejeita H0     | Não normal |
| Dor de Garganta e Rouquidão         | 6.1.1 – De aplicação tópica                                            | 0,70       | -0,03   | 9,96                    | 0       | Rejeita H0     | Não normal |
| Gripes e Constipações               | 11.3.1.2 - Vitaminas hidrossolúveis                                    | 0,70       | -0,03   | 599,80                  | 0       | Rejeita H0     | Não normal |
|                                     | 2.10 - Analgésicos e antipiréticos                                     | 1          | 0,93    | 25,31                   | 0       | Rejeita H0     | Não normal |
|                                     | 5 - Sistema Respiratório                                               | 2,20       | 5,9     | 277,52                  | 0       | Rejeita H0     | Não normal |
| Tosse                               | 5.2.1 - Antitússicos                                                   | 1,56       | 2       | 70,55                   | 0       | Rejeita H0     | Não normal |
|                                     | 5.2.2 - Expetorantes                                                   | 1,68       | 4,98    | 184,59                  | 0       | Rejeita H0     | Não normal |

## APÊNDICE 5. Medidas de Exatidão: Validação Cruzada

| Subsistemas do Sistema Respiratório | Séries                                                                 | Modelos       | RMSE   | MAE    | MAPE   |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|--------|--------|
| Anti-Histamínicos                   | 10.1 - Anti-histamínicos H1 sedativos e não sedativos                  | SeasonalNaive | 132.22 | 100.77 | 28.09  |
|                                     |                                                                        | AutoETS       | 94.08  | 70.87  | 20.80  |
|                                     |                                                                        | AutoARIMA     | 97.08  | 74.37  | 21.89  |
|                                     |                                                                        | AutoARIMA_D0  | 111.29 | 85.44  | 24.38  |
|                                     |                                                                        | AutoARIMA_D1  | 97.08  | 74.37  | 21.89  |
|                                     | 12.2.5 - Sódio                                                         | Naive         | 5.15   | 3.73   | 76.43  |
|                                     |                                                                        | AutoETS       | 4.08   | 2.86   | 90.94  |
|                                     |                                                                        | AutoARIMA     | 4.30   | 3.16   | 99.94  |
|                                     |                                                                        | AutoARIMA_D0  | 4.47   | 3.42   | 104.21 |
|                                     |                                                                        | AutoARIMA_D1  | 4.11   | 2.86   | 96.80  |
|                                     | 14.1.1 - Descongestionantes                                            | SeasonalNaive | 230.79 | 166.09 | 23.14  |
|                                     |                                                                        | AutoETS       | 202.61 | 153.92 | 22.91  |
|                                     |                                                                        | AutoARIMA     | 224.27 | 171.06 | 25.92  |
|                                     |                                                                        | AutoARIMA_D0  | 199.46 | 136.93 | 19.98  |
|                                     |                                                                        | AutoARIMA_D1  | 227.10 | 173.21 | 26.07  |
|                                     | 14.1.2 - Corticosteróides                                              | Naive         | 51.68  | 42.74  | 57.38  |
|                                     |                                                                        | SeasonalNaive | 49.09  | 42.45  | 61.34  |
|                                     |                                                                        | AutoETS       | 45.09  | 37.35  | 61.07  |
|                                     |                                                                        | AutoARIMA     | 42.05  | 35.52  | 55.82  |
|                                     |                                                                        | AutoARIMA_D0  | 47.82  | 38.28  | 53.10  |
|                                     |                                                                        | AutoARIMA_D1  | 42.05  | 35.52  | 55.82  |
|                                     | 15.2.3 - Outros anti-inflamatórios, descongestionantes e antialérgicos | Naive         | 98.87  | 82.17  | 58.43  |
|                                     |                                                                        | SeasonalNaive | 109.55 | 88.96  | 60.34  |
|                                     |                                                                        | AutoETS       | 77.66  | 59.18  | 40.27  |

*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

|                                    |                                                       |               |        |        |       |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------|--------|--------|-------|
|                                    | 5.2.3 - Associações e medicamentos descongestionantes | AutoARIMA     | 92.15  | 79.20  | 53.15 |
|                                    |                                                       | AutoARIMA_D0  | 94.65  | 81.52  | 54.88 |
|                                    |                                                       | AutoARIMA_D1  | 78.04  | 65.22  | 43.20 |
|                                    |                                                       | Naive         | 0      | 0      | 0     |
|                                    |                                                       | AutoETS       | 0,94   | 0,92   | 0     |
|                                    |                                                       | AutoARIMA     | 0      | 0      | 0     |
|                                    |                                                       | AutoARIMA_D0  | 0      | 0      | 0     |
|                                    |                                                       | AutoARIMA_D1  | 0,70   | 0,69   | 0     |
| <b>Dor de Garganta e Rouquidão</b> | 6.1.1 – De aplicação tópica                           | SeasonalNaive | 417.16 | 318.51 | 36.0  |
|                                    |                                                       | AutoETS       | 317.58 | 234.19 | 27.14 |
|                                    |                                                       | AutoARIMA     | 268.83 | 217.31 | 29.56 |
|                                    |                                                       | AutoARIMA_D0  | 260.90 | 200.14 | 24.55 |
|                                    |                                                       | AutoARIMA_D1  | 323.60 | 265.87 | 35.78 |
| <b>Gripes e Constipações</b>       | 11.3.1.2 - Vitaminas hidrossolúveis                   | Naive         | 9.28   | 7.02   | 30.81 |
|                                    |                                                       | AutoETS       | 11.88  | 9.93   | 43.90 |
|                                    |                                                       | AutoARIMA     | 8.72   | 6.97   | 35.12 |
|                                    |                                                       | AutoARIMA_D0  | 8.77   | 7.52   | 30.16 |
|                                    |                                                       | AutoARIMA_D1  | 8.72   | 6.97   | 35.12 |
|                                    | 2.10 - Analgésicos e antipiréticos                    | SeasonalNaive | 564.78 | 432.05 | 26.00 |
|                                    |                                                       | AutoETS       | 410.79 | 317.40 | 18.84 |
|                                    |                                                       | AutoARIMA     | 404.43 | 302.49 | 17.58 |
|                                    |                                                       | AutoARIMA_D0  | 404.43 | 302.49 | 17.58 |
|                                    |                                                       | AutoARIMA_D1  | 454.44 | 360.57 | 21.01 |
|                                    | 5 - Sistema Respiratório                              | SeasonalNaive | 18.25  | 14.87  | 49.58 |
|                                    |                                                       | AutoETS       | 18.66  | 14.46  | 77.30 |
|                                    |                                                       | AutoARIMA     | 12.53  | 10.82  | 48.53 |
|                                    |                                                       | AutoARIMA_D0  | 12.53  | 10.82  | 48.53 |

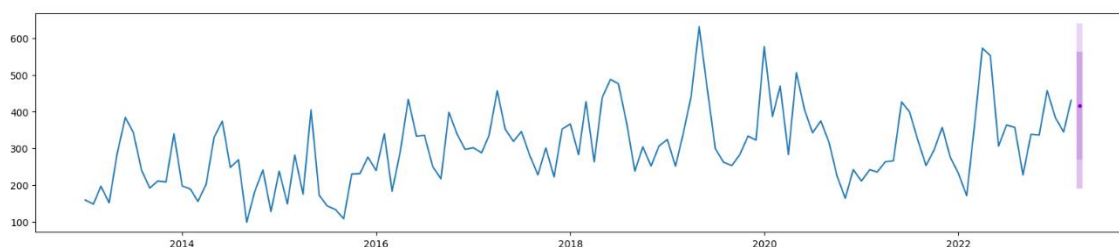
*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

|              |                      |               |        |         |       |
|--------------|----------------------|---------------|--------|---------|-------|
| <b>Tosse</b> | 5.2.1 - Antitússicos | AutoARIMA_D1  | 12.04  | 9.86    | 32.28 |
|              |                      | SeasonalNaive | 205.47 | 144.66  | 53.38 |
|              |                      | AutoETS       | 174.97 | 121.46  | 47.01 |
|              |                      | AutoARIMA     | 166.55 | 120.016 | 47.48 |
|              |                      | AutoARIMA_D0  | 174.78 | 129.83  | 51.27 |
|              |                      | AutoARIMA_D1  | 165.25 | 117.84  | 45.37 |
|              | 5.2.2 - Expetorantes | SeasonalNaive | 317.16 | 236.93  | 37.60 |
|              |                      | AutoETS       | 251.32 | 199.72  | 34.41 |
|              |                      | AutoARIMA     | 236.52 | 160.78  | 28.55 |
|              |                      | AutoARIMA_D0  | 236.52 | 160.78  | 28.55 |
|              |                      | AutoARIMA_D1  | 285.12 | 245.44  | 48.07 |

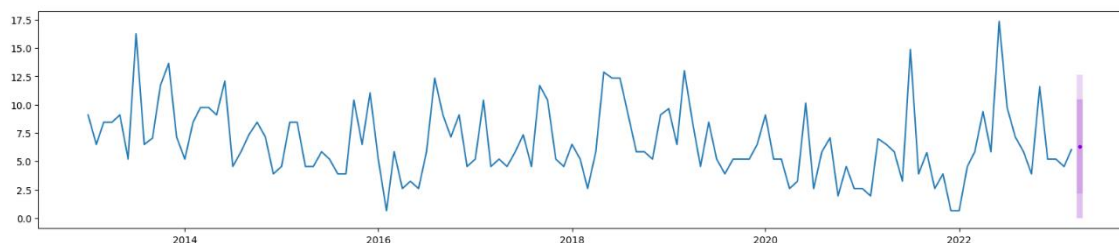
## APÊNDICE 6. Previsões das vendas para o mês seguinte para todas as séries do Sistema Respiratório

### Categoria dos Anti-Histamínicos:

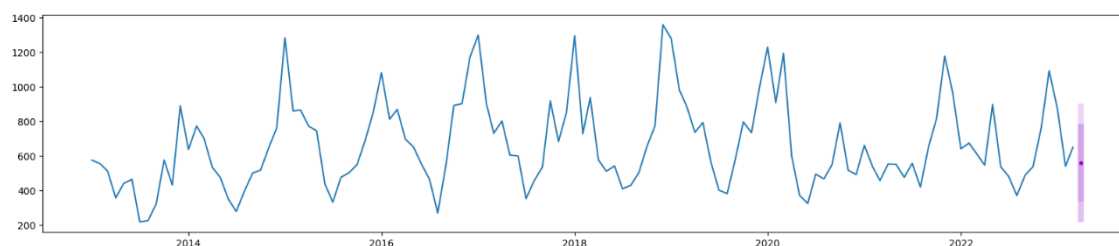
#### 10.1 - Anti-histamínicos H1 sedativos e não sedativos



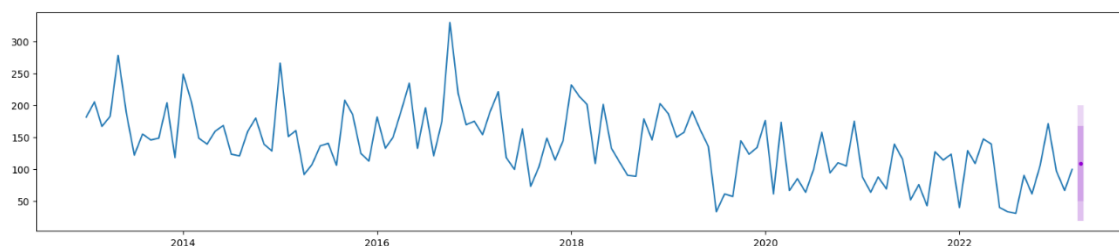
#### 12.2.5 - Sódio



#### 14.1.1 – Descongestionantes

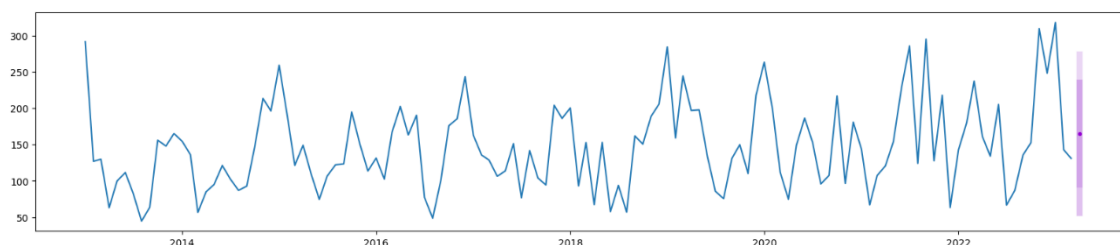


#### 14.1.2 – Corticosteróides



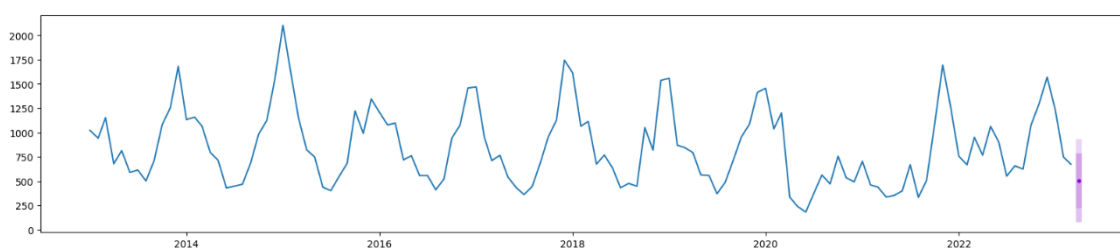
*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

15.2.3 - Outros anti-inflamatórios, descongestionantes e antialérgicos



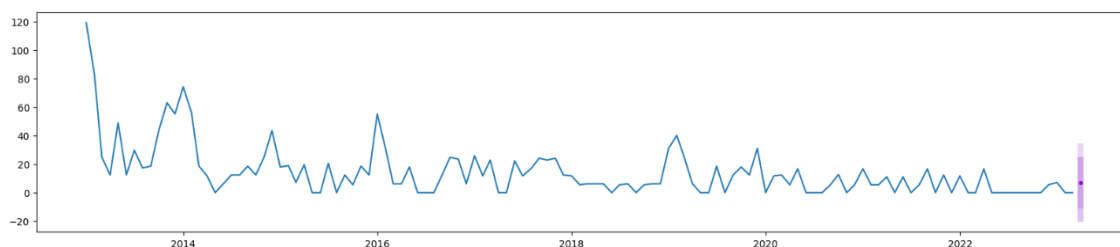
**Categoria da Dor de Garganta e Rouquidão:**

6.1.1 – De aplicação tópica

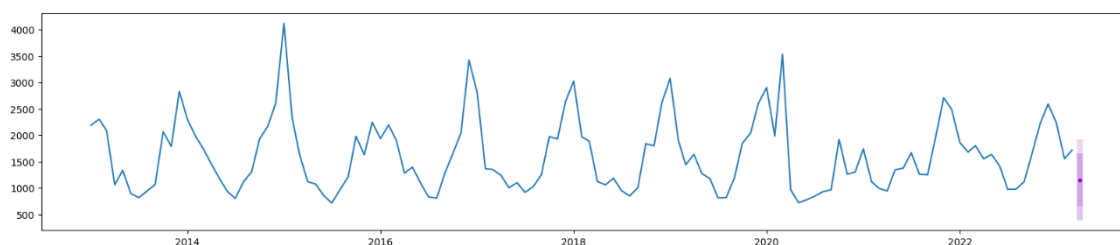


**Categoria das Gripes e Constipações:**

11.3.1.2 - Vitaminas hidrossolúveis

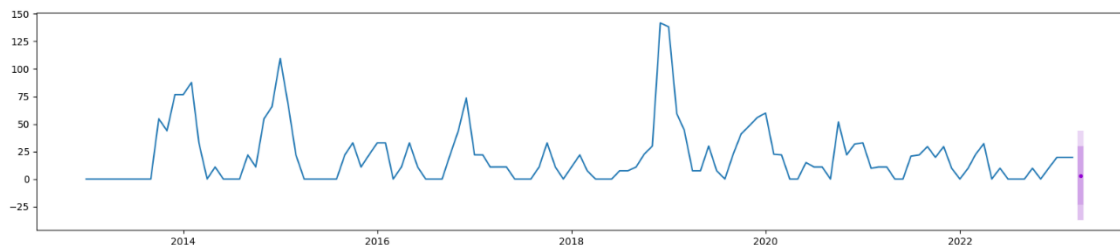


2.10 - Analgésicos e antipiréticos



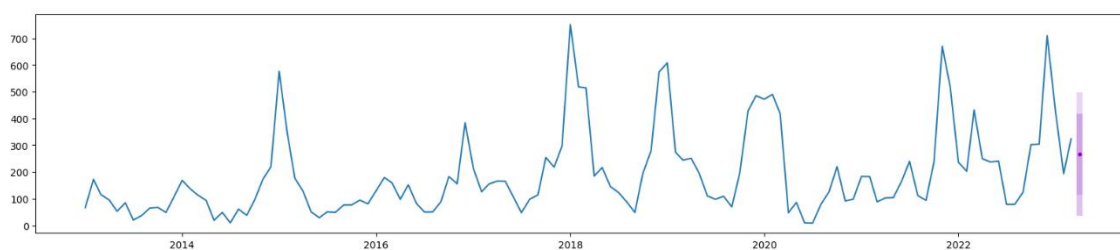
*Previsão de Vendas no Retalho Farmacêutico: Estudo de Caso*

5 - Sistema Respiratório



**Categoria da Tosse:**

5.2.1 – Antitússicos



5.2.2 – Expectorantes

