

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA**

**ANÁLISE DE MUDANÇAS NAS SÉRIES DE PREÇO E VOLUME DE VENDAS DO  
SUBSEGMENTO ZOLPIDEM USANDO REGRESSÃO *JOINPOINT***

**LEONARDO BREGALDA DE OLIVEIRA**

**Belo Horizonte/MG**

**2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA**

**ANÁLISE DE MUDANÇAS NAS SÉRIES DE PREÇO E VOLUME DE VENDAS DO  
SUBSEGMENTO ZOLPIDEM USANDO REGRESSÃO *JOINPOINT***

Monografia apresentada ao programa de Pós-graduação em Estatística do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do certificado de Especialista em Estatística.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Lopes de Oliveira

**Belo Horizonte/MG**

**2023**

© 2023, Leandro Bregalda de Oliveira.

Todos os direitos reservados

Oliveira, Leandro Bregalda de.

O48a      Análise de mudanças nas séries de preço e volume de vendas do subsegmento Zolpidem usando regressão Joinpoint [recurso eletrônico] / Leandro Bregalda de Oliveira – 2023.  
1 recurso online (37 f. il, color.): pdf.

Orientador: Guilherme Lopes de Oliveira.

Monografia (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Estatística.

Referências: f. 31-32.

1. Estatística. 2. Análise de séries temporais. 3. Preços - Análise de regressão. 4. Comportamento do consumidor.  
I. Oliveira, Guilherme Lopes de. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Estatística. III. Título.

CDU 519.2(043)

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Irénquer Vismeg Lucas Cruz CRB  
6/819 - Universidade Federal de Minas Gerais - ICEx



**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Instituto de Ciências Exatas**  
**Departamento de Estatística**  
**Programa de Pós-Graduação / Especialização**  
Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha  
31270-901 – Belo Horizonte – MG

E-mail: [pgest@ufmg.br](mailto:pgest@ufmg.br)  
Tel: 3409-5923 – FAX: 3409-5924

## **ATA DO 317ª. TRABALHO DE FIM DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ESTATÍSTICA DE LEONARDO BREGALDA DE OLIVEIRA.**

Aos doze dias do mês de dezembro de 2023, às 19:00 horas, com utilização de recursos de videoconferência a distância, reuniram-se os professores abaixo relacionados, formando a Comissão Examinadora homologada pela Comissão do Curso de Especialização em Estatística, para julgar a apresentação do trabalho de fim de curso do aluno **Leonardo Bregalda de Oliveira**, intitulado: “Análise de mudanças nas séries de preço e volume de vendas do subsegmento Zolpidem usando regressão *Joinpoint*”, como requisito para obtenção do Grau de Especialista em Estatística. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Guilherme Lopes de Oliveira – Orientador, após dar conhecimento aos presentes do teor das normas regulamentares, passou a palavra ao candidato para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa do candidato. Após a defesa, os membros da banca examinadora reuniram-se sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foi atribuída a seguinte indicação: o candidato foi considerado Aprovado condicional às modificações sugeridas pela banca examinadora no prazo de 30 dias a partir da data de hoje por unanimidade. O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente Ata, que será assinada por todos os membros participantes da banca examinadora. Belo Horizonte, 12 de dezembro de 2023.

Documento assinado digitalmente  
 **GUILHERME LOPES DE OLIVEIRA**  
Data: 12/12/2023 20:11:21-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

**Prof. Dr. Guilherme Lopes de Oliveira (Orientador)**  
**DECOM/CEFET-MG**

Documento assinado digitalmente  
 **GUILHERME AUGUSTO VELOSO**  
Data: 12/12/2023 21:53:29-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

**Prof. Dr. Guilherme Augusto Veloso**  
**GET/UFF**

Documento assinado digitalmente  
 **GABRIELA OLIVEIRA**  
Data: 12/12/2023 20:22:18-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

**Prof.ª Dra. Gabriela Oliveira**  
**IFMG**

## RESUMO

Para determinar o preço de venda de um produto, deve-se realizar uma análise de diversas variáveis tanto qualitativas quanto quantitativas. A análise de séries temporais permite descrever a dependência dos dados em relação ao tempo. Com isso este trabalho tem como intuito analisar tendências nas series temporais das variáveis preço e volume/quantidade e identificar uma possível vinculação. Para responder o objetivo do presente estudo foi utilizado o método chamado *joinpoint regression*. Trata-se de um método estatístico para análise de tendências utilizando modelos de regressão *joinpoint*, ou seja, modelos onde várias retas diferentes são conectadas entre si em pontos de inflexão. Foi investigado o comportamento das variáveis quantidade vendida e o preço de um subsegmento denominado zolpidem e as análises pelo método *joinpoint regression* demonstraram inúmeros comportamentos na composição estudada. Simultaneamente foi se deparado a dificuldade de se encontrar conteúdos e análises para as variáveis, com isso, foi criado um tutorial para utilização do *software* em ambos os casos preços e volume/quantidade.

**Palavras-chaves:** *Jointpoint*, preço, series temporais, comportamento consumidor.

## ABSTRACT

To determine the selling price of a product, an analysis of several variables, both qualitative and quantitative, must be carried out. Time series analysis allows you to describe the dependence of data on time. Therefore, this work aims to analyze trends in the time series of the price and volume/quantity variables and identify a possible link. To respond to the objective of the present study, the method called joinpoint region was used. It is a statistical method for analyzing trends using joinpoint *regression* models, that is, models where several different straight lines are connected to each other at inflection points. The behavior of the variables quantity sold and price of a subsegment called zolpidem was investigated and analyzes using the joinpoint regression method revealed numerous behaviors in the detailed composition. At the same time, the difficulty of finding content and analysis for the variables was encountered, so a tutorial was created for using the software in both price and volume/quantity cases.

**Keywords:** customer behavior, *Jointpoint*, precification, time series analysis.

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>07</b>
<b>2.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
2.1	Bases de dados.....	10
2.2	Modelagem Estatística.....	11
2.3	O Método Joinpoint Regression.....	12
2.4	O <i>software</i> Joinpoint.....	14
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
3.1	Análise Descritiva dos Dados.....	17
3.2	Análise Joinpoint para o Volume de Vendas.....	19
3.3	Análise Joinpoint para Preço.....	24
<b>4.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>30</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>
	<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>33</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A análise da relação entre preço e consumo de produtos é um problema rotineiro no mercado econômico/setor de serviços relacionado.

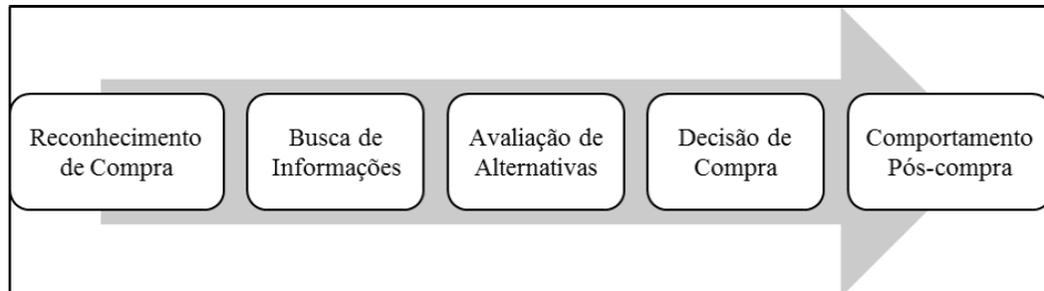
O consumo é uma instituição de classe: não só na desigualdade perante os objetivos, no sentido econômico (a compra, a escolha, a prática são reguladas pelo poder de compra, etc.) – em suma nem todos possuem os mesmos objetivos, da mesma maneira que nem todos tem idênticas possibilidades escolares – mas, de modo ainda mais profundo, há discriminação radical no sentido de que só alguns ascendem à lógica autônoma e racional dos elementos do ambiente (uso funcional, organização estética, realização cultural) indivíduos esses que, para falar com propriedade, não se ocupam de, nem consomem objetos – votando-se os outros a uma economia mágica e à valorização dos objetos como tais e de tudo o resto enquanto objetos (ideias, lazeres, saber e cultura): esta lógica feiticista constitui a ideologia do consumo (Baudrillard, 1995, p. 26).

A tomada de decisão de compra se inicia através de uma necessidade que faz com que o consumidor chegue à conclusão de que precisa do produto. A necessidade pode ser provocada por estímulos internos e externos (Mateuil, 2006). Ainda de acordo com Mateuil (2006), em um segundo momento o consumidor interessado começa a buscar maiores informações em dois níveis de interesse: No primeiro nível a pessoa é mais receptiva às informações sobre o produto e no outro nível a pessoa faz uma busca mais ativa sobre as informações do produto.

O processo de decisão sobre a compra de produto pode ser melhor entendido através do esquema apresentado na Figura 1, na qual o primeiro estágio refere-se ao reconhecimento do problema. É o momento em que o consumidor percebe o problema, algo desejado, mas que não atendeu à sua necessidade. O segundo é a busca de informações. É o momento em que o consumidor busca informações comerciais sobre o produto ou serviço de forma que solucione o seu problema. No terceiro estágio está a avaliação de alternativas, que é quando o consumidor utiliza as informações levando-se em conta um conjunto de atributos que satisfaçam as suas necessidades. A decisão de compra se dá após esses três momentos. É quando o consumidor escolhe a melhor alternativa e cria a sua preferência atendendo sua expectativa. Finalmente a avaliação pós-compra caracteriza-se como o momento em

que o consumidor escolhe o produto que melhor atenda a sua expectativa, podendo ele ficar satisfeito ou não com a escolha (Furtado, 2011).

Figura 1 - Processo de decisão do consumidor



Fonte: Tarigo *et al.* (2016)

O preço de venda de um produto é um dos fatores que influenciam a tomada de decisão de um consumidor quanto à consumi-lo ou não, além de guiar a preferência da compra do produto em uma empresa/instituição ou outra. Dessa forma, uma empresa, pode utilizar o preço dos seus produtos como um elemento importante para trazer maximização de lucro, participação de mercado na decorrência no aumento de vendas, por exemplo, por meio de reduções de preços que poderiam atrair a preferência de um cliente (Cobra, 1997).

Para determinar o preço de venda de um produto, deve-se realizar uma análise de diversas variáveis tanto quantitativas quanto qualitativas que exercem influência durante todo processo, também chamado de precificação. Deve-se levar em consideração todas as circunstâncias dentro de um conjunto sistêmico que envolve os custos de produção, a oferta e demanda e os preços praticados pelo mercado. De fato, o fator “custo” é sempre uma variável relevante que pode afetar nos resultados e que deve ser levado em consideração na tomada de decisão, onde os preços devem sempre sobrepor os custos (Souza, 2017).

Mais especificamente, a teoria na precificação de produtos tem como base os seguintes conceitos: lei da procura; elasticidade - preço da demanda; lei da oferta; equilíbrio e interação da oferta e procura; estruturas de mercado; teoria da produção e custos de produção (Mateeil, 2006).

O preço de um produto, o valor de troca de um bem físico ou serviço, é, portanto, algo dinâmico, difícil de se estabelecer e que se altera em função de uma série de variáveis. Considerando os conceitos listados acima, é de grande interesse o

estudo da relação entre preço e procura/demanda, a fim de entender as mudanças de tendência no preço que levariam a mudanças nas quantidades vendidas.

Com isso, o presente trabalho tem como finalidade estudar o comportamento de tendências nas séries de preço e da quantidade vendida de um determinado medicamento da classe terapêutica em uma rede de farmácias, visando a identificação de variação individual nas séries e possíveis relações entre as mudanças de tendência identificadas.

Tendo um cenário pós pandêmico na qual a economia diminuiu à medida que os locais de trabalho fecharam e as empresas entraram em falência, ocasionando desempregos. O confinamento domiciliar reduziu as oportunidades de engajamento social. O luto precoce vivenciado por familiares e entes queridos, associado ao medo e insegurança pela falta de tratamentos; e/ou a eficácia e disponibilidade de vacinas, levaram grande parte da população a desenvolver quadros exacerbados de estresse, ansiedade, depressão, pânico, etc. Com isso, estima-se que houve um aumento no uso de prescrições de benzodiazepínicos (Barbosa *et al.*, 2023).

Como resultado dessas medidas e acontecimentos, é esperado o aumento do sofrimento psicológico, estresse, ansiedade e a persistência de medos e inseguranças a longo prazo. Segundo a OMS, houve crescimento de 25% na prevalência global de transtornos psiquiátricos, como depressão, ansiedade e transtorno de estresse pós-traumático após a pandemia de COVID-19 (Barbosa *et al.*, 2023).

Pesquisas comprovaram um aumento na procura de medicamentos destinados ao tratamento de insônia, ansiedade e depressão, comparado aos seis meses anteriores à pandemia. O Zolpidem, um dos fármacos hipnóticos não benzodiazepínicos mais comumente prescritos para insônia e depressão, teve seu consumo aumentado durante a pandemia da COVID-19 (Junior, C. M. S. *et al.*, 2023).

O Zolpidem tem como medicamento referência o Stilnox. Nas dosagens de 5mg; 6,25mg; 10mg e 12,5mg variando nas quantidades de comprimidos em 20 e 30. Indicado para tratamento de curto prazo da insônia (com dificuldade no início do sono) e tratamento de longo prazo da insônia (com dificuldade no início do sono e/ou manutenção do sono) (CHARLES, F. *et al.*).

A sequência do trabalho está organizada da seguinte forma. Na Seção 2 são apresentados os materiais e métodos, com descrição dos dados e modelo de regressão joinpoint. A Seção 3 traz os resultados da análise dos dados e a Seção 4 o trabalho é finalizado com discussão e conclusões.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Base de Dados

Este estudo tem como base o volume de venda e preço médio diário da substância Zolpidem com base nas informações de uma drogaria de Minas Gerais no período de janeiro de 2018 a janeiro de 2023. Trata-se de um medicamento terapêutico hipnótico não-benzodiazepínico comumente utilizado para tratamento de insônia.

Os dados foram tratados e disponibilizados pelo setor de tecnologia da informação da drogaria no formato de valores diários, no caso do preço, a unidade de medida original corresponde ao preço médio praticado durante o dia, já que ele pode oscilar devido a promoções e descontos, por exemplo. No volume vendido adotamos o agrupamento de várias apresentações sendo de 20 ou 30 comprimidos e dosagens entre 5 a 12,5mg.

Devido à elevada volatilidade/variabilidade dos dados diários, optou-se por trabalhar ao nível quinzenal, sendo utilizada a média móvel para esta finalidade. Ou seja, cada observação na base de dados final corresponde à média móvel (do preço ou do total de vendas) nos 15 dias anteriores, o que permitiu a suavização das oscilações de valores a serem estudados. As variáveis usadas no estudo estão descritas na Tabela 1, juntamente com sua unidade de medida.

Tabela 1. Descrição das variáveis usadas no estudo

<b>Nome da Variável</b>	<b>Descrição</b>	<b>Escala de Medição</b>
Quinzena	Indexador temporal que corresponde à quinzena associado à cada observação	1 à 123
Preço	Preço médio do medicamento	Média móvel quinzenal, em reais
Quantidade/Volume	Volume vendido	Média móvel quinzenal, em unidades vendidas

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

As séries temporais correspondentes aos dados finais serão analisadas descritivamente usando gráficos e tabelas, a fim de se visualizar seus comportamentos ao longo do tempo e no período analisado.

## 2.2 Modelagem Estatística

A análise de séries temporais permite, dentre outras coisas, descrever a dependência dos dados em relação ao tempo e prever valores futuros através da tendência observada. Este estudo tem o intuito de analisar tendências nas séries temporais das variáveis preço e quantidade e reconhecer uma possível vinculação de mudanças nas suas tendências. Uma possível metodologia para analisar tendências é o método chamado *joinpoint regression*, que por vez será mencionado neste trabalho apenas como *joinpoint* (Kim *et al.*, 2000).

O conceito principal do *joinpoint* é relativamente simples: Ele é um método estatístico para análise de tendências utilizando modelos de regressão *joinpoint*, ou seja, modelos onde várias retas diferentes são conectadas entre si em pontos de inflexão. Cada ponto de inflexão adicionado ao modelo significa uma mudança da tendência linear. Os pontos de inflexão representam, portanto, pontos de mudança que são estimados. No processo de definição dos possíveis pontos de mudança, avalia-se se a relação entre os pontos da série temporal poderia se expressar apenas por uma única reta ou se, a partir do último ponto de mudança definido, a inclusão de um novo segmento de reta à série temporal principal apresenta vantagem para a qualidade do ajuste.

Conforme resumido por George, 2019: a análise é linear segmentada, com possível transformação logarítmica dos valores, caso necessário. É testado se um ou mais pontos devem ser adicionados ao modelo linear via permutação de Monte Carlo. Ou seja, é avaliado se uma linha com múltiplos segmentos descreve o modelo melhor do que apenas uma reta. Por esse motivo, a análise também é conhecida por regressão por pontos de inflexão. Parte dos detalhes teóricos do método será descrita na sequência.

### 2.3 O Método Joinpoint Regression

O modelo de regressão *joinpoint*, o qual é composto por alguns segmentos lineares contínuos, é útil para descrever mudanças na tendência de um conjunto de dados. Considere um contexto onde  $Y$  é a variável resposta de interesse medida ao longo do tempo (ano, mês ou trimestre, por exemplo) e  $X$  é a variável explicativa relacionada à unidade de tempo associada (ano, mês ou trimestre, por exemplo). Conforme definido por Kim *et al.* (2000), considerando um conjunto de observações  $(X_1, Y_1), \dots, (X_n, Y_n)$  onde  $X_1 \leq \dots \leq X_n$ , sem perda de generalidade, o modelo pode ser escrito pela fórmula

$$E[y|x] = \beta_0 + \beta_1 x + \delta_1(x - \tau_1)^+ \dots + \delta_k(x - \tau_k)^+ \quad (1)$$

onde  $\tau_1, \dots, \tau_k$  são os *joinpoints* (pontos de mudança ou ponto de inflexão) desconhecidos;  $k$  representa o número de *joinpoints*;  $\beta_0, \beta_1, \delta_1, \dots, \delta_k$  são os parâmetros de regressão; e  $n$  é o tamanho da amostra/série temporal.

Este tipo de modelo de regressão não linear tem sido estudado por muitos autores e tem sido denominado na literatura como regressão por partes (do inglês, *piecewise regression*), regressão segmentada (do inglês, *segmented regression*), regressão de linha quebrada (do inglês, *broken line regression*) e regressão multifásica (em inglês, *multi-phase regression*) com a restrição de continuidade. Referências para os métodos citados podem ser encontradas em (Kim *et al.*, 2000).

Motivados pelo problema de identificar mudanças recentes em séries temporais de dados de câncer nos Estados Unidos da América, Kim *et al.* (2000) propuseram um procedimento para determinar o número de *joinpoints* e estimar os parâmetros do modelo dado na Equação (1), incluindo os *joinpoints*  $\tau_1, \dots, \tau_k$ . Toda a metodologia e procedimentos inferenciais envolvidos são apresentados pelos autores no artigo e os pontos principais foram resumidos na sequência desta seção.

Para determinar, por exemplo, até dois *joinpoints* é realizado o seguinte procedimento. Primeiro, realiza-se o teste da hipótese de nenhuma mudança,  $H_0: E[y|x] = \beta_0 + \beta_1 x$  contra a hipótese alternativa de que existem dois *joinpoints* definida como  $H_1: \text{existe } \tau_1 \text{ e } \tau_2 \text{ tal que } E$ .

Se a hipótese nula for rejeitada, então um procedimento similar é aplicado para testar a hipótese nula de que há apenas um *joinpoint* contra a hipótese alternativa

de que existem dois joinpoints. Uma vez que o modelo com o número adequado de joinpoints tenha sido definido, procede-se à definição de regiões de confiança para os parâmetros do modelo, inclusive para os joinpoints.

Em um contexto geral, no procedimento proposto por Kim *et al.* (2000) o número de joinpoints significativos é encontrado realizando vários testes de permutação, cada um dos quais com um nível de significância assintoticamente correto. Cada valor-p é encontrado usando métodos de Monte Carlo, e o nível de significância assintótica geral é mantido através de uma correção de Bonferroni. Inicialmente, os autores usam o método de pesquisa em grade (do inglês *grid-search method*) para ajustar a função de regressão com joinpoints desconhecidos assumindo variância constante e erros não correlacionados (Seção 2.1 do artigo), usando o método de mínimos quadrados ordinários para estimar os parâmetros da regressão. Contudo, o artigo também trata de extensões dos testes desenvolvidos para acomodar situações com variância não constante para lidar com taxas com variação de Poisson (Seção 2.2 do artigo) e também erros com possibilidade de autocorrelação (Seção 2.3 do artigo), fazendo a estimação dos parâmetros da regressão com base no método de mínimos quadrados ponderados nestes casos. A Seção 2.4 do artigo traz detalhes e discussão sobre como os testes sequenciais são realizados e como o nível de significância global é ajustado.

Na prática, a metodologia pode ser facilmente aplicada por meio do *software* denominado Jointpoint proposto pelos autores, o qual passa por atualizações rotineiras e é disponibilizado gratuitamente mediante solicitação. O método de seleção do modelo baseado no teste de permutação proposto em Kim *et al.* (2000) e implementado na versão original do Jointpoint é computacionalmente intensivo. Nas versões mais atuais, além do método baseado nos testes de permutação, o usuário pode escolher outros métodos de seleção de modelos a fim de tornar o processo de estimação menos intenso do ponto de vista computacional.

Devido à sua importância para a análise realizada neste trabalho e também com o intuito de deixar um guia prático de uso disponível aos leitores interessados em realizar um estudo similar, o *software* e algumas de suas funcionalidades serão detalhadas na Seção seguinte.

## 2.4 O Software Joinpoint

O método está implementado em um *software* chamado Joinpoint<sup>1</sup> do *National Institute of Health* dos Estados Unidos, cuja versão para desktop possui uma interface gráfica de usuário e é para uso interativo. As análises podem também ser feitas através da chamada de outro *software*, como SAS ou R. Para este trabalho, utilizou-se a versão *desktop* 5.0.2 do Joinpoint, liberada em 22 de junho de 2023.

O programa permite a análise de dados com distribuição Normal ou de Poisson com erros independentes ou autocorrelacionados e ajusta um modelo linear ou log-linear com até sete joinpoints em sua versão mais atual. Dados heterocedásticos com distribuição diferente da Poisson podem ser analisados através da inclusão dos respectivos pesos no arquivo de dados, como o recíproco da variância. Para os dados autocorrelacionados, o programa obtém os resíduos ajustando o modelo de regressão joinpoint assumindo que não há autocorrelação e estima o parâmetro de autocorrelação com base em seus resíduos. Em seguida, o modelo de regressão joinpoint é reajustado usando o método dos mínimos quadrados ponderados e o *grid-search method* é aplicado para buscar a soma mínima dos quadrados dos resíduos.

O Joinpoint permite a escolha de diferentes critérios de seleção de modelos. Tendo-se definido um número máximo de joinpoints a serem considerados, as métricas são calculadas para o modelo com cada possível número de joinpoints. O método original é baseado em testes de permutação e é mais custoso em termos do tempo computacional necessário para se obter os resultados. Como alternativa, pode-se definir o uso de algum método *data-driven* baseado no *Bayesian Information Criterion* (BIC) métrica. Dentre estas métricas, destaca-se o *Weighted Bayesian Information Criterion* (WBIC) que, em média, tem melhor desempenho em uma ampla variedade de situações segundo o tutorial do *software*. O WBIC foi o método escolhido neste trabalho, já que se se tem um número razoável de observações na série temporal, o que demanda maior esforço computacional. O modelo com menor WBIC é o que melhor se ajustou aos dados.

Além de analisar o WBIC, que fornece uma medida teórica de ajuste do modelo, pode-se combinar a medida teórica com a análise prática do resultado, prezando sempre pela parcimônia. Isto pode ser feito tanto do ponto de vista gráfico quanto pela

---

<sup>1</sup> <https://surveillance.cancer.gov/joinpoint/>

análise da capacidade preditiva do modelo, usando, por exemplo, a soma de quadrados dos resíduos (SSE) fornecida pelo *software*.

A inferência para os parâmetros de regressão  $\beta_0, \beta_1, \delta_1, \dots, \delta_k$  é feita pelo método paramétrico. Os intervalos de confiança para o caso dos *joinpoints*  $\tau_1, \dots, \tau_k$  pode ser feito tanto pelo método paramétrico ou método de quantis empíricos em versões mais recentes do *software*. Maiores detalhes podem ser encontrados nos tutoriais do Joinpoint<sup>2</sup>.

A fim ilustrar a aplicação do método através do *software* Joinpoint, foi elaborado o passo a passo para leitura e especificação do modelo dentro do *layout* implementado no *software* (APÊNDICE A).

Dentro das funcionalidades do *software* discutidas acima, a análise da série do preço do medicamento Zolpidem foi feita considerando que a variável Preço é do tipo *Crude Rate* por se tratar uma taxa (média) do preço de venda na quinzena. A taxa já estava calculada na base de dados carregada no *software*. Para a estrutura de modelagem para a variabilidade do erro foi utilizada a opção de erros homocedásticos, já que não se tem disponível estimativas de erro-padrão diferente ao longo dos períodos e que poderiam ser fornecidas.

Quanto à estrutura de correlação dos erros, explorou-se as opções de erros não correlacionados e erros com correlação de primeira ordem estimada a partir dos dados. Porém, devido ao elevado tempo computacional requerido para se obter a solução no caso da estimação de correlação de primeira ordem para os erros, esta especificação do modelo foi descartada.

Para a série de volume de vendas, a variável resposta foi definida como *Count* uma vez que se trata da contagem de unidades vendidas em cada quinzena. A variância do tipo Poisson foi selecionada e, neste caso, apenas a opção de erros não correlacionados é permitida.

O número máximo de pontos de quebra investigados foi 6 para a série de vendas e 7 para a série de preço. O valor máximo permitido na versão utilizada do *software* é 7, mas para a série de vendas o tempo computacional foi muito grande a ponto de se restringir a análise.

Os métodos paramétricos definidos pelo *software* foram considerados na estimação dos intervalos de confiança e testes de hipóteses e o WBIC foi o critério de

---

<sup>2</sup> [Intervalos de confiança APC/AAPC/Tau — Sistema de Ajuda Joinpoint \(cancer.gov\)](https://www.cancer.gov/joinpoint)

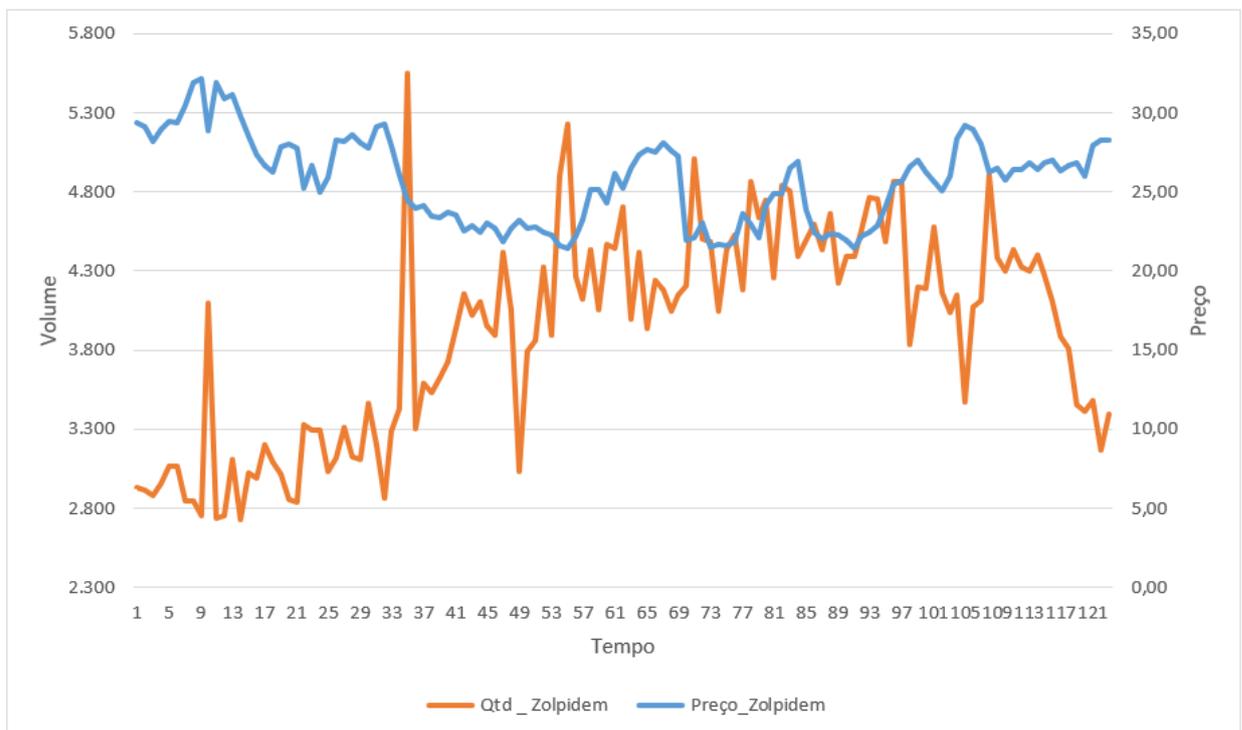
seleção de modelos selecionado. O nível de significância *default* do *software* é de 5% e não foi modificado. Este valor é utilizado pelo *software* na indicação dos termos significativos, mas o usuário pode fazer a análise para outros níveis de significância se desejado, bastando fazer a devida comparação deste com o valor-p do teste associado.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Análise Descritiva dos Dados

A Figura 2 apresenta a série temporal referente ao preço médio praticado e a quantidade do medicamento Zolpidem vendido ao longo do período analisado. A variável Tempo se refere à quinzena analisada, compreendendo o período de janeiro de 2018 a janeiro de 2023. De modo geral, o Preço variou em torno de R\$25,00 com alguns períodos de elevação mais chamativos. A quantidade vendida apresentou uma tendência de crescimento até em torno da 80ª quinzena analisada, seguindo para uma tendência de queda, mas com elevada variação.

Figura 2- Gráfico comparativo volume de vendas e preço.



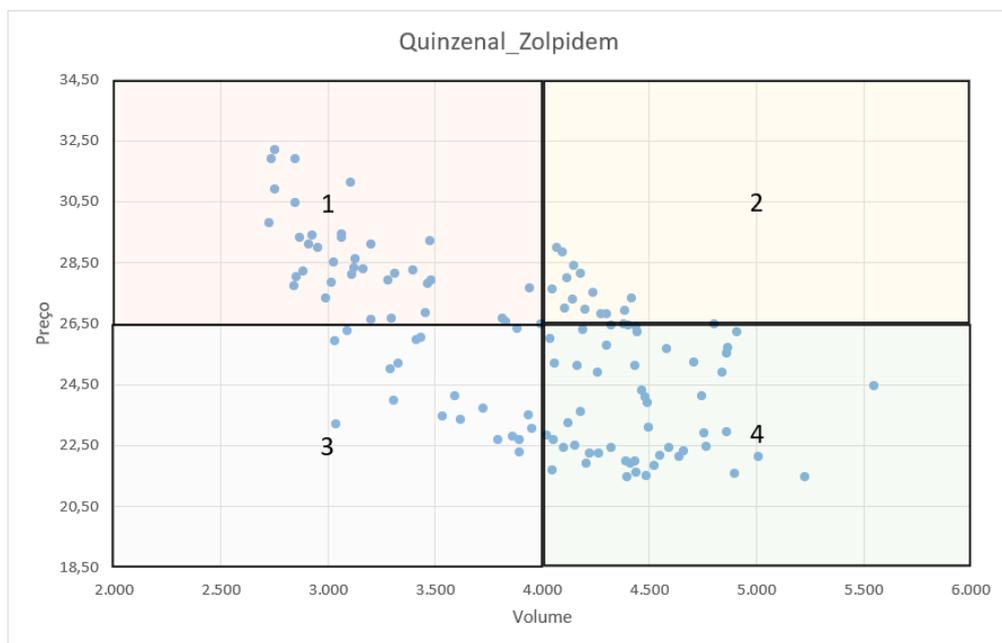
Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Adicionalmente, observa-se da Figura 2 que em alguns casos há uma variação mais abrupta no volume de vendas quando ocorre alteração elevada de preço. Por exemplo, nos períodos finais da série o preço apresenta uma leve tendência de elevação ao passo que se registrou uma queda na quantidade vendida. Também, os grandes picos de venda para cima ou para baixo no período de 1 a 55 parecem ocorrer

próximos a períodos em que houve, respectivamente, uma diminuição ou aumento mais proeminentes do preço.

No gráfico de dispersão exibido na Figura 3, tem-se a relação entre preço e volume de vendas. O Quadrante 1 engloba as quinzenas em que o preço médio de venda era mais alto, acima de R\$26,50, e o volume de vendas foi baixo, abaixo de 4 mil unidades. No Quadrante 4 tem-se as quinzenas com o preço médio abaixo de R\$26,50 e o volume de venda maior do que 4 mil unidades. Estes dois quadrantes concentram a maior porção dos dados e estão relacionados à ideia de que a quantidade vendida tende a ser afetada pelo preço. No entanto, com se tem muitos pontos dos Quadrantes 2 e 3, embora com menor concentração, a relação de menor preço com maior volume de vendas não é muito bem determinada. Além disso, observa-se alta dispersão/variabilidade dos pontos que relacionam as variáveis preço e volume de vendas.

Figura 3- Gráfico de dispersão volume e preço.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Na sequência, o software Joinpoint foi aplicado às duas variáveis de interesse a fim de identificar possíveis pontos de mudança na tendência das respectivas séries. Os pontos de mudança identificados serão comparados, numa tentativa de corroborar a hipótese de que mudanças na tendência do preço estariam relacionadas a mudanças na tendência do volume de vendas do medicamento.

### 3.2 Análise Joinpoint para o Volume de Vendas

A Tabela 2 apresenta o resultado da análise da variável quantidade/vendas através do Joinpoint. Com base no WBIC mostrou que a solução com dois pontos de quebra se ajusta melhor aos dados por ser a que minimiza o valor desta medida de qualidade de ajuste. Desta tabela, é possível ver que o modelo se torna menos parcimonioso conforme o número de pontos de quebra aumentam, já que o número de parâmetros (*Number of Parameters*) aumenta. Mas, por outro lado, a capacidade preditiva melhora, no sentido de que a soma de quadrado dos erros de previsão (*Sum of Squared Errors*) diminui. Isto é esperado, pois com mais pontos de quebra o modelo fica localmente mais específico e capta melhor as oscilações e variabilidade ao longo da série como um todo.

Tabela 2 – Resultados Joinpoint para a série de quantidade de vendas do Zolpidem, permitindo um número máximo de 6 pontos de quebra.

Test For Number of Joinpoints						
Model	Number of Joinpoints	Number of Observations	Number of Parameters	Degrees of Freedom	Sum of Squared Errors	WBIC
#1	0 Joinpoint(s)	123	2	121	9.3652082	-2.4969359
#2	1 Joinpoint(s)	123	4	119	5.0909017	-3.0103795
#3	2 Joinpoint(s) ^	123	6	117	4.2528097	-3.1000229
#4	3 Joinpoint(s)	123	8	115	4.1180719	-3.0444221
#5	4 Joinpoint(s)	123	10	113	3.6304662	-3.0645032
#6	5 Joinpoint(s)	123	12	111	3.4636575	-3.0102583
#7	6 Joinpoint(s)	123	14	109	3.3847769	-2.9287261

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

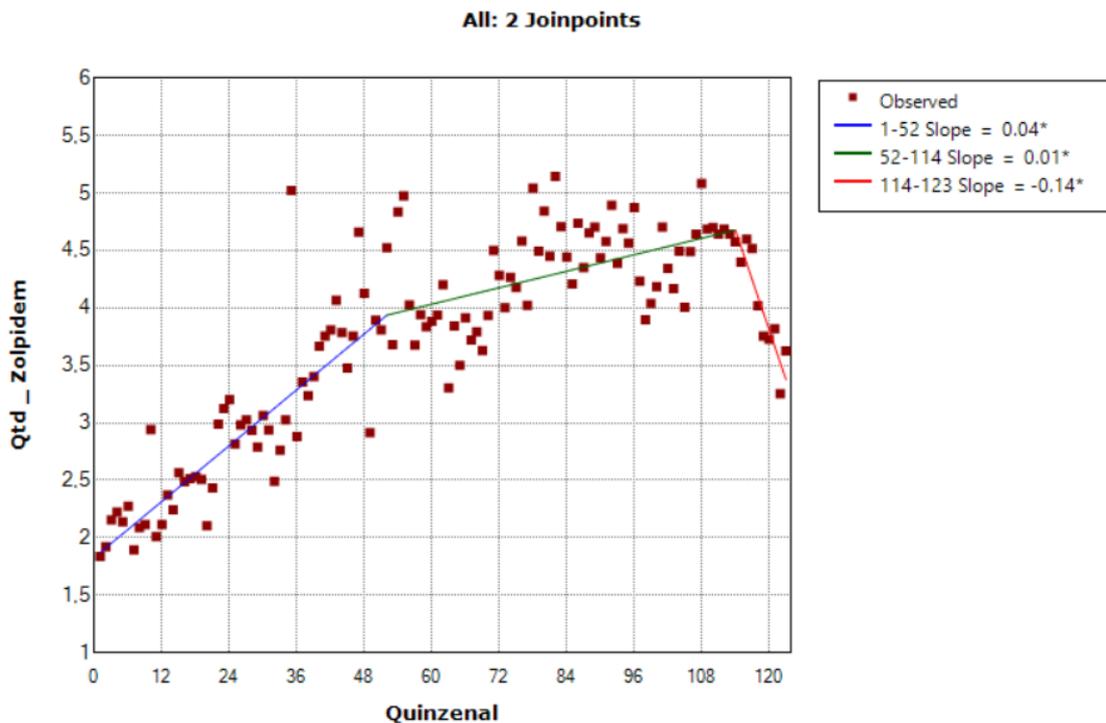
A Figura 4 apresenta o resultado para o melhor modelo segundo o WBIC. As mudanças na inclinação do modelo foram identificadas na 52<sup>a</sup> e na 114<sup>a</sup> quinzena analisada. Estima-se que o volume aumentou, em média, 0,04 unidades da 1<sup>a</sup> para a 52<sup>a</sup> quinzena, ficou praticamente estável da 52<sup>a</sup> para a 114<sup>a</sup> (inclinação estimada de 0,01), mas passou a cair da 114<sup>a</sup> quinzena em diante com um fator de 0,14 unidade de uma quinzena para a outra, em média. Todos os coeficientes estimados e os seus respectivos testes de significâncias para os parâmetros do ajuste com dois joinpoints podem ser acessados na Tabela 3. Tem-se que as inclinações dos três segmentos de reta são significativamente diferentes de zero ao nível de 5% de significância, também como indica os símbolos “\*” na legenda da Figura 4.

Tabela 3 – Resultados para a série de quantidade de vendas do Zolpidem com 2 pontos de quebra.

Estimated Joinpoints				
Joinpoint	Estimate	Lower CI	Upper CI	
1	52	38	61	
2	114	107	118	
Estimated Regression Coefficients (Beta)				
Standard Parameterization				
Parameter	Parameter Estimate	Standard Error	Test Statistic (t)	Prob >  t
Intercept 1	1.832965	0.082505	22.216526	0.000000
Slope 1	0.040461	0.003040	13.309673	0.000000
Slope 2 - Slope 1	-0.028528	0.004171	-6.839127	0.000000
Slope 3 - Slope 2	-0.156388	0.049108	-3.184587	0.001866
General Parameterization				
Parameter	Parameter Estimate	Standard Error	Test Statistic (t)	Prob >  t
Intercept 1	1.832965	0.082505	22.216526	0.000000
Intercept 2	3.316404	0.239778	13.831173	0.000000
Intercept 3	21.144617	5.847342	3.616107	0.000445
Slope 1	0.040461*	0.003040	13.309673	0.000000
Slope 2	0.011934*	0.002856	4.178231	0.000057
Slope 3	-0.144454*	0.049025	-2.946564	0.003891

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Figura 4 – Ajuste do Joinpoint com 2 pontos de quebra para a série de quantidade de vendas do Zolpidem. A legenda traz o ponto de quebra e estimativa da inclinação da reta no intervalo.

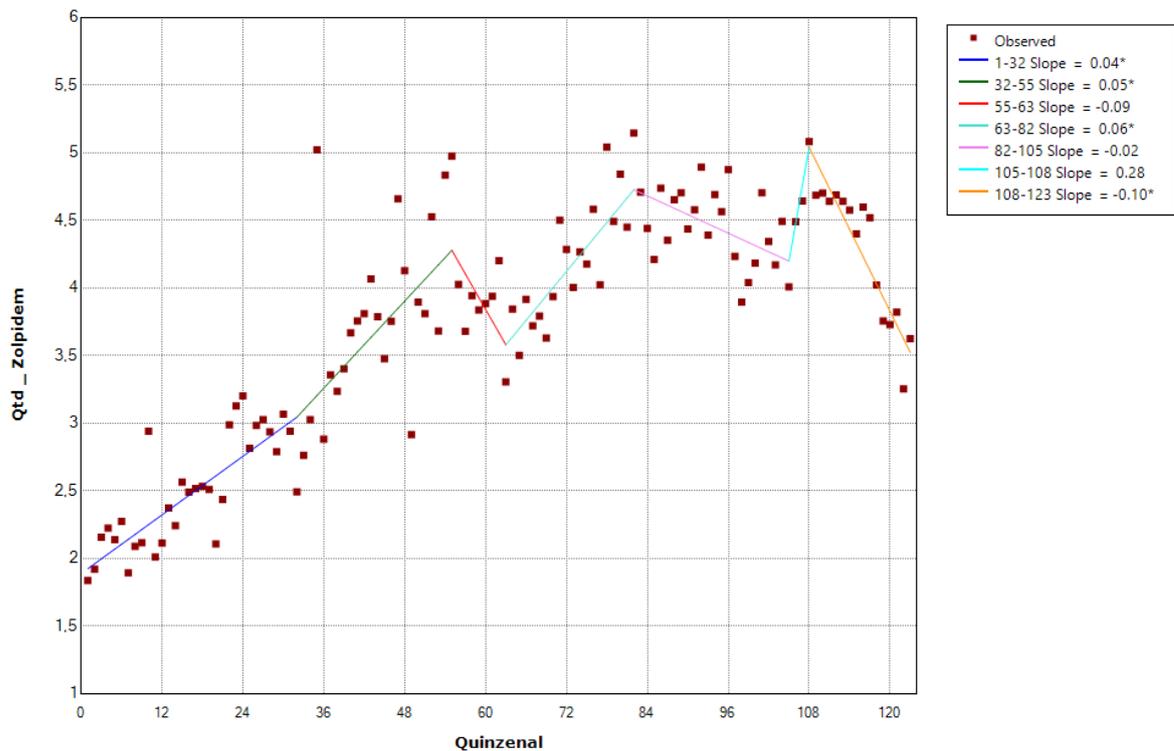


Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

A solução discutida acima (Tabela 2 e Figura 4) considera apenas o ponto de vista estatístico, ou seja, medidas de qualidade do ajuste e significância estatística. No entanto, do ponto de vista prático, mostra-se interessante a exploração de soluções com um número maior de pontos de mudança. Isto se justifica, primeiramente, pelo fato de serem notadas na Figura 4 outras regiões em que há um padrão de mudança, isto é, sequências de quinzenas em que a quantidade de vendas decresce seguidas de uma sequência de quinzenas em que ela aumenta. Por exemplo, possivelmente entre as quinzenas 60 a 84 (aumento) e entre a quinzena 84 e 105 (decréscimento). Em segundo lugar, dada a relação notada entre as séries de vendas e preço na Figura 2, a identificação de um número maior de pontos de mudança poderia permitir uma melhor análise das possíveis relações entre mudanças simultâneas nas séries de preços e vendas, um dos objetivos do estudo. Com isso resolvemos analisar também o resultado com um maior número de pontos de quebra.

Ao explorar as possíveis soluções (usando entre 3 e 6 pontos de quebra), optamos por considerar a análise das tendências com 6 pontos de quebra (Figura 5). Foram identificados quatro segmentos de reta com inclinação positiva e três com inclinação negativa, sendo que dentre todos eles apenas quatro foram indicados como sendo significativamente diferentes de zero a um nível de 5% (Tabela 4). A 10% de significância, a inclinação do quinto segmento também seria significativamente diferente de zero (valor- $p=0,0581$ ).

Figura 5 – Ajuste do Joinpoint com 6 pontos de quebra para a série de quantidade de vendas do Zolpidem. A legenda traz o ponto de quebra e estimativa da inclinação da reta no intervalo.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Por fim, ainda com relação à análise da Tabela 4, vemos a indicação de não significância (valor- $p=0,149301$ ) entre a diferença de inclinação entre o primeiro (quinzenas 1-32) e segunda (quinzenas 32-55) segmentos de reta. Este caso é corroborado pela análise gráfica (Figura 5) e o teste pode ser confiável pois ambos os seguimentos contêm um número razoável de pontos. Isto é, a estimativa do erro-padrão do estimador pode ser robusta. Já no caso da comparação entre a inclinação dos antepenúltimo (quinzenas 82-105) com o penúltimo segmento (quinzenas 105-108), embora graficamente evidente a mudança de sentido, o teste não indica significância na diferença (valor- $p=0,554974$ ) muito provavelmente devido ao alto erro-padrão estimado para o penúltimo segmento que tem apenas quatro observações. O mesmo vale para a comparação entre os dois últimos segmentos (valor- $p=0,458315$ ).

Esta análise da significância individual da inclinação em cada segmento identificado pelo *software* e, mais importante, a análise da significância da diferença da inclinação entre segmentos subsequentes permite identificar uma característica relevante do teste de significância paramétrico adotado: o efeito do tamanho da

amostra (ou quantidade de pontos) do segmento. Em alguns casos, embora a inclinação possa ser visivelmente marcante, o teste indica que ela não é significativa, o que ocorrer por um efeito da amostra de tamanho pequeno entre o ponto inicial e final do segmento levando a um erro-padrão (*Standard Error*) elevado. Este pode ser o caso, por exemplo, no penúltimo segmento de reta entre 105<sup>a</sup> e 108<sup>a</sup> quinzena.

Esse tipo de análise se mostra importante para evidenciar a relevância de se mesclar a análise estatística com a consideração do problema prático em mãos. No caso do penúltimo segmento (associado ao *Slope 6*), por exemplo, o crescimento da quantidade de vendas da quinzena inicial até a quinzena final do intervalo pode estar relacionado a uma mudança possível na série de preço, mas que se olharmos apenas para a significância estatística não seria possível de se considerar.

Tabela 4 – Resultados do ajuste com 6 pontos de quebra para a série de quantidade de vendas do Zolpidem, incluindo significância dos coeficientes de cada segmento de reta identificado e da diferença nas inclinações de segmentos subsequentes.

Estimated Joinpoints				
Joinpoint	Estimate	Lower CI	Upper CI	
1	32	3	63	
2	55	6	78	
3	63	22	98	
4	82	31	115	
5	105	34	118	
6	108	103	121	

Estimated Regression Coefficients (Beta)				
Standard Parameterization				
Parameter	Parameter Estimate	Standard Error	Test Statistic (t)	Prob >  t
Intercept 1	1.888654	0.092064	20.514555	0.000000
Slope 1	0.036104	0.005339	6.762414	0.000000
Slope 2 - Slope 1	0.017542	0.012074	1.452863	0.149301
Slope 3 - Slope 2	-0.141055	0.064994	-2.170269	0.032284
Slope 4 - Slope 3	0.147763	0.065972	2.239765	0.027255
Slope 5 - Slope 4	-0.083300	0.019719	-4.224394	0.000052
Slope 6 - Slope 5	0.303326	0.512148	0.592261	0.554974
Slope 7 - Slope 6	-0.381457	0.512419	-0.744425	0.458315

General Parameterization				
Parameter	Parameter Estimate	Standard Error	Test Statistic (t)	Prob >  t
Intercept 1	1.888654	0.092064	20.514555	0.000000
Intercept 2	1.327298	0.470608	2.820388	0.005755
Intercept 3	9.085332	3.780920	2.402942	0.018053
Intercept 4	-0.223724	1.132246	-0.197593	0.843753
Intercept 5	6.606896	1.123992	5.878063	0.000000
Intercept 6	-25.242295	54.525213	-0.462947	0.644379
Intercept 7	15.955111	2.390818	6.673495	0.000000
Slope 1	0.036104*	0.005339	6.762414	0.000000
Slope 2	0.053646*	0.010830	4.953543	0.000003
Slope 3	-0.087409	0.064086	-1.363939	0.175560
Slope 4	0.060354*	0.015665	3.852791	0.000203
Slope 5	-0.022946	0.011977	-1.915914	0.058149
Slope 6	0.280379	0.512008	0.547607	0.585147
Slope 7	-0.101078*	0.020514	-4.927289	0.000003

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

### 3.3 Análise Joinpoint para Preço

A Tabela 5 apresenta o resultado da análise da variável preço através do *software* Joinpoint, considerando modelo homocedástico e com erros não correlacionados. Com base no WBIC, a solução com sete pontos de quebra ajusta-se melhor aos dados. Novamente, fica evidente a propriedade de que com mais pontos de quebra o modelo fica localmente mais específico e capta melhor as oscilações e variabilidade ao longo da série como um todo, ou seja, apresenta menores erros de predição (*Sum of Squared Errors*). Uma diferença a se ressaltar para a análise do preço comparado à análise do volume de vendas foi que o programa identificou mais pontos de quebra significativos.

Tabela 5 – Resultados Joinpoint para a série de preço do Zolpidem, permitindo um número máximo de 7 pontos de quebra.

Test For Number of Joinpoints						
Model	Number of Joinpoints	Number of Observations	Number of Parameters	Degrees of Freedom	Sum of Squared Errors	WBIC
#1	0 Joinpoint(s)	123	2	121	812,4710185	1,9661428
#2	1 Joinpoint(s)	123	4	119	390,9663524	1,3332279
#3	2 Joinpoint(s)	123	6	117	370,0814349	1,3540228
#4	3 Joinpoint(s)	123	8	115	207,7575686	0,9355048
#5	4 Joinpoint(s)	123	10	113	196,6770702	0,9903097
#6	5 Joinpoint(s)	123	12	111	164,1166310	0,9216761
#7	6 Joinpoint(s)	123	14	109	140,6617948	0,8799294
#8	7 Joinpoint(s) ^	123	16	107	124,5000979	0,8744991

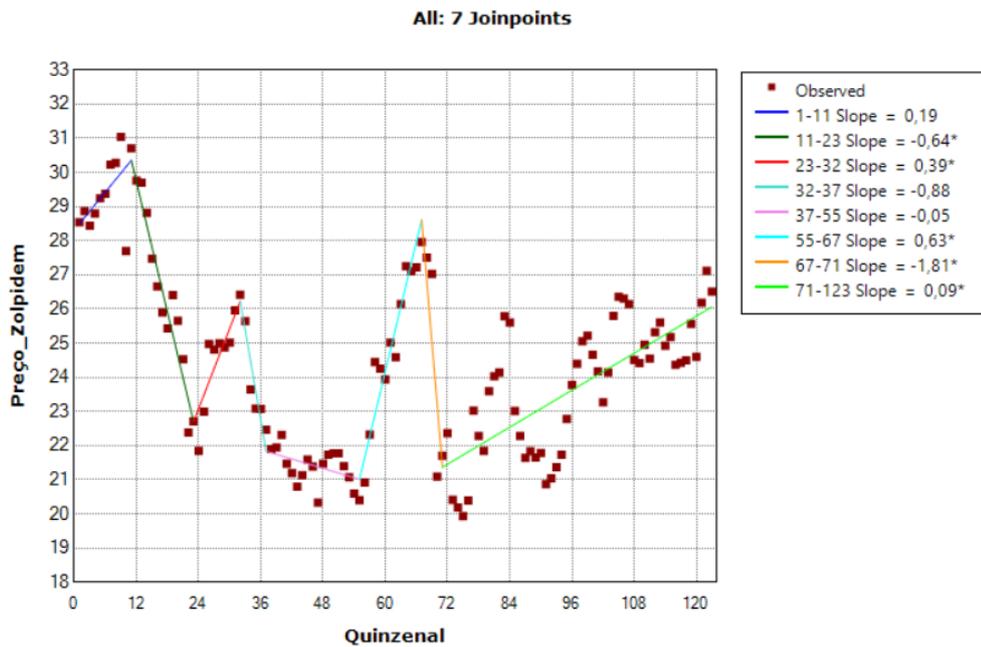
Estimated Joinpoints						
Joinpoint	Estimate	Lower CI	Upper CI			
1	11	3	17			
2	23	10	27			
3	32	22	57			
4	37	26	69			
5	55	46	76			
6	67	64	86			
7	71	69	121			

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

A Figura 6 apresenta o resultado para o melhor modelo segundo o WBIC. As mudanças significativas de inclinação do modelo foram identificadas na 23<sup>a</sup>, 32<sup>a</sup>, 55<sup>a</sup>, 67<sup>a</sup> e na 71<sup>a</sup> quinzena analisada. Todos os coeficientes estimados e os seus testes de significâncias para os parâmetros do ajuste com sete pontos de quebra podem ser acessados na Tabela 6. Tem-se que as inclinações de cinco dos oito segmentos de reta são significativamente diferentes de zero ao nível de 5% de significância, também

como indica os símbolos “\*” na legenda da Figura 6. Para o 5º segmento, a inclinação pode ser considerada estatisticamente diferente de zero com 10% de significância (valor-p=0,0737). Para o primeiro segmento, o alto erro-padrão, associado a amostra pequena, pode ter influenciado no resultado do teste (valor-p=0,1246), visto que visualmente a mudança de sentido na tendência da série é bem evidente.

Figura 6 – Ajuste do Joinpoint com 7 pontos de quebra para a série de preço do Zolpidem. A legenda traz o ponto de quebra e estimativa da inclinação da reta no intervalo.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Ainda sobre os resultados na Tabela 6, tem-se que todas as mudanças de inclinação podem ser consideradas significativas com 10% de significância, sendo a diferença entre o 4º e 5º segmento a que apresentou maior valor-p (0,0917).

Tabela 6 – Resultados do ajuste com 7 pontos de quebra para a série de preço de vendas do Zolpidem, incluindo significância dos coeficientes de cada segmento de reta identificado e da diferença nas inclinações de segmentos subsequentes.

<b>Estimated Regression Coefficients (Beta)</b>				
<b>Standard Parameterization</b>				
Parameter	Parameter Estimate	Standard Error	Test Statistic (t)	Prob >  t
Intercept 1	28,313676	0,741714	38,173303	0,000000
Slope 1	0,185126	0,119538	1,548682	0,124617
Slope 2 - Slope 1	-0,822748	0,158134	-5,202854	0,000001
Slope 3 - Slope 2	1,029407	0,196940	5,227009	0,000001
Slope 4 - Slope 3	-1,269352	0,513656	-2,471209	0,015156
Slope 5 - Slope 4	0,831820	0,488532	1,702693	0,091732
Slope 6 - Slope 5	0,678658	0,116646	5,818075	0,000000
Slope 7 - Slope 6	-2,443574	0,774695	-3,154240	0,002125
Slope 8 - Slope 7	1,900978	0,767813	2,475836	0,014972
<b>General Parameterization</b>				
Parameter	Parameter Estimate	Standard Error	Test Statistic (t)	Prob >  t
Intercept 1	28,313676	0,741714	38,173303	0,000000
Intercept 2	37,363904	1,790080	20,872759	0,000000
Intercept 3	13,687541	4,623208	2,960615	0,003835
Intercept 4	54,306796	16,760816	3,240105	0,001623
Intercept 5	23,529447	2,486623	9,462410	0,000000
Intercept 6	-13,796736	6,323382	-2,181860	0,031462
Intercept 7	149,922733	52,978253	2,829892	0,005628
Intercept 8	14,953323	0,989667	15,109454	0,000000
Slope 1	0,185126	0,119538	1,548682	0,124617
Slope 2	-0,637622*	0,103523	-6,159227	0,000000
Slope 3	0,391785*	0,167536	2,338513	0,021351
Slope 4	-0,877566	0,485566	-1,807306	0,073721
Slope 5	-0,045746	0,053753	-0,851040	0,396781
Slope 6	0,632912*	0,103523	6,113733	0,000000
Slope 7	-1,810662*	0,767747	-2,358410	0,020298
Slope 8	0,090315*	0,010032	9,002486	0,000000

\* Indicates that the Slope is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Do ponto de vista prático, ao se analisar a Figura 6, percebe-se nitidamente diversas oscilações do preço no período que vai da 71<sup>a</sup> à 123<sup>a</sup> quinzena. No entanto, devido às restrições quanto ao número máximo de joinpoints permitidos para o ajuste no software utilizado, nenhuma das soluções identificou uma quebra dentro deste período. Ou seja, ao se considerar a série completa, a evidência da significância dos pontos de mudança identificados na Figura 6 são dominantes em relação aquelas ocorridas possivelmente entre a 71<sup>a</sup> e 123<sup>a</sup> quinzenas. Tal fato nos remete a uma análise mais detalhada da parte final da série de preço.

Explorando o período da 73<sup>a</sup> à 123<sup>a</sup> quinzena, obteve-se o resultado exibido nas Tabelas 7 e 8 e na Figura 7. Embora o melhor ajuste segundo o WBIC seja com apenas três pontos de quebra (Tabela 7), o caso com seis pontos de quebra se mostrou interessante e condizente visualmente com o que se observa na parte final da série e, por isto, este resultado foi escolhido para análise.

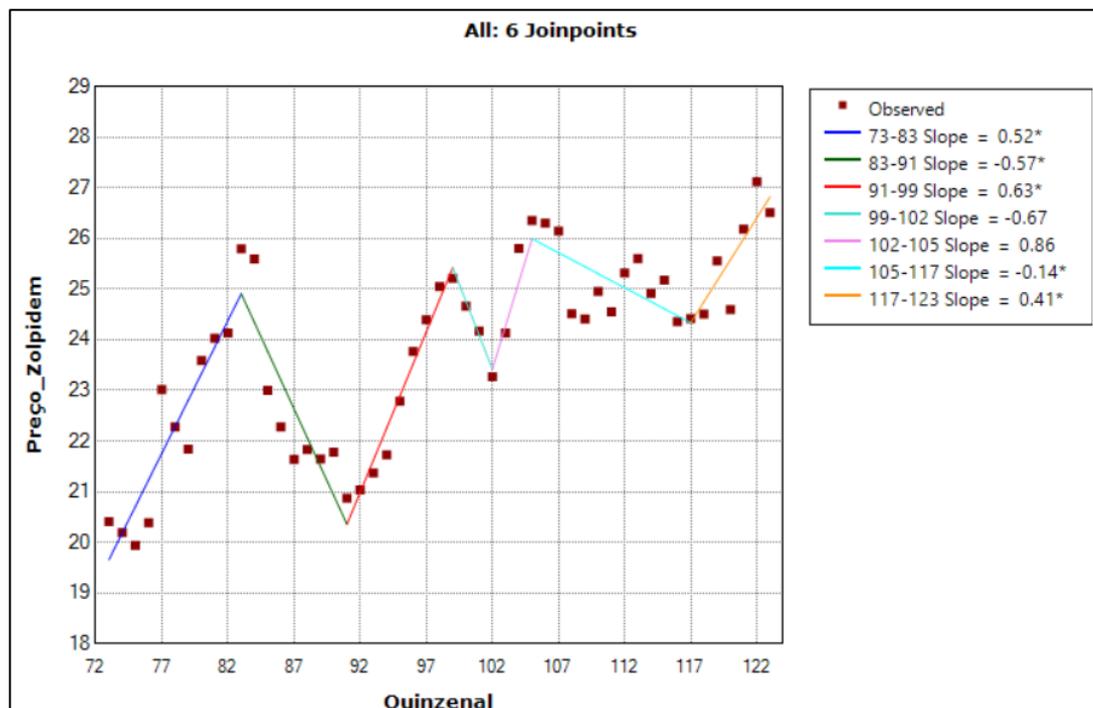
Tabela 7 – Resultados Joinpoint para a série de preço do Zolpidem da 73<sup>a</sup> à 123<sup>a</sup> quinzena, permitindo um número máximo de 7 pontos de quebra.

Test For Number of Joinpoints						
Model	Number of Joinpoints	Number of Observations	Number of Parameters	Degrees of Freedom	Sum of Squared Errors	WBIC
#1	0 Joinpoint(s)	51	2	49	86.5240908	0.6827865
#2	1 Joinpoint(s)	51	4	47	78.6392040	0.7484488
#3	2 Joinpoint(s)	51	6	45	48.6655714	0.5340166
#4	3 Joinpoint(s) ^	51	8	43	29.1573648	0.2465316
#5	4 Joinpoint(s)	51	10	41	24.7920500	0.3015006
#6	5 Joinpoint(s)	51	12	39	21.6230018	0.4233964
#7	6 Joinpoint(s)	51	14	37	17.5013257	0.4465692
#8	7 Joinpoint(s)	51	16	35	14.4183081	0.4850832

^ Selected Model

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Figura 7 – Ajuste do Joinpoint com 6 pontos de quebra para a série de preço do Zolpidem da 73<sup>a</sup> à 123<sup>a</sup> quinzena. A legenda traz o ponto de quebra e estimativa da inclinação da reta no intervalo.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Tabela 8 – Resultados do ajuste com sete pontos de quebra para a série de preço de vendas do Zolpidem da 73ª à 123ª quinzena, incluindo significância dos coeficientes de cada segmento de reta identificado e da diferença nas inclinações de segmentos subsequentes.

Estimated Joinpoints					
Joinpoint	Estimate	Lower CI	Upper CI		
1	83	75	85		
2	91	78	95		
3	99	82	107		
4	102	88	115		
5	105	95	118		
6	117	100	121		
Estimated Regression Coefficients (Beta)					
Standard Parameterization					
Parameter	Parameter Estimate	Standard Error	Test Statistic (t)	Prob >  t	
Intercept 1	-18.653650	5.939581	-3.140567	0.003691	
Slope 1	0.524853	0.076587	6.853018	0.000000	
Slope 2 - Slope 1	-1.093920	0.152145	-7.189976	0.000000	
Slope 3 - Slope 2	1.202653	0.185917	6.468765	0.000000	
Slope 4 - Slope 3	-1.301790	0.992525	-1.311594	0.199288	
Slope 5 - Slope 4	1.526087	1.391275	1.096898	0.281134	
Slope 6 - Slope 5	-0.996074	0.986013	-1.010203	0.320218	
Slope 7 - Slope 6	0.552934	0.179029	3.088521	0.004220	
General Parameterization					
Parameter	Parameter Estimate	Standard Error	Test Statistic (t)	Prob >  t	
Intercept 1	-18.653650	5.939581	-3.140567	0.003691	
Intercept 2	72.141712	11.440315	6.305920	0.000001	
Intercept 3	-37.299717	12.491765	-2.985944	0.005480	
Intercept 4	91.577499	98.871118	0.926231	0.361481	
Intercept 5	-64.083364	101.822422	-0.629364	0.533722	
Intercept 6	40.504387	7.365222	5.499412	0.000005	
Intercept 7	-24.188899	20.039858	-1.207039	0.236547	
Slope 1	0.524853*	0.076587	6.853018	0.000000	
Slope 2	-0.569067*	0.131463	-4.328717	0.000145	
Slope 3	0.633586*	0.131463	4.819498	0.000036	
Slope 4	-0.668204	0.983780	-0.679221	0.502038	
Slope 5	0.857883	0.983780	0.872027	0.389898	
Slope 6	-0.138191*	0.066326	-2.083493	0.045543	
Slope 7	0.414743*	0.166289	2.494109	0.018169	
* Indicates that the Slope is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level					
Confidence Intervals: Parametric method					

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Embora a análise acima não se atém aos resultados dos testes de significância estatística, os quais, a propósito, podem ser influenciados pelo pequeno tamanho de amostra em alguns dos segmentos, esta análise traz *insights* que facilitam uma identificação de possível relação com as mudanças de tendência identificadas na série de vendas. Com o intuito de comparar as mudanças encontradas nas duas séries de dados, foi montado um quadro comparativo (Quadro 1).

Quadro 1 –Comparativo entre os resultados para as séries de Preço e Volume de Vendas.

Ponto de Quebra Estimado	Série de Preço			Série de Volume de Vendas		
	IC95% do Ponto de Quebra	Diferença Estimada para a Inclinação	Sentido da Diferença Estimada	IC95% do Ponto de Quebra	Diferença Estimada para a Inclinação	Sentido da Diferença Estimada
11	3 - 17	0,1851	↑			
23	10 - 27	-0,8227	↓			
32	22 - 57	1,0259	↑	6 - 63	0,03610	↑
37	26 - 69	-1,2693	↓			
55	46 - 76	0,8318	↑	6 - 78	0,01754	↑
63				22 - 98	-0,14105	↓
67	64 - 86	0,6786	↑			
71	69 - 121	-2,4435	↓			
82				31 - 115	0,14776	↑
83	75 - 85	0,5248	↑			
91	78 - 95	-1,0939	↓			
99	95 -118	1,2026	↑			
102	88 - 115	-1,3017	↓			
105	95 - 118	1,5260	↑	34 -118	-0,08330	↑
108				103-121	0,30332	↓
117	100 - 121	-0,9960	↓			

Legenda: IC95%=Intervalo de 95% Confiança. Setas para cima=mudança de uma inclinação negativa para inclinação positiva. Setas para baixo=mudança de inclinação positiva para inclinação negativa.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Com base no Quadro 1, podemos verificar em que tivemos um mesmo ponto de quebra tanto para preço quanto para volume, mas com comportamentos diferentes. Na qual no ponto 32 a uma inclinação positiva para ambos os casos, no entanto, no ponto 55 temos uma inclinação negativa para o preço e comportamento com positivo para o volume e já no ponto 105 o inverso uma inclinação positiva no preço e uma tendência negativa no volume. Concluindo que o subsegmento é sensível a preço quando há uma alteração.

#### 4. CONCLUSÃO

Ao analisar através do programa Joinpoint para entender o comportamento na tendência entre quantidade vendida e preço conseguimos observar inúmeros comportamentos na composição estudada. No entanto nos deparamos com limitações de conteúdos publicados sobre o assunto devido a uma exposição de estratégia de empresas e a até mesmo do próprio Joinpoint (tempo), com isso limitamos a escolha de somente um subsegmento para análise.

Juntamente aos números de quebra em consequência ao longo tempo de espera de processamento criamos um tutorial para auxiliar novas análises e facilitar o entendimento do público ao programa.

Apesar disso, conseguimos verificar que o zolpidem é um subsegmento sensível a preço em que aumentamos ou diminuimos o preço a uma alteração no volume de venda. Impactando assim na percepção do consumidor final e trazendo ideias de que precisamos manter um preço mais estável e alinhado junto ao mercado.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, J.L; CARDOSO, M.R. Uso da análise de séries temporais em estudos epidemiológicos. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, n. 3, p. 565-576, 2015.

BARBOSA, M. B. M. *et al.* Perfil de consumo de benzodiazepínicos durante a pandemia do covid-19. **Revista Foco**, v. 16, n.6, p.e2364-e2364, 2023

BAUDRILLARD, J. **A sociedade de consumo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elfos,1995.

CHARLES, F. *et al.* **Medicamentos Lexi-comp Mole**. 1. ed. Brasileira: Manole,2009.

COBRA, M. **Marketing básico: uma abordagem brasileira**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1997.

FURTADO, W. Decisão de compra: fatores iguais, pesos diferentes; visão do consumidor, sobre as pequenas e grandes redes de farmácia. **Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade**, v. 1, n. 1, p. 35-47, 2011.

GEORGE, J B. *et al.* Padrão temporal da cura, mortalidade e abandono do tratamento da tuberculose em capitais brasileiras. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 27, p. e3218 2019.

JUNIOR, C. M. S. *et al.* zolpidem: aumento do seu uso associado ao cenário pandêmico da covid-19. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 5, p. 955-982, 2023.

KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. **Princípios de marketing**. 15. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

MATEEIL, D.; OLIVEIRA, P. A. Comportamento do consumidor: fatores que influenciam no processo de decisão de compra dos consumidores finais. **Revista de Ciências Empresariais**, v. 3, n. 2, p.27-37, jul./dez. 2006

LATORRE, M. R. O. Análise de séries temporais em epidemiologia: uma introdução sobre os aspectos metodológicos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 4, n. 3, p. 145-152, 2001.

KIM, H. *et al.* Permutation Tests for Joinpoint Regression with applications to cancer rates. **Statistics in Medicine**, v. 19, p. 335-351, 2000.

SOUZA, A. A. S. *et al.* **Formação de Preços no Varejo: Estudo de caso em Belo Horizonte/MG.** Disponível em [https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos06/483\\_Formacao\\_precos\\_varejo.pdf](https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos06/483_Formacao_precos_varejo.pdf).

TARIGO, R. T. *et al.* **Processo de Decisão de Compra do Consumidor: O Caso de Uma Empresa Varejista.** Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/mostraucsppga/xvimostrappga/paper/view/4746/1735>

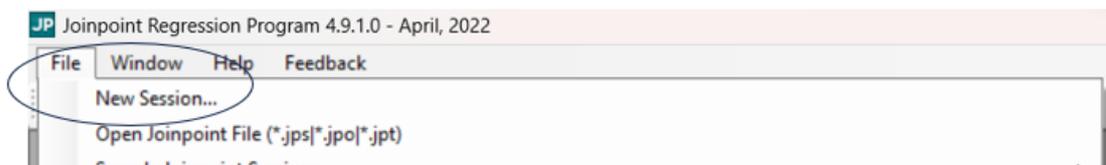
## APÊNDICE A

### TUTORIAL PARA USO DO SOFTWARE JOINPOINT

Esta seção fornece um breve tutorial sobre o uso e para fins de visualização do *layout* do *software* Jointpoint. O processo de leitura dos dados até a definição dos métodos é demonstrado por etapas. Ao feito, define-se as especificações utilizadas nas análises dos dados de preço e venda do medicamento Zolpidem.

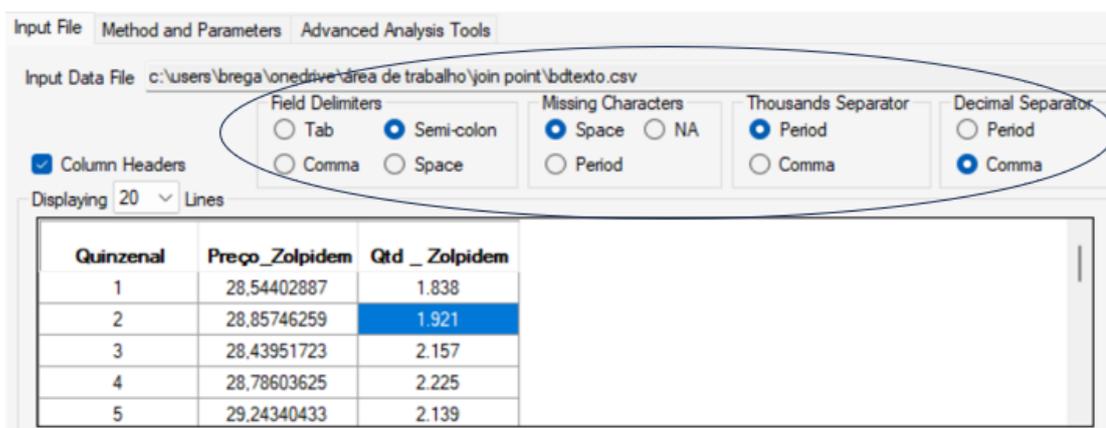
#### 1º Passo – Leitura/Carregamento dos Dados

Ao clicar em “File” e posteriormente em “New Session” será aberta uma tela para seleção do arquivo (Excel, bloco de notas, etc.) a partir do qual os dados serão importação.

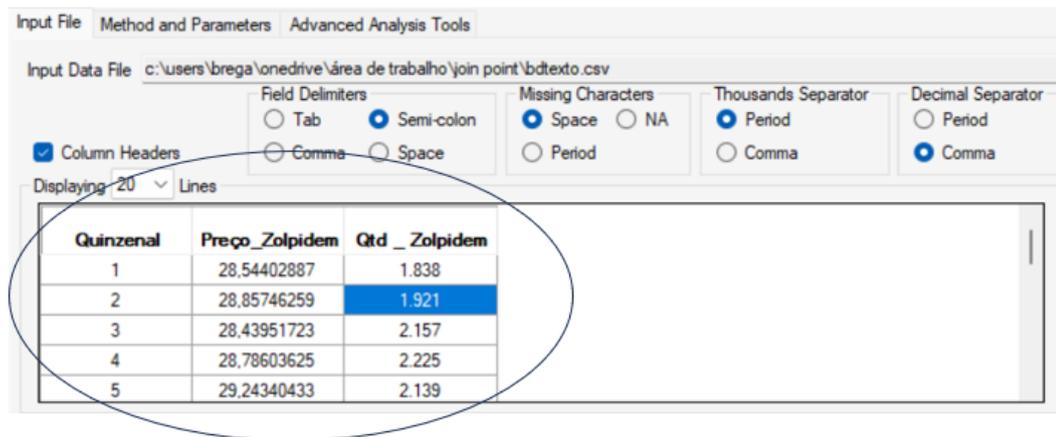


#### 2º Passo – Formatar as informações de acordo com a base de dados

Após a importação dos dados, deve-se seguir com a formatação dos campos com suas respectivas informações como, por exemplo: separador de casas decimais, limitação dos campos, etc. As opções de formatação serão exibidas na parte superior do *software*.

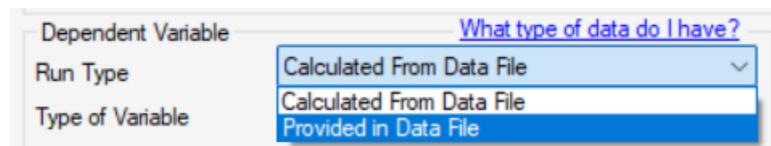


Após a conclusão dos passos anteriores é possível visualizar as alterações realizadas logo abaixo das opções de formatação.

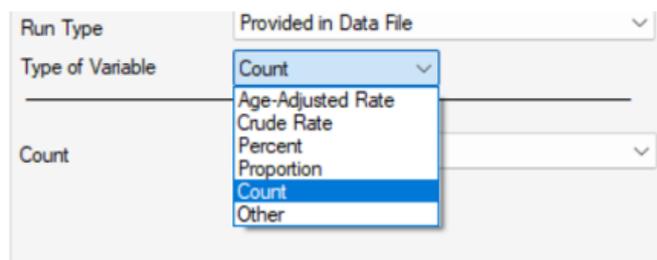


### 3º Passo – Definição da variável dependente de acordo com as opções para análise

Com base nos dados importados, pode-se fornecer os valores da variável dependente diretamente do conjunto de dados de entrada caso eles já estejam disponíveis em uma coluna da base de dados (“Provided in data File”) ou fazer com que o Joinpoint os calcule a partir de outras variáveis no conjunto de dados de entrada (“Calculated from Data File”).

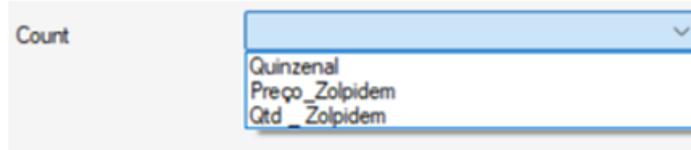


O usuário também deve especificar o tipo correspondente à variável dependente de acordo com as opções disponíveis no campo “Type of Variable” do *software*.



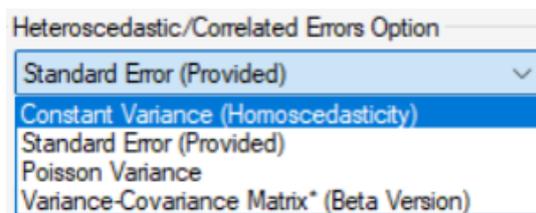
#### 4º Passo – Selecionar a variável dependente

Caso a variável dependente esteja disponível diretamente no banco de dados, o usuário deve especificar o seu nome no campo apropriado. Ao clicar no campo, aparecerão os nomes de todas as colunas presentes na base de dados.



#### 5º Passo – Selecionar a estrutura de modelagem para a variabilidade do erro

O programa Joinpoint fornece em “Heteroscedastic/Correlated Errors Option” as opções para seleção do tipo de erro, como mostrado na figura abaixo.



Para os tipos de erros o *software* fornece as seguintes tratativas, cuja descrição mais completa pode ser encontrada em seus tutoriais<sup>3</sup>:

- Variância Constante (Homocedasticidade): lida com uma situação em que há erros homogêneos. Isso indica um modelo em que os erros são assumidos como tendo variância constante.
- Erro padrão (fornecido): lida com uma situação em que há erros heterocedásticos de acordo com a estrutura de variância fornecida, ou seja, é necessário ter a estimativa de variância no banco de dados.
- Variância de Poisson: lida com erros não correlacionados, mas heterocedásticos, com base em erros típicos no contexto de uma distribuição de Poisson.
- Matriz de variância-covariância: esta opção está disponível apenas na versão paga do *software*.

<sup>3</sup> [Opção de erros heteroscedásticos/correlacionados — Sistema de Ajuda Joinpoint \(cancer.gov\)](#)

### 6º Passo – Selecionar a estrutura de modelagem para autocorrelação dos erros

Uma vez escolhido o tipo de erro (5º passo) é selecionada a estrutura de modelagem para a correlação do erro.

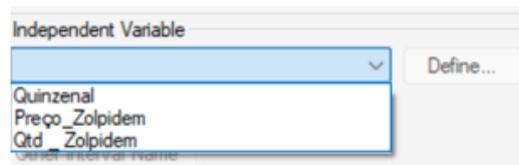


Tem-se as seguintes opções:

- Não correlacionado: assume-se que os erros aleatórios no modelo de regressão não estão correlacionados e estima-se os coeficientes de regressão por mínimos quadrados ordinários.
- Autocorreção de primeira ordem a partir dos dados: o parâmetro de autocorrelação é estimado para o modelo com o número máximo de joinpoints padrão do *software* ou o máximo definido pelo usuário.
- Autocorreção de primeira ordem com correlação fornecida: o programa então assume que os erros aleatórios são autocorrelacionados e estima os coeficientes de regressão por mínimos quadrados ponderados. É necessário fornecer a estimativa da autocorrelação.

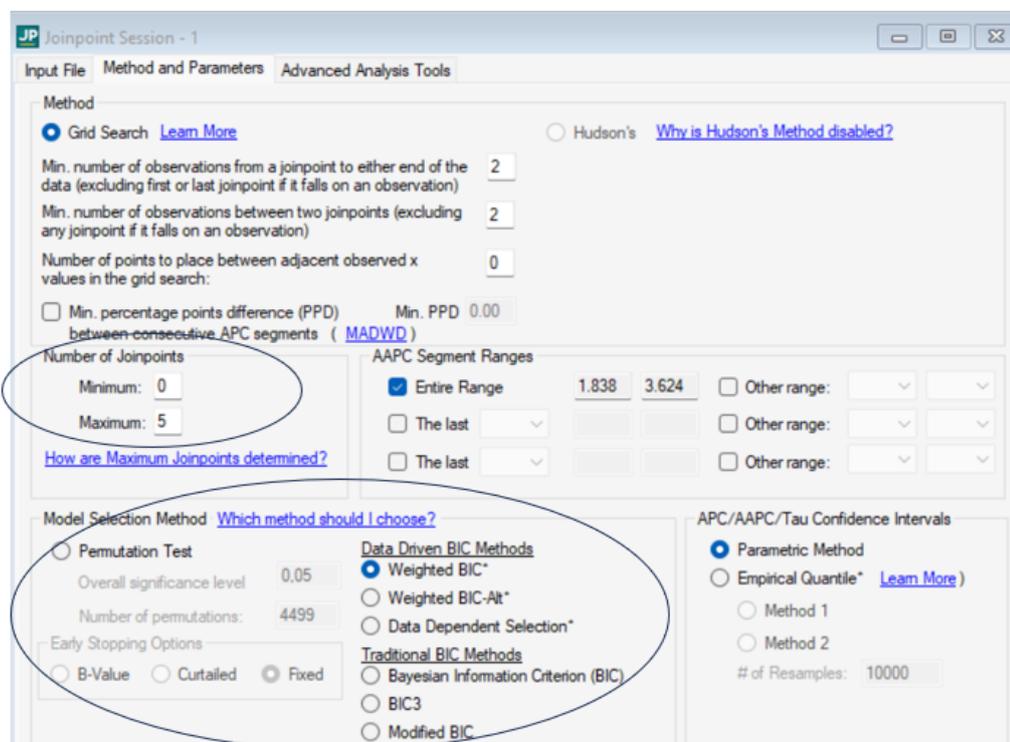
### 7º Passo – Selecionar a variável independente

Da mesma forma feita no 4º passo, seleciona-se com base a variável independente, a qual refere à unidade temporal em que os dados foram medidos. Os tipos anual, mensal e trimestral estão disponíveis no software, mas o usuário pode definir um novo tipo de espaçamento temporal de acordo com o problema.



### 8º Passo – Selecionar o método e parâmetros

Na aba “Method and Parameters”, pode-se parametrizar a análise em dois momentos. Em um primeiro momento seleciona-se o máximo de número de joinpoints desejados na sessão “Number of Joinpoint”. Em um segundo momento, na sessão “Model Selection Method”, deve-se escolher a definição do método de avaliação do modelo (teste de permutação ou critérios de avaliação guiados pelos dados) e procedimento a ser usado para calcular os intervalos de confiança e testes de hipóteses (método paramétrico ou de quantis empíricos). Maiores detalhes das opções podem ser encontrados no tutorial do *software*<sup>4</sup>.



<sup>4</sup> [Como o Joinpoint seleciona o modelo final — Sistema de Ajuda do Joinpoint \(cancer.gov\)](#)