



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ESTATÍSTICA**

**ANÁLISE DE REGRESSÃO JOINPOINT: TENDÊNCIA DE MORTALIDADE DE
HOSPITALIZADOS COM COVID-19 ENTRE 2020 E 2022 POR REGIÃO NO BRASIL**

Ana Carolina Barreto Tavares

Recife - PE

2023

ANÁLISE DE REGRESSÃO JOINPOINT: TENDÊNCIA DE MORTALIDADE DE HOSPITALIZADOS COM COVID-19 ENTRE 2020 E 2022 POR REGIÃO NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Departamento de Estatística da UFPE como requisito básico para a conclusão do Curso de Graduação em Estatística.

Orientadora: P^{fa} Dr^a Carla Cláudia da Rocha Rego Monteiro

Recife - PE
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Tavares, Ana Carolina Barreto .

Análise de regressão joinpoint: tendência de mortalidade de hospitalizados com COVID-19 entre 2020 e 2022 por região no Brasil / Ana Carolina Barreto Tavares. - Recife, 2023.

27 : il., tab.

Orientador(a): Carla Cláudia da Rocha Rêgo Monteiro

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Estatística - Bacharelado, 2023.

Inclui referências, anexos.

1. COVID-19. 2. Regressão Joinpoint. 3. Taxa de Mortalidade. I. Monteiro, Carla Cláudia da Rocha Rêgo . (Orientação). II. Título.

310 CDD (22.ed.)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ESTATÍSTICA**

Coordenação do Curso de Bacharelado em Estatística

A banca examinadora, conforme abaixo assinado, certifica a adequação deste trabalho de conclusão de curso para obtenção do grau de Bacharel em Estatística.

Recife, 25 de setembro de 2023

Banca Examinadora

Prof. Dra. Carla Cláudia Rocha Monteiro

Prof. Dr. Vinícius Quintas Souto Maior

Prof. Dra. Audrey Helen Mariz De Aquino Cysneiros

Recife - PE
2023

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus por me dar a oportunidade, perseverança e força para continuar nos muitos momentos difíceis. Também por ter colocado pessoas em minha vida que puderam me auxiliar a superar todos os desafios.

À minha mãe Elisabeth Rios (Beth), por ter me dado apoio emocional e financeiro, estrutura e condições para que eu pudesse estudar por mais difícil que o caminho fosse.

Ao meu irmão Henrique Tavares, pelo incentivo e por ser minha maior inspiração acadêmica mostrando que todos os obstáculos podem ser superados.

À minha cadelinha Lua Maria, que só entrou na minha vida em agosto de 2022 mas foi essencial para minha saúde mental e motivação para não desistir.

Agradeço aos amigos que fiz ao longo da caminhada, compartilhando todos os momentos de felicidade e de desespero. Em especial, à Júlia Maria e Gabriela Clotilde, que me acompanharam desde o início da jornada em maio de 2013 e nunca soltaram minha mão. A Auridenes, Renan Willams, Renata Kelly, Jennifer Amorim, Wodson e muitas outras pessoas especiais que encontrei no curso de estatística.

Aos amigos Lucas Melo, Rodrigo Trajano, Stella Trajano e Rondinelly que viraram parte de minha família por escolha, verdadeiros irmãos do coração com os quais vivi momentos inesquecíveis e não só dividimos casa, mas partilhamos nossas vidas.

À todos amigos que o DMat e CIn me presentearam, em especial, Matheus Liberal, Vitor Lima, Gabriel Stadtler e Grupo U.

Ao D.A. de Estatística, que em muitos momentos serviu de apoio físico para estudos mas também me aproximou e me fez criar laços com pessoas de diversos períodos.

À Fisher Consultoria Estatística por todas oportunidades de aprendizagem, crescimento profissional e trabalho em equipe.

À UFPE pelas oportunidades acadêmicas.

Aos professores que contribuíram para o meu processo de aprendizagem ao longo do curso. Agradeço especialmente a professora Carla Monteiro por ser uma educadora maravilhosa e por ter me acompanhado nesta reta final, me supervisionando no estágio e me orientando neste trabalho, sempre com muita empatia, compreensão e puxões de orelha quando necessário. Agradeço também aos professores Audrey Cysneiros, Caliteia, Cláudia Lima e Manoel Sena por terem sido grandes mestres e inspirações profissionais.

Por fim, a minha psicóloga Marcela Guerra que me fez enxergar que mesmo eu sendo neuroatípica sou capaz de fazer qualquer coisa e conquistar meus objetivos.

Obrigado a todos vocês!

Resumo

Em 2020 o COVID-19 começou a se espalhar pelo Brasil e a alta taxa de mortalidade de pacientes hospitalizados causada pelo vírus é assustadora, principalmente no período no qual não existia a vacina. Pelo fato da política pública de enfrentamento a COVID-19 foi também de responsabilidade do governo de cada estado, e de pessoas com idades mais avançadas ou em idade laboral foram mais suscetíveis ao vírus, além de outros fatores que fazem com que o comportamento do vírus seja diferente entre as regiões do país, esse estudo foi focado nas análises das tendências das taxas de mortalidade dos hospitalizados no período de 2020 a 2022, para as 5 regiões do Brasil e dois grupos etários, 40 a 60 anos não completos e 60 anos ou mais. Modelos de regressão joinpoint para essas tendências foram ajustados, mostrando diferentes comportamentos entre as regiões do Brasil e as faixas etárias, tanto pela quantidade de pontos de inflexão quanto no índice que mede a variação percentual da semana.

Palavras-chave: COVID-19; Regressão Joinpoint; Taxa de Mortalidade.

Figuras e Tabelas

Tabela 1: Percentual de pacientes, com 40 anos ou mais, hospitalizados com COVID-19 por faixa etária nos anos de 2020 a 2022	12
Tabela 2: Percentual de pacientes hospitalizados, com 40 anos ou mais, com COVID-19, percentual da população do país e sua diferença por região do Brasil nos anos de 2020 a 2022	13
Tabela 3: Quantidade absoluta e percentual da evolução clínica de pacientes hospitalizados, com 40 anos ou mais, com COVID-19 nos anos de 2020 a 2022	14
Tabela 4: Quantidade absoluta e percentual da evolução clínica de pacientes hospitalizados, com faixa etária de 40 a 60 anos não completos, com COVID-19 nos anos de 2020 a 2022	14
Figura 1: Gráficos de regressão joinpoint de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com idade entre 40 a 60 anos não completos em 2020 por região do Brasil	15
Quadro 1: Tabela da variação percentual semanal de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com idade entre 40 a 60 anos não completos em 2020 por região do Brasil	16
Figura 2: Gráficos de regressão joinpoint de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com idade entre 40 a 60 anos não completos em 2021 por região do Brasil	17
Quadro 2: Tabela da variação percentual semanal de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com idade entre 40 a 60 anos não completos em 2021 por região do Brasil	18
Figura 3: Gráficos de regressão joinpoint de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com idade entre 40 a 60 anos não completos em 2022 por região do Brasil	19
Quadro 3: Tabela da variação percentual semanal de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com idade entre 40 a 60 anos não completos em 2022 por região do Brasil	19
Tabela 5: Quantidade absoluta e percentual da evolução clínica de pacientes hospitalizados, com faixa etária de 60 anos ou mais, com COVID-19 nos anos de 2020 a 2022	20
Figura 4: Gráficos de regressão joinpoint de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com 60 anos de idade ou mais em 2020 por região do Brasil	21
Quadro 4: Tabela da variação percentual semanal de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com 60 anos de idade ou mais em 2020 por região do Brasil	22
Figura 5: Gráficos de regressão joinpoint de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com 60 anos de idade ou mais em 2021 por região do Brasil	23
Quadro 5: Tabela da variação percentual semanal de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com 60 anos de idade ou mais em 2021 por região do Brasil	23
Figura 6: Gráficos de regressão joinpoint de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com	

60 anos de idade ou mais em 2022 por região do Brasil	24
Quadro 6: Tabela da variação percentual semanal de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com 60 anos de idade ou mais em 2022 por região do Brasil	25

Sumário

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GERAL	9
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	9
3. METODOLOGIA	9
3.1 BANCO DE DADOS	9
3.2 REGRESSÃO JOINPOINT	10
4. RESULTADOS	12
4.1 Faixa Etária de 40 a 60 anos não completos	14
4.1.1 2020	14
4.1.2 2021	16
4.1.3 2022	18
4.2 Faixa Etária de 60 anos ou mais	20
4.2.1 2020	20
4.2.2 2021	22
4.2.3 2022	24
5. CONCLUSÃO	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
7. ANEXO	26

1. INTRODUÇÃO

Em Dezembro de 2019, na cidade de Wuhan na China, houveram as primeiras notificações de casos de infecção por um novo coronavírus até então desconhecido. O vírus da Covid-19 não demorou para se espalhar pelo mundo, chegando ao Brasil em Fevereiro de 2020, com o primeiro caso registrado no estado de São Paulo. Desde então o mundo enfrenta uma pandemia que resultou em mais de 6,9 milhões de mortes, e só no Brasil foram registradas mais de 705 mil.

A partir de estudos contínuos sabemos que o comportamento das mortes pelo Covid-19 não segue o mesmo padrão em diferentes países, há diversos fatores que podem diminuir ou aumentar as chances de mortes do indivíduo como: políticas públicas de conscientização, PIB, clima, média de idade da população, entre outros, (FERREIRA et al, 2021).

“A distribuição desigual de leitos públicos e privados no Brasil pode sobrecarregar o SUS e prejudicar a qualidade do atendimento prestado.” e que é importante “...políticas de saúde pública eficazes para que ocorra uma distribuição igualitária dos investimentos destinados às regiões.”

Estudos sobre o excesso de mortalidade no Brasil em tempos de COVID-19 observam variações regionais (SILVA; JARDIM; SANTOS, 2020).

“A comparação feita entre as razões de mortalidade padronizadas para os estados, separando-se capitais dos demais municípios, permite observar uma grande variação regional com uma magnitude maior nas capitais e maior excesso entre homens nos meses de março a maio de 2020.”

As políticas públicas aplicadas no Brasil durante a pandemia foram também de responsabilidade dos governos, mas como esse país é de proporções continentais, supõe-se a existência de outros fatores que possam interferir na prevalência de internamentos e mortalidades por covid-19. Como os estados por região tendem a ser mais parecidos, neste trabalho a taxa de mortalidade foi estudada considerando as regiões brasileiras.

Indivíduos de qualquer idade estão sujeito a serem infectados pelo SARS-CoV-2, porém, a comunidade idosa, principalmente, são os mais afetados e com maior probabilidade de agravamento, podendo ficar hospitalizado ou ir a óbito, se tornando um dos principais grupos de risco por possuir uma imunidade já deprimida e por apresentar algumas comorbidades como: diabetes mellitus, hipertensão, doenças cardiovasculares, obesidade, doença pulmonar ou renal crônica, e câncer (ZHENG et al, 2020).

Neste estudo as idades dos pacientes internados por COVID-19 foram observadas para duas faixas etárias: 40 até 60 anos não completos e 60 anos ou mais. Sendo a primeira referente ao grupo de indivíduos com possibilidade de ter uma vida social mais ativa e ter maior atividade laboral; e a segunda faixa referente ao grupo com maior chance de ter fatores de risco que agravam a doença.

Em seu trabalho, Chaurasia afirma que a análise de regressão Joinpoint tem sido comumente usada quando a tendência temporal de uma determinada quantidade, como incidência, prevalência ou mortalidade é de interesse (CHAURASIA, 2020). O autor também cita estudos que servem de exemplos aplicados da análise de regressão Joinpoint, como: (TYCZYNSKI; BERKEL, 2005; DOUCET; ROCHETTE; HAMEL, 2016; JOHN; HANKE, 2015).

A proposta deste estudo foi fazer uma análise de regressão Joinpoint observando o comportamento da mortalidade por COVID-19 nas regiões do Brasil durante os anos de 2020 a 2022, considerando a população de pacientes internados por COVID-19 com 40 ou mais anos de idade.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a relação de óbitos de internados com COVID-19 por semana epidemiológica no Brasil entre os anos de 2020 a 2022.

2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

2.2.1. Gerar modelos de regressão joinpoint das taxas dos óbitos por semana epidemiológica nos anos de 2020 a 2022 por região do Brasil e faixa etária com mais de 40 anos.

2.2.2. Analisar as tendências temporais da taxa de mortalidade, por semana epidemiológica, considerando as regiões brasileiras e as faixas etárias de 40 até 60 anos não completos e de 60 anos ou mais.

3. METODOLOGIA

3.1. BANCO DE DADOS

O estudo foi baseado em registros de internados por COVID-19 nas cinco regiões do território brasileiro entre o período dos anos de 2020 a 2022.

O banco de dados utilizado foi de dados secundários disponibilizados pelo DATASUS, extraído no dia 01 de fevereiro de 2023, onde considerou-se apenas os pacientes hospitalizados com COVID-19, pertencente às faixas etárias de 40 até 60 anos não completos e de 60 anos ou mais, e que tenham como desfecho a cura ou o óbito causado pelo vírus.

Foram desconsiderados os indivíduos com idade inferior a 40 anos ou não registrada, com desfecho de óbito por outras causas ou desfecho ignorado, ou com data de notificação ou encerramento em branco.

Na data da extração o total de notificações no Brasil entre 2020 e 2022 era de 3.468.964, a partir do filtro de pessoas que foram hospitalizadas obteve-se um total de 2.948.492, seguindo com o filtro de pessoas com 40 anos de idade ou mais a amostra diminui para 2.227.835, e por fim foi utilizado o filtro de desfecho apenas com pessoas que evoluíram para cura ou óbito por COVID-19, assim a amostra final foi de 2.102.555 indivíduos.

3.2. REGRESSÃO JOINPOINT

A regressão Joinpoint permite a análise de tendências temporais de taxas de mortalidade, ou outra taxa de interesse, onde os dados são ajustados através do menor número possível de pontos de inflexão, chamados de joinpoints, identificando se existem diferentes padrões de tendência. A regressão joinpoint tem sua variável dependente definida como o logaritmo natural da taxa de mortalidade por período estudado, por exemplo, ano, mês ou semana. Vários testes de permutação via reamostragem de Monte Carlo são realizados para comparar os diferentes modelos possíveis, inicialmente com 0 joinpoints (uma única tendência), seguido de 1, 2 ou mais joinpoints (várias tendências, positivas e ou negativas), indicando qual modelo explica melhor os dados (KIM et al., 2000).

O modelo de regressão joinpoint, que é composto por algumas fases lineares contínuas, geralmente é útil para descrever mudanças nos dados de tendência. O modelo de regressão joinpoint para k -ésimo ponto de inflexão com as observações, $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$, onde x_i refere-se ao período i , $x_1 \leq \dots \leq x_n$, e y_i refere-se a taxa de mortalidade no período i , $i=1, \dots, n$, n número de períodos estudados. Sem perda de generalidade, o modelo pode ser escrito como:

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

onde τ_k é o k -ésimo joinpoint desconhecido, $k=1, \dots, K$, K é o número de joinpoints, tal que

$$(x - \tau_k)^+ = (x - \tau_k) \text{ se } x > \tau_k, \text{ e } 0 \text{ caso contrário};$$

Assumindo que $k=1$ e p tal que $\tau_k \in (x_p, x_{p+1})$ é conhecido. β_j é o j -ésimo parâmetro do modelo de regressão, $j=0,1$; e ε é o erro aleatório, normalmente distribuídos, que podem ser não correlacionados ou autocorrelacionados.

Para determinar a quantidade de joinpoints e para estimar parâmetros, incluindo os joinpoints, primeiro testamos a hipótese de $i=0$ contra $i=k$, e enquanto H_0 for rejeitada seguimos testando. Por exemplo, para determinar até dois pontos de junção, realizamos o seguinte procedimento. Primeiro realizamos o teste da hipótese de não mudança, $H_0: E(x|y) = \beta_0 + \beta_1 x$ contra a alternativa de dois joinpoints $H_1: \text{existem } \tau_1 \text{ e } \tau_2$, onde $\tau_1 < \tau_2$, tais que $E(x|y) = \beta_0 + \beta_1 x + \delta_1(x - \tau_1)^+ + \delta_2(x - \tau_2)^+$. Se a hipótese nula

for rejeitada, então o procedimento semelhante é aplicado para testar a hipótese nula de um joinpoint contra a alternativa de dois joinpoints. Caso contrário, testamos a hipótese nula de nenhuma mudança contra a alternativa de um joinpoint, pode ser observado um exemplo no anexo 1. Uma consideração secundária após a identificação do modelo joinpoint é obter regiões de confiança para os parâmetros, incluindo os joinpoints.

Com variância constante e erros não correlacionados, descreve-se o teste de permutação aproximada em várias etapas:

1. Adota-se o modelo de hipótese nula.
2. Permutação os resíduos do modelo nulo, adicionando-os de volta às médias do modelo nulo para obter conjuntos de dados de N_p permutações.
3. Para cada um desses conjuntos de dados ajustamos o modelo alternativo e calculamos uma medida escalar de qualidade de ajuste.
4. O valor p é determinado a partir da distribuição permutacional das estatísticas de adequação.

Referimo-nos a este teste como um teste de permutação aproximada. Isto não se deve apenas à natureza de Monte Carlo do cálculo, mas também ao facto de a condição do teste de permutação só ser satisfeita assintoticamente. Para realizar um teste de permutação verdadeiro utilizando os resíduos, a condição padrão é que os resíduos sejam trocáveis sob a hipótese nula. (KIM et al., 2000).

Com o modelo definido, cada segmento apresenta uma taxa de variação percentual (positiva ou negativa), denominada variação percentual anual, ou no termo em inglês *annual percentage change* (APC) que identifica se houve aumento ou diminuição da taxa ao longo do tempo. Quando não há taxa de variação percentual, ou seja, não há pontos de junção, o APC é uma constante. Neste caso, é estimada como uma média ponderada da APC estimada em cada segmento, ou seja, é igual à variação percentual média anual, ou no termo em inglês *average annual percentage change* (AAPC), onde os comprimentos dos segmentos são os pesos.

Neste trabalho, para verificar a tendência da taxa de mortalidade por casos internados, foram estimadas variações percentuais epidemiológicas semanais. Os pontos de inflexão encontrados indicam onde ocorrem as mudanças na taxa de mortalidade. A regressão joinpoint foi ajustada às faixas etárias, regiões do Brasil e anos 2000 a 2022, identificando o comportamento das mortes por COVID-19. O modelo de regressão joinpoint foi ajustado com base na semana epidemiológica, de modo que a taxa de variação percentual será denominada variação percentual semanal, ou no termo em inglês *weekly percentage change* (WPC).

O modelo utilizado para estimar o WPC é definido como:

$$\log Y_x = \beta_0 + \beta_1(x),$$

onde $\log Y_x$ é o logaritmo natural da taxa de mortalidade na semana x .

Desta forma, a variação percentual da semana x para a semana $x+1$ é dada por:

$$WPC = \frac{\{e^{\beta_0 + \beta_1(x+1)} - e^{\beta_0 + \beta_1(x)}\}}{e^{\beta_0 + \beta_1(x)}} \times 100$$

O método indica quais taxas dos períodos apresentam tendências estatisticamente significativas, além dos intervalos de confiança para as verdadeiras taxas.

Os modelos trabalhados foram ajustados com erros normais não correlacionados. Todas as análises foram realizadas com variâncias constantes e com desvios padrão estimados dos dados. Para calcular a variável resposta, o método utiliza uma variável de contagem, uma variável populacional e uma variável independente (regressiva), que para fins deste estudo foram número de óbitos por COVID-19, número de casos internados e semanas epidemiológicas, respectivamente. A regressão joinpoint foi executada com a versão 4.9.0.0 do software Joinpoint (Statistical Research and Applications Branch, National Cancer Institute).

4. RESULTADOS

Inicialmente foi realizada uma análise exploratória dos dados e em seguida modelos de regressão joinpoint.

Explorando os dados sobre pacientes hospitalizados com COVID-19 por faixa etária nos anos de 2020 a 2022, observa-se na tabela 1 que em 2021 foi onde o percentual de hospitalizados com idade entre 40-59 foi o maior em relação aos outros anos chegando a 44,22% e entre 60 anos ou mais aconteceu em 2022 com 78,93%. Vale ressaltar que em todos os anos o percentual de hospitalizados nas idades 60 ou mais é superior que os de 40 a 60 anos não completos, assim mostrando que, de fato, a idade é um fator que interfere na gravidade da doença.

Tabela 1: Percentual de pacientes, com 40 anos ou mais, hospitalizados com COVID-19 por faixa etária nos anos de 2020 a 2022.

Faixa Etária	Ano		
	2020	2021	2022
40-59	35,09%	44,22%	21,07%
60+	64,91%	55,78%	78,93%

Fonte: dados obtidos no datassus dia 01/02/23.

Um fato interessante observado na tabela 2 é que a diferença entre o percentual da população e o percentual de hospitalizados nas regiões Norte e Nordeste nos 3 anos são negativas, isso significa que houve menos hospitalizações nessas duas regiões do que o esperado caso as internações fossem igualmente proporcionais à população das regiões brasileiras.

A região Nordeste foi a que teve melhores resultados, com -7,97% em 2020, -10,73% em 2021 e -12,29% em 2022. No norte do país essa diferença negativa também

vai aumentando ao longo dos anos, porém em uma proporção menor, onde em 2020 tem-se -0,90%, -1,59% em 2021 e em 2022 -3,47%%.

Na região Centro-Oeste a diferença é positiva porém muito próximo do 0, onde o máximo ocorre no ano de 2021 com 2,25%.

Já as regiões Sul e Sudeste mostraram uma diferença positiva maior do que o esperado, no sudeste com uma diferença média de 7,33%, com o máximo no ano de 2022 onde essa diferença é de 7,91%. E no Sul a diferença vai crescendo ao longo dos anos, começando em 2020 apenas com -0,03%, sobe para 3,72% em 2021 e chega a 6,92% em 2022.

Tabela 2: Percentual de pacientes hospitalizados, com 40 anos ou mais, com COVID-19, percentual da população, com 40 anos ou mais, do país e sua diferença por região do Brasil nos anos de 2020 a 2022.

Região	2020			2021			2022		
	% Hospitalizados	% População	Variação	% Hospitalizados	% População	Variação	% Hospitalizados	% População	Variação
Centro-Oeste	8,66%	7,49%	1,17%	9,56%	7,31%	2,25%	8,17%	7,25%	0,92%
Nordeste	17,22%	25,19%	-7,97%	14,43%	25,16%	-10,73%	13,33%	25,62%	-12,29%
Norte	6,17%	7,07%	-0,90%	5,34%	6,93%	-1,59%	3,57%	7,04%	-3,47%
Sudeste	52,73%	44,99%	7,74%	51,81%	45,47%	6,34%	53,03%	45,12%	7,91%
Sul	15,22%	15,25%	-0,03%	18,85%	15,13%	3,72%	21,89%	14,97%	6,92%

Fonte: dados obtidos no datasus dia 01/02/23 e no IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua, dia 06/10/2023.

Durante todo o período que o estudo abrange, as políticas de enfrentamento ao vírus da COVID-19 e à vacinação foram principalmente de responsabilidades dos governos estaduais, onde nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, estavam sendo governadas majoritariamente por governos aliados ao então presidente Jair Bolsonaro. Sabe-se que as decisões políticas desses governos eram semelhantes entre si, por outro lado parte da região Norte e todo o Nordeste tinham governantes da oposição. Como pode-se ver no anexo 2.

Para fomentar discussões futuras é interessante citar os resultados das eleições para presidente do Brasil em 2022, onde as regiões Norte e Nordeste votaram majoritariamente no candidato Lula do PT, que tem um posicionamento político de esquerda, e as demais regiões votaram majoritariamente no candidato de direita Jair Bolsonaro do PL, esses resultados podem ser encontrados detalhadamente no anexo 3.

A semelhança dos resultados da eleição por região e os resultados da diferença entre o percentual da população do Brasil e o percentual de hospitalizados por região, nos leva a conclusão empírica que a política de enfrentamento e vacinação contra a COVID-19 provavelmente interfere diretamente nos internamentos por COVID-19.

Outros fatores como grandes cidades/capitais que recebem grande fluxo de turistas internacionais também afetam diretamente o quadro de internações e evolução da doença. Para futuros trabalhos para analisar a comparação dessas regiões serão considerados apenas as grandes metrópoles das 5 regiões.

Observando a evolução do quadro dos pacientes hospitalizados com COVID-19, tem-se na tabela 3, que em 2021 teve o maior índice de óbitos dentre os 3 anos chegando a 34,22% que significa mais de 370 mil mortos. Nas Figuras 2 e 5 observa-se que no início do ano esse índice é maior, onde em todos eles o pico de mortes durante o ano é atingido entre as semanas 1 e 15 nas 5 regiões e nas duas faixas etárias em estudo. Sendo mais claro para a faixa etária de 60+ onde a partir da semana 12 todas as regiões têm tendência de queda durante o restante do ano.

Assim, pode ser interessante trazer em estudos futuros a associação entre a vacinação e essa tendência de queda no número de óbitos no Brasil.

Também é importante ressaltar que em 2020 o ano epidemiológico se inicia na semana 12, assim resultando em um total de apenas 41 semanas epidemiológicas, enquanto o ano de 2021 teve 52 semanas epidemiológicas e o ano de 2022 teve 51 semanas epidemiológicas.

Tabela 3: Quantidade absoluta e percentual da evolução clínica de pacientes hospitalizados, com 40 anos ou mais, com COVID-19 nos anos de 2020 a 2022.

Evolução	2020		2021		2022	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
1-Cura	507.606	66,56%	714.163	65,78%	181.132	71,66%
2-Óbito	255.067	33,44%	371.521	34,22%	71.626	28,34%

Fonte: dados obtidos no datasus dia 01/02/23.

4.1. Faixa Etária de 40 a 60 anos não completos

Entende-se essa faixa etária de internados como idades de 40 anos completos até 60 anos não completo. A tabela 4 mostra a evolução clínica dessa faixa etária nos anos de 2020 a 2022. Os percentuais de cura nessa faixa etária são valores maiores que aqueles calculados para toda a população em estudo (tabela 3), indicando que a chance de indivíduos com idade entre 40 a 60 anos não completos terem desfecho de óbito é menor do que os indivíduos de 60 anos ou mais anos. Entre os anos, observa-se que em 2021 houve um maior número de óbitos, chegando a 23,81%.

Tabela 4: Quantidade absoluta e percentual da evolução clínica de pacientes hospitalizados, com faixa etária de 40 - 60 anos não completos, com COVID-19 nos anos de 2020 a 2022.

Evolução	2020		2021		2022	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
1-Cura	216.231	80,84%	365.730	76,19%	43.159	81,05%
2-Óbito	51.240	19,16%	114.314	23,81%	10.093	18,95%

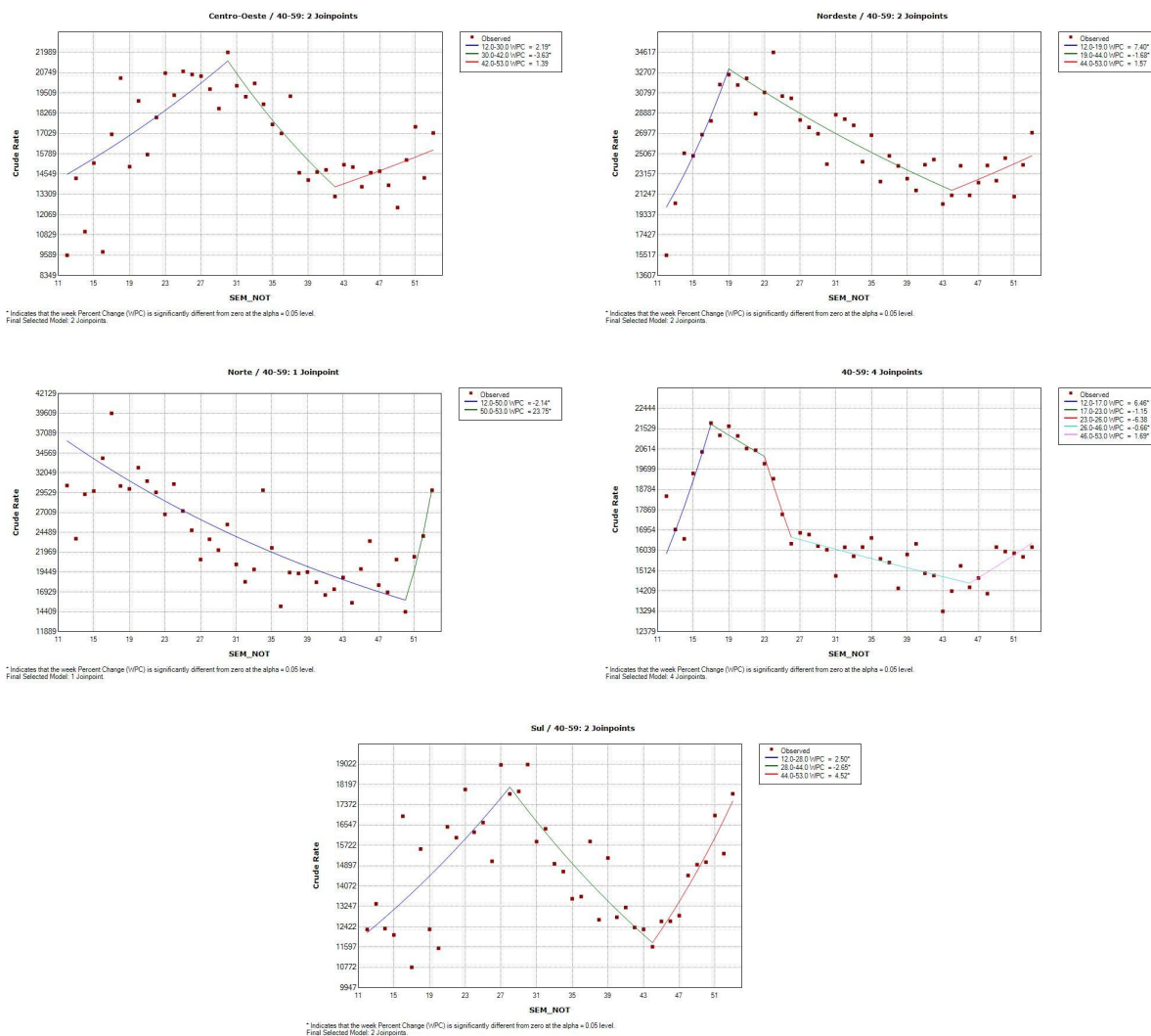
Fonte: dados obtidos no datasus dia 01/02/23.

4.1.1. 2020

Nos Gráficos apresentados na figura 1 e nos resultados apresentados no quadro 1, pode-se visualizar que na região Norte há apenas um joinpoint, resultando em apenas

dois segmentos, o primeiro que acontece da semana 12 até a semana 50 com tendência decrescente, com WPC de - 2,1%, onde essa diminuição acontece lentamente porém por um tempo prolongado e o segundo segmento é de apenas 3 semanas com o WPC de 23,8%, esse comportamento é deveras diferente das demais regiões.

Figura 1: Gráficos de regressão joinpoint de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com idade entre 40 a 60 anos não completos em 2020 por região do Brasil.



Nas regiões Centro-Oeste, Nordeste, e Sul há dois pontos de inflexão em cada uma delas resultando em 3 segmentos com comportamentos crescente, decrescente e depois volta a crescer. Sendo importante perceber que os intervalos dos segmentos e WPCs são:

- Centro-Oeste: 18 semanas com WPC 2,2%, 12 semanas com WPC -3,6%, 11 semanas com WPC 1,4% e seu último segmento tem o valor p não significativo.
- Nordeste: 7 semanas com WPC de 7,4%, 25 semanas com WPC de -1,7%, 9 semanas com WPC de 1,6% e seu último segmento tem o valor p não significativo.

Sul: 16 semanas com WPC de 2,5%, 16 semanas com WPC de -2,6%, 9 semanas com WPC de 4,5% e todos seus segmentos têm valor $p < 0,001$.

A região Sudeste apresenta 4 joinpoints, resultando em 5 segmentos, sendo o primeiro e o último crescente e os segundo, terceiro e quarto decrescente, onde se altera apenas a inclinação. O primeiro segmento tem duração de 5 semanas e WPC de 6,5%, o segundo dura 6 semanas com o WPC -1,2%, no terceiro segmento acontece uma diminuição mais significativa com o WPC de -6,4% porém dura apenas 3 semanas, e o decrescimento ocorre até a semana 46, com quarto segmento com duração de 10 semanas o WPC de -0,7%, entre as semanas 46 e 53 temos uma inclinação positiva de 1,7%. Vale ressaltar que apesar do ajuste indicado pelo modelo ser com 5 segmentos, os segmentos 2 e 3 têm o *valor p* acima de 0,2, indicando não significância dos segmentos.

Através dessas análises, observa-se que as únicas regiões que se assemelham no comportamento das tendências são as regiões Centro-Oeste e Sul.

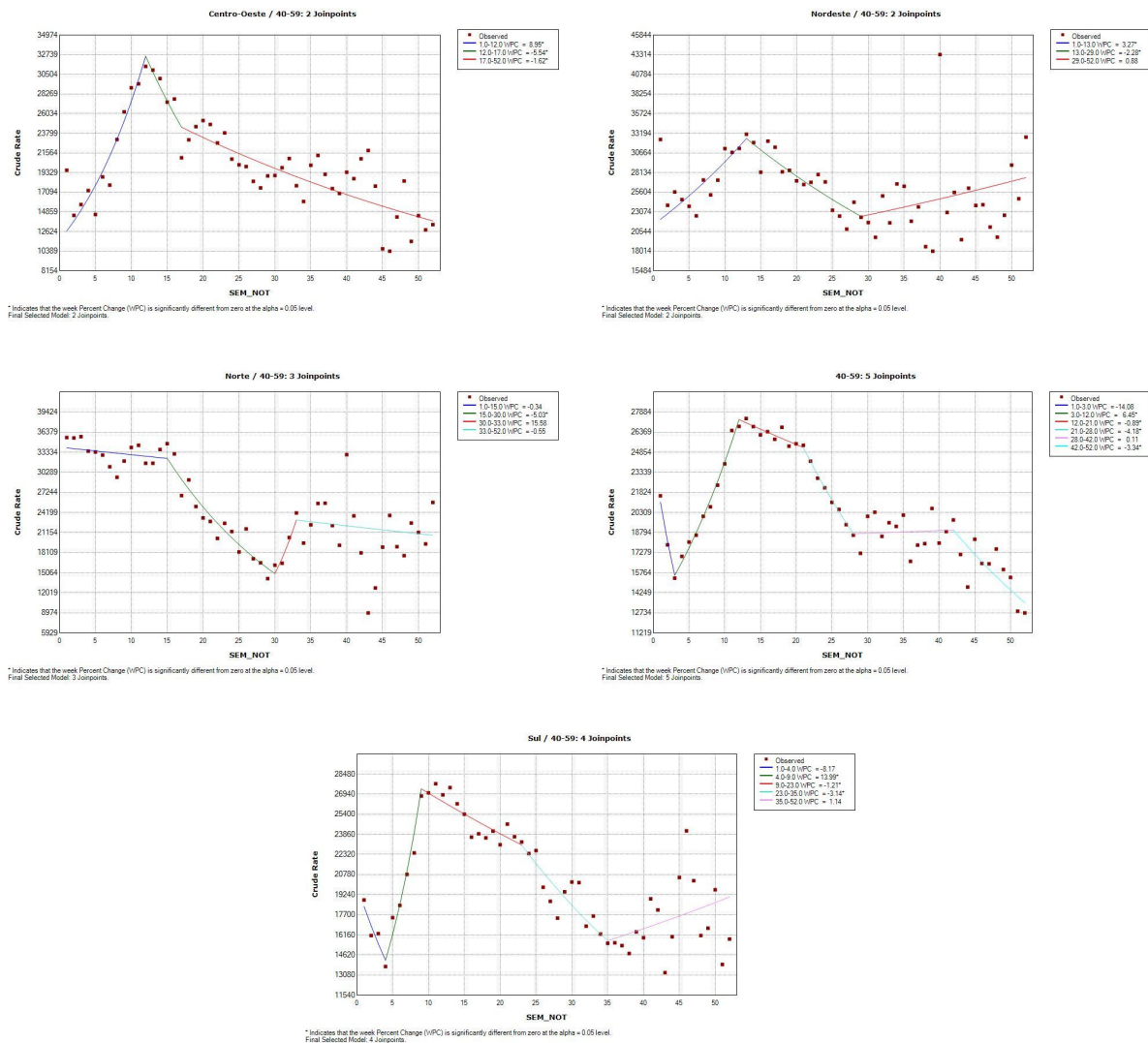
Quadro 1 : Tabela da variação percentual semanal de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com idade entre 40 a 60 anos não completos em 2020 por região do Brasil.																
Região	Centro-Oeste			Nordeste			Norte		Sudeste					Sul		
Segment	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	3	4	5	1	2	3
Lower Endpoint	12	30	42	12	19	44	12	50	12	17	23	26	46	12	28	44
Upper Endpoint	30	42	53	19	44	53	50	53	17	23	26	46	53	28	44	53
WPC	2.2*	-3.6*	1.4	7.4*	-1.7*	1.6	-2.1*	23.8*	6.5*	-1.2	-6.4	-0.7*	1.7*	2.5*	-2.6*	4.5*
Lower CI	0.9	-5.1	-0.7	3.2	-2.1	-0.7	-2.6	3.4	2.7	-3.2	-15.5	-1.1	0.0	1.2	-3.6	2.4
Upper CI	3.5	-2.2	3.5	11.8	-1.3	3.9	-1.7	48.2	10.3	1.0	3.8	-0.3	3.4	3.8	-1.7	6.6
Test Statistic (t)	3.6	-5.1	1.4	3.6	-8.6	1.4	-9.4	2.4	3.6	-1.1	-1.3	-3.5	2.0	4.0	-5.7	4.5
Prob > t	0.001	< 0.001	0.177	0.001	< 0.001	0.179	< 0.001	0.022	0.001	0.271	0.201	0.002	0.050	< 0.001	< 0.001	< 0.001

4.1.2. 2021

Diferente do que acontece no ano de 2020, no ano de 2021 apenas as regiões Centro-Oeste e Nordeste iniciam o ano com tendência de crescimento da taxa de mortalidade e ambas as regiões apresentaram 2 joinpoints, representados na figura 2 e quadro 2 temos que:

- No Centro-Oeste: o segmento 1 durou 12 semanas com o WPC de 9%, o segundo segmento é mais curto durando apenas 5 com WPC de -5,5%, da semana 17 até a semana 52 ocorre o terceiro segmento com o WPC de -1,6%. O valor *p* do segundo segmento foi de 0.019 e os demais <0.001.
- No Nordeste: os segmentos têm duração de 13, 16 e 23 semanas com os respectivos WPC, 3,3%, -2,3% e 0,9%. Sendo os dois primeiros com significativos com valor *p* <0.001 e o último não significativo com valor *p* de 0,131.

Figura 2: Gráficos de regressão joinpoint de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com idade entre 40 a 60 anos não completos em 2021 por região do Brasil.



Nas regiões Norte, Sudeste e Sul foram apontados 3,5 e 4 joinpoints.

- No Norte, dentre os 4 segmentos observados, o primeiro, segundo e terceiro estão com tendência de decrescimento, enquanto o quarto segmento não é significativo
- No Sudeste é apresentado 6 segmentos, sendo 2 com tendência positiva e 4 negativa. O valor para os segmentos 1 e 5 são não significativos. A maior inclinação negativa ocorre no segmento 1 com WPC de -14,1% e duração de 3 semanas, e a maior positiva no segmento 2 com WPC de 6,4% e duração de 5 semanas.
- Na região Sul, dentre os 5 segmentos, o que teve maior inclinação positiva significativa foi o segundo, com WPC de 14% e durou 5 semanas.

Através desses resultados, observa-se semelhanças nas tendências apenas entre as regiões Sudeste e Sul. Entre as demais os pontos de inflexão, as tendências e os picos da taxa de óbito não há um padrão.

Quadro 2 : Tabela da variação percentual semanal de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com idade entre 40 a 60 anos não completos em 2021 por região do Brasil.																					
Região	Centro-Oeste			Nordeste			Norte				Sudeste						Sul				
Segment	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
Lower Endpoint	1	12	17	1	13	29	1	15	30	33	1	3	12	21	28	42	1	4	9	23	35
Upper Endpoint	12	17	52	13	29	52	15	30	33	52	3	12	21	28	42	52	4	9	23	35	52
WPC	9.0*	-5.5*	-1.6*	3.3*	-2.3*	0.9	-0.3	-5.0*	45092	-0.6	-14.1	6.4*	-0.9*	-4.2*	0.1	-3.3*	-8.2	14.0*	-1.2*	-3.1*	1.1
Lower CI	7.0	-9.9	-2.1	1.6	-3.1	-0.3	-1.1	-6.1	-27.9	-2.2	-28.4	5.5	-1.5	-5.3	-0.8	-5.4	-23.3	7.9	-1.7	-4.3	-0.3
Upper CI	45179	-1.0	-1.2	5.0	-1.4	2.0	0.5	-3.9	85.4	1.1	3.2	7.5	-0.3	-3.1	1.0	-1.3	10.0	20.4	-0.7	-1.9	2.6
Test Statistic (t)	9.7	-2.4	-7.2	3.9	-5.4	1.5	-0.9	-9.0	0.6	-0.7	-1.7	13.5	-2.9	-7.4	0.2	-3.3	-1.0	4.8	-4.6	-5.2	1.6
Prob > t	< 0.001	0.019	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.131	0.399	< 0.001	0.539	0.496	0.101	< 0.001	0.007	< 0.001	0.806	0.002	0.346	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.108

4.1.3. 2022

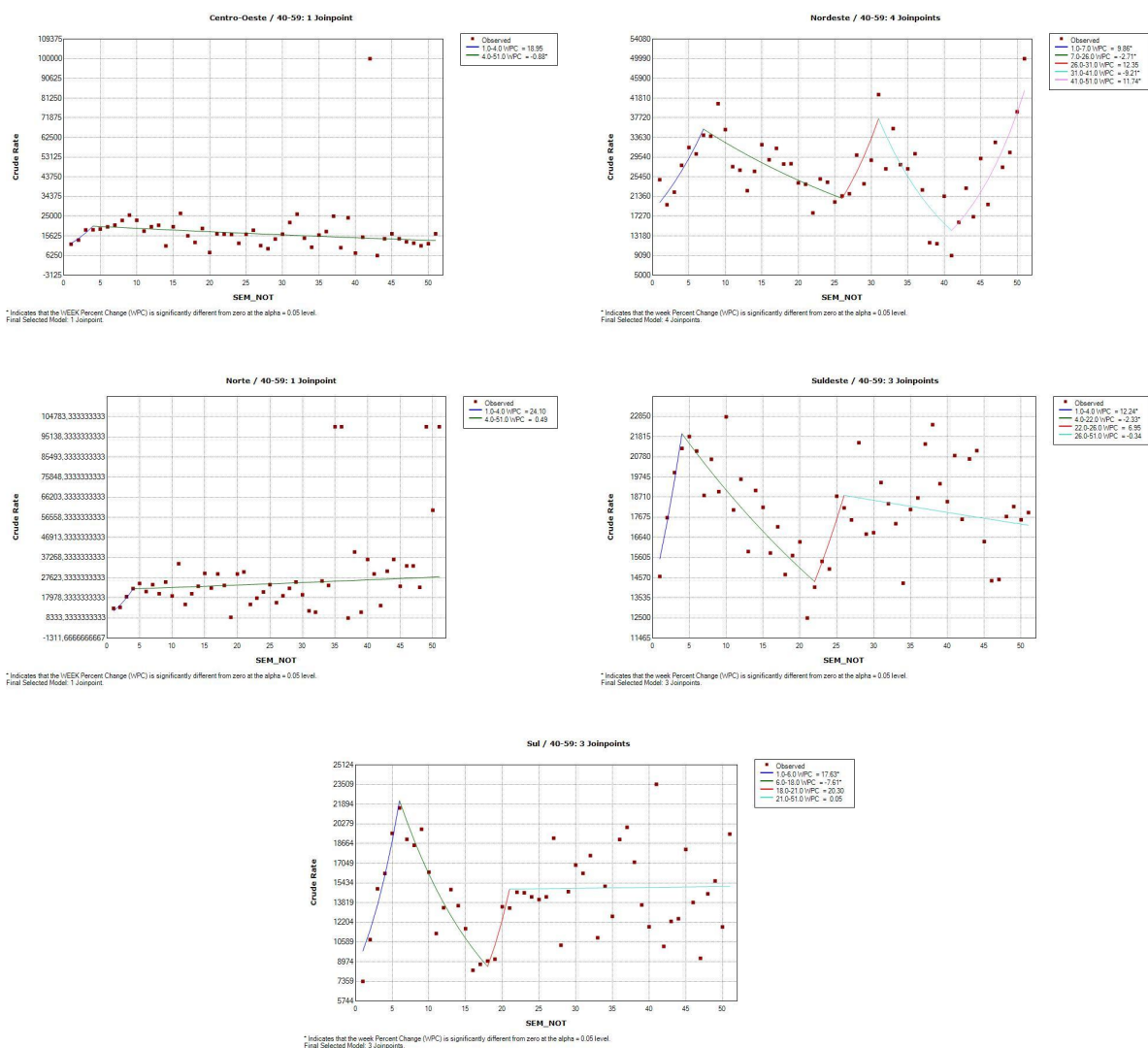
Para que o software Joinpoint consiga rodar os dados é necessário que um valor maior que zero para o número de óbitos, por semana epidemiológica, tenha sido registrado. No ano de 2022 foram registradas algumas semanas epidemiológicas com nenhum paciente hospitalizado ou com nenhuma morte. Nessa situação esses registros foram substituídos pelo valor 0,001. Ajustes com valores baixos praticamente não influenciam os ajustes apresentados na figura 3 e quadro 3.

As regiões Centro-Oeste e Norte foram as regiões onde apresentaram falta de óbitos, ambas apresentaram apenas 1 joinpoint. No CO apenas o segundo segmento é significativo com inclinação de -0.9% que vai da semana 4 até a 51, e o primeiro dura apenas as 4 primeiras semanas do ano com WPC não significativo, valor p 0,138. No Norte os dois segmentos ficaram estáveis com WPC não significativo.

No Nordeste apresenta-se 4 joipoints, sendo assim 5 segmentos, apenas o segundo e o quarto segmento apresentaram tendência de decrescimento com WPC de -2,7% e duração de 19 semanas no segundo e WPC -9,2% e duração de 10 semanas no quarto. Vale ressaltar que o único segmento com o valor p não significativo foi o terceiro segmento. O Primeiro segmento tem o WPC de 9,9% e dura 11 semanas, e o quarto segmento tem 11,7% de WPC com duração de 10 semanas.

Nas regiões Sudeste e Sul apresentou-se 4 segmentos cada um. No Sudeste o único segmento com o valor p significativo foi o 2 com WPC -2,3% e duração de 18 semanas. No Sul, os dois primeiros segmentos são significativos com WPC 17,6% e -7,6% e duração de 6 e 12 semanas respectivamente. Interessante observar que o quarto segmento desta região tem WPC não significativo que indica estabilidade, valor p= 0,905.

Figura 3: Gráficos de regressão joinpoint de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com idade entre 40 a 60 anos não completos em 2022 por região do Brasil.



Quadro 3 : Tabela da variação percentual semanal de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com idade entre 40 a 60 anos não completos em 2022 por região do Brasil.

Região	Centro-Oeste		Nordeste					Norte		Sudeste				Sul			
Segment	1	2	1	2	3	4	5	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4
Lower Endpoint	1	4	1	7	26	31	41	1	4	1	4	22	26	1	6	18	21
Upper Endpoint	4	51	7	26	31	41	51	4	51	4	22	26	51	6	18	21	51
WPC	19.0	-0.9*	9.9*	-2.7*	45028	-9.2*	11.7*	44950	0.5	12.2*	-2.3*	7.0	-0.3	17.6*	-7.6*	45005	0.0
Lower CI	-5.6	-1.4	44962	-4.0	-1.1	-14.9	5.0	-6.7	-0.2	3.3	-3.1	-3.7	-1.0	45178	-10.2	-26.6	-0.8
Upper CI	50.0	-0.3	45121	-1.4	45104	-3.2	18.9	65.1	44927	22.0	-1.6	45125	0.3	25.9	-4.9	97.1	0.9
Test Statistic (t)	1.5	-3.2	45020	-4.3	45170	-3.0	3.6	1.5	45047	2.8	-6.0	44986	-1.1	4.8	-5.6	0.8	0.1
Prob > t	0.138	0.003	< 0.001	< 0.001	0.072	0.004	0.001	0.135	0.141	0.008	< 0.001	0.202	0.272	< 0.001	< 0.001	0.454	0.905

Por fim, vê-se que o Centro-Oeste e o Norte têm comportamentos de tendência semelhantes e entre as demais regiões o Sudeste e Sul também apresentam semelhanças, inclusive na dispersão dos dados do meio para o final do ano.

4.2. Faixa Etária de 60 anos ou mais

Os dados sobre evolução clínica dessa faixa etária nos anos de 2020 a 2022 são observados na tabela 5. Diferente dos pacientes na faixa etária de 40 a 60 anos não completos, a quantidade de óbitos está bem superior, chegando a 42,47% no ano de 2021, apesar da tendência de queda na maior parte do ano, em todas as regiões, como verificada na figura 5.

Tabela 5: Quantidade absoluta e percentual da evolução clínica de pacientes hospitalizados, com faixa etária de 60 anos ou mais, com COVID-19 nos anos de 2020 a 2022.

Evolução	2020		2021		2022	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
1-Cura	290.710	58,76%	348.430	57,53%	137.973	69,16%
2-Óbito	203.990	41,24%	257.206	42,47%	61.533	30,84%

Fonte: dados obtidos no datасus dia 01/02/23.

4.2.1. 2020

A figura 4 e quadro 4 apresentam os gráficos e resultados do modelo de regressão joinpoint para os pacientes de 60 anos ou mais no ano de 2020, nas cinco regiões brasileiras.

Observa-se que todos eles apresentaram 2 ou mais joinpoints. As regiões Centro-Oeste e Nordeste, ambas têm 3 segmentos, onde os dois primeiros com o valor $p < 0,001$ e o terceiro não significativo, sendo as inclinações positiva, negativa e estável para os segmentos 1,2,3 respectivamente.

- No CO, o primeiro segmento tem WPC de 2,8% e duração de 13 semanas, o segundo tem WPC de -1,5% e duração de 22 semanas, e o último tem WPC de 1,8% com duração de 6 semanas.
- No NE, o primeiro segmento tem WPC de 11,7% e duração de 5 semanas, o segundo tem WPC de -1,7% e duração de 21 semanas, e o último tem WPC de 0,4% com duração de 14 semanas.

Nas demais regiões foram ajustados 3 joinpoints, resultando em 4 segmentos em cada uma delas. Vale ressaltar que na região Norte apenas o primeiro segmento é não significativo, na região Sudeste todos têm valor $p < 0,001$ e no Sul apenas o último segmento é não significativo.

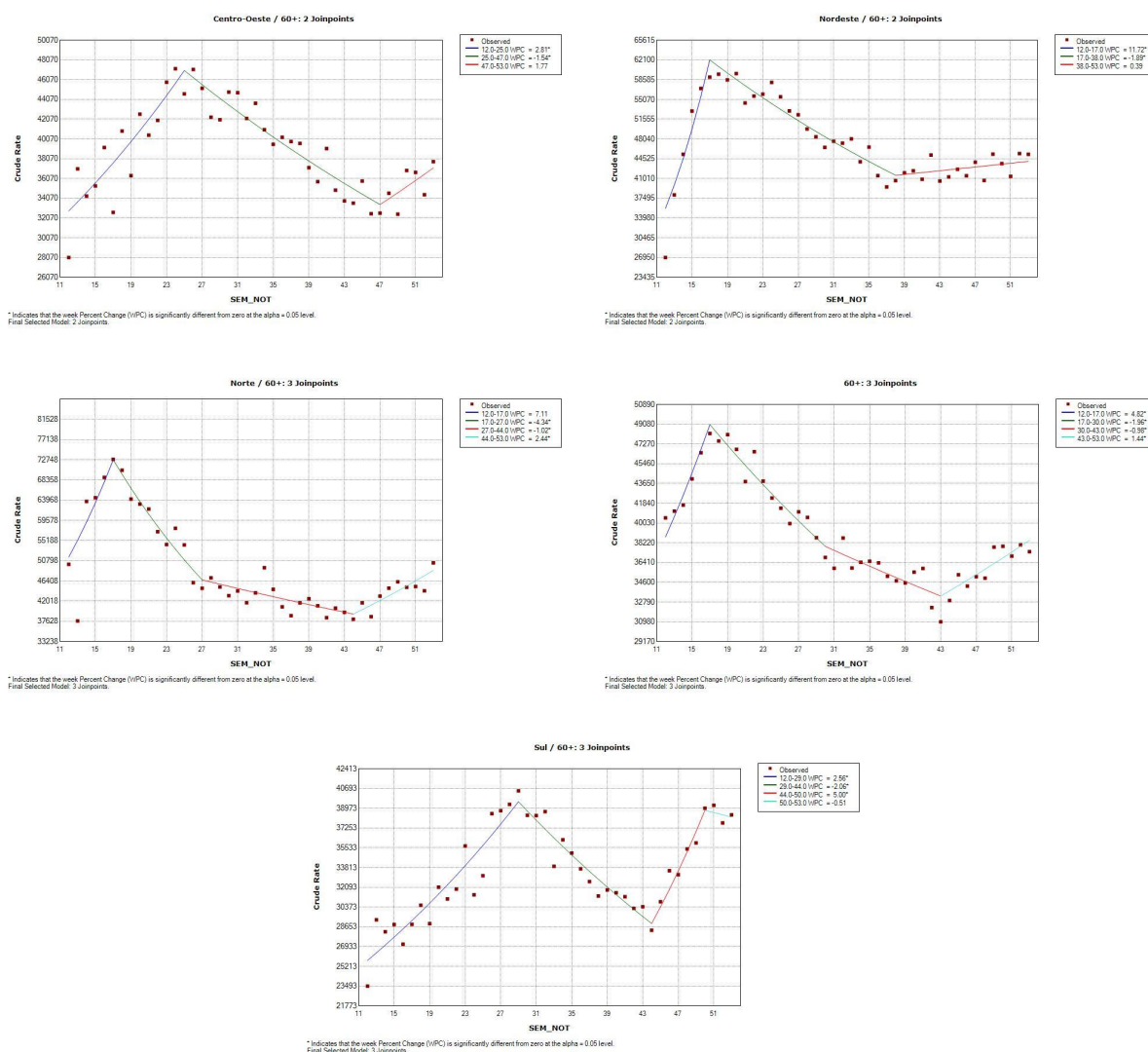
Observa-se que nos gráficos do Norte e do Sudeste o comportamento é bastante parecido, há tendências de crescimento, dois decrescimentos seguidos e logo após volta a crescer. Em relação aos joinpoints o que muda é que o segundo joinpoint do Norte acontece na semana 27 onde no Sudeste acontece na 30 e o terceiro joinpoint no Norte é na semana 44 e no Sudeste é na 43, que resulta no terceiro segmento com duração mais curta na região Sudeste e os demais segmentos tem mais ou menos a mesma duração.

- N apresenta os WPCs de 7,1% no primeiro segmento, -4,3% no segundo segmento, -1% no terceiro segmento e 2,4% no quarto.
- SE apresenta os WPCs de 4,8% no primeiro segmento, -2% no segundo segmento, -1% no terceiro segmento, e 1,4% no quarto.

No Sul o segmento com maior duração é o primeiro, com 17 semanas e WPC de 2,6% e o menor segmento é o último com duração de apenas 3 semanas e WPC de -0,5%. E apesar de ter quatro segmentos tem o comportamento mais parecido com o do Centro-Oeste, principalmente do início do ano até a semana 44.

Assim, observa-se um comportamento parecido entre as regiões Norte e Sudeste durante todo o ano, e entre as regiões Centro-Oeste e Sul, na maior parte do ano. A região Nordeste tem as mesmas tendências do Centro-Oeste e Sul, porém a duração semanal dessas tendências é diferente, onde a duração no Nordeste é menor, que as demais, no primeiro segmento e é maior no último.

Figura 4: Gráficos de regressão joinpoint de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com 60 anos de idade ou mais em 2020 por região do Brasil.



Quadro 4 : Tabela da variação percentual semanal de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com 60 anos de idade ou mais em 2020 por região do Brasil.																		
Região	Centro-Oeste			Nordeste			Norte				Sudeste				Sul			
Segment	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Lower Endpoint	12	25	47	12	17	38	12	17	27	44	12	17	30	43	12	29	44	50
Upper Endpoint	25	47	53	17	38	53	17	27	44	53	17	30	43	53	29	44	50	53
WPC	2.8*	-1.5*	1.8	11.7*	-1.9*	0.4	7.1	-4.3*	-1.0*	2.4*	4.8*	-2.0*	-1.0*	1.4*	2.6*	-2.1*	5.0*	-0.5
Lower CI	1.6	-1.8	-0.5	5.5	-2.2	-0.2	-0.4	-5.2	-1.7	0.8	2.1	-2.4	-1.5	0.8	2.0	-2.5	2.8	-4.6
Upper CI	4.0	-1.2	4.1	18.3	-1.6	1.0	15.2	-3.5	-0.4	4.1	7.6	-1.6	-0.5	2.1	3.1	-1.6	7.3	3.7
Test Statistic (t)	4.8	-10.8	1.6	3.9	-14.0	1.3	1.9	-9.8	-3.2	3.1	3.7	-10.0	-4.1	4.3	9.6	-8.9	4.7	-0.3
Prob > t	< 0.001	< 0.001	0.127	< 0.001	< 0.001	0.192	0.062	< 0.001	0.003	0.004	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.803

4.2.2. 2021

No ano de 2021, fica evidente nos gráficos apresentados na figura 5, que em todas regiões o decrescimento da taxa de mortalidade acontece entre as semanas 10 e 12 e mesmo que na região Sul apresentando um segmento positivo entre as semanas 18 e 24, esse segmento tem a duração de apenas 6 semanas e com WPC pequeno, 1,3%, apresentado nos resultados do quadro 5.

É importante lembrar que a vacinação contra COVID-19 foi iniciada no Brasil em 17/01/2021, de uma forma muito lenta, porém com a priorização dos trabalhadores de serviços essenciais, idosos e grupos de risco.

No Centro-Oeste o modelo apresenta 4 segmentos todos significativos, sendo o primeiro o único com tendência positiva e WPC 5,8%, os demais têm tendência de decrescimento que começa com o WPC de -4,4% durante 5 semanas, em seguida -1,1% durante 31 semanas e -8% nas últimas 5 semanas.

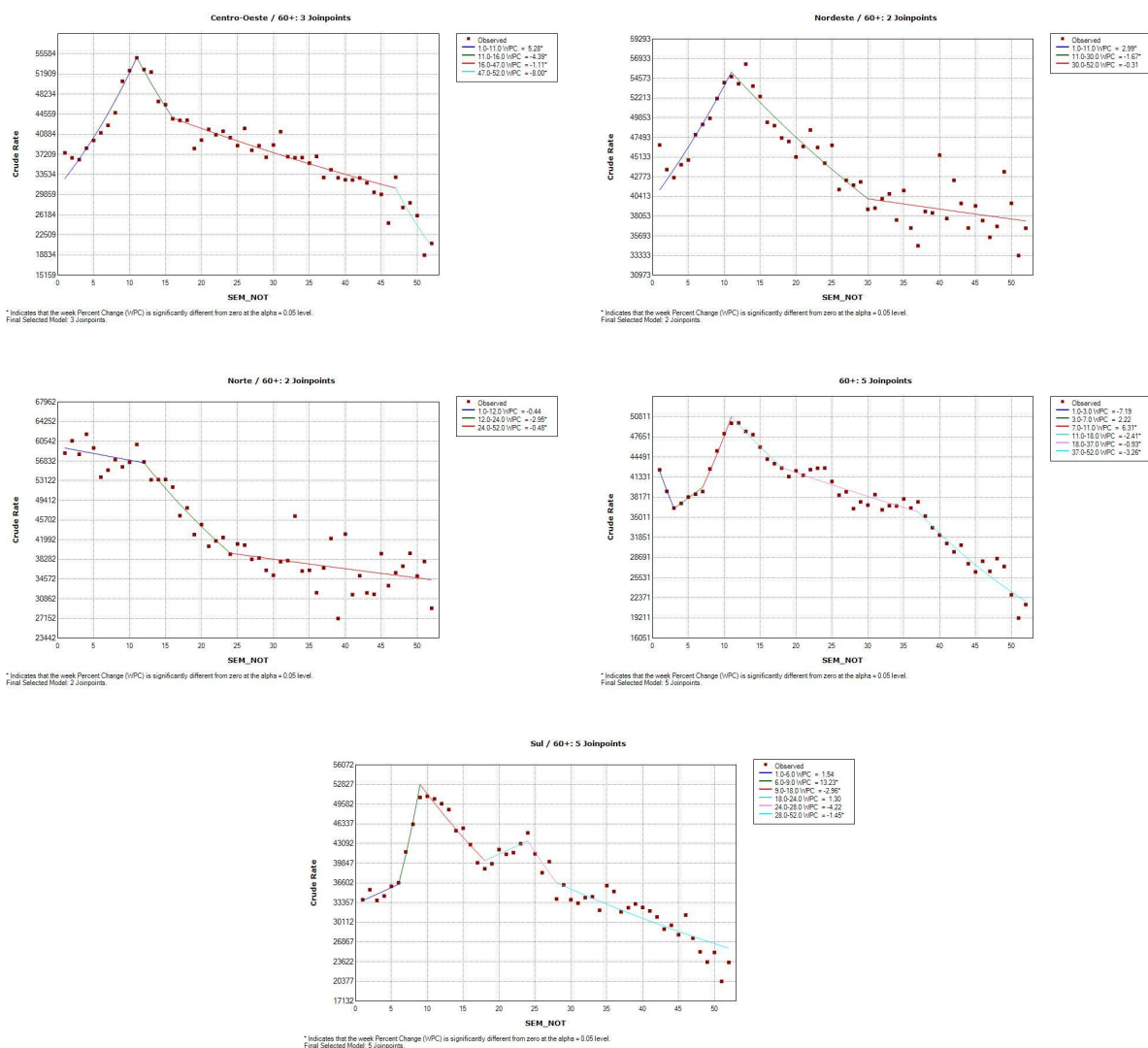
Nas regiões Nordeste e Norte, apresenta-se 2 joinpoints em cada região.

- NE: inicia o ano com tendência de crescimento até a semana 11 com o WPC de 3%, entre as semanas 11 e 30 apresenta o WPC de -1,7%, e nas últimas 22 semanas o WPC é estável, valor $p = 0,176$.
- N: durante todo ano apresentou tendência de decrescimento, porém o primeiro segmento entre as semanas 1 e 12, permaneceu estável, WPC não significativo, o segundo segmento apresenta o WPC de -2,9% e dura 12 semanas, e o último dura 28 semanas com o WPC de -0,5%.

As regiões Sudeste e Sul apresentam 6 segmentos, porém no Sudeste os dois primeiros não são significativos e no Sul apenas dois deles tem o valor p significativo

- SE: o último segmento tem a maior inclinação negativa, entre os que são significativos, com WPC de -3,3% e dura 15 semanas
- S: os segmentos com o valor $p < 0,001$ são o terceiro e o sexto, com o WPC -3%, e -1,4% e duração de 9 semanas e 24 semanas.

Figura 5: Gráficos de regressão joinpoint de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com 60 anos de idade ou mais em 2021 por região do Brasil.



Quadro 5 : Tabela da variação percentual semanal de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com 60 anos de idade ou mais em 2021 por região.																						
Região	Centro-Oeste				Nordeste			Norte			Sudeste						Sul					
Segment	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Lower Endpoint	1	11	16	47	1	11	30	1	12	24	1	3	7	11	18	37	1	6	9	18	24	28
Upper Endpoint	11	16	47	52	11	30	52	12	24	52	3	7	11	18	37	52	6	9	18	24	28	52
WPC	5.3*	-4.4*	-1.1*	-8.0*	3.0*	-1.7*	-0.3	-0.4	-2.9*	-0.5*	-7.2	2.2	6.3*	-2.4*	-0.9*	-3.3*	1.5	13.2*	-3.0*	1.3	-4.2	-1.4*
Lower CI	4.3	-6.7	-1.3	-14.0	2.2	-2.0	-0.8	-1.2	-3.9	-0.9	-17.0	-1.8	3.1	-3.3	-1.2	-3.9	-1.7	4.4	-3.8	-0.9	-9.5	-1.8
Upper CI	6.2	-2.1	-0.9	-1.6	3.8	-1.4	0.1	0.3	-2.0	-0.1	3.8	6.4	9.7	-1.5	-0.6	-2.6	4.9	22.8	-2.2	3.6	1.3	-1.1
Test Statistic (t)	11.4	-3.8	-9.7	-2.5	7.3	-11.1	-1.4	-1.2	-6.2	-2.3	-1.4	1.1	4.0	-5.2	-6.6	-10.3	1.0	3.1	-7.5	1.2	-1.5	-7.6
Prob > t	< 0.001	0.001	< 0.001	0.016	< 0.001	< 0.001	0.176	0.248	0.001	0.026	0.183	0.275	0.001	0.001	0.001	0.001	0.343	0.004	0.001	0.245	0.130	0.001

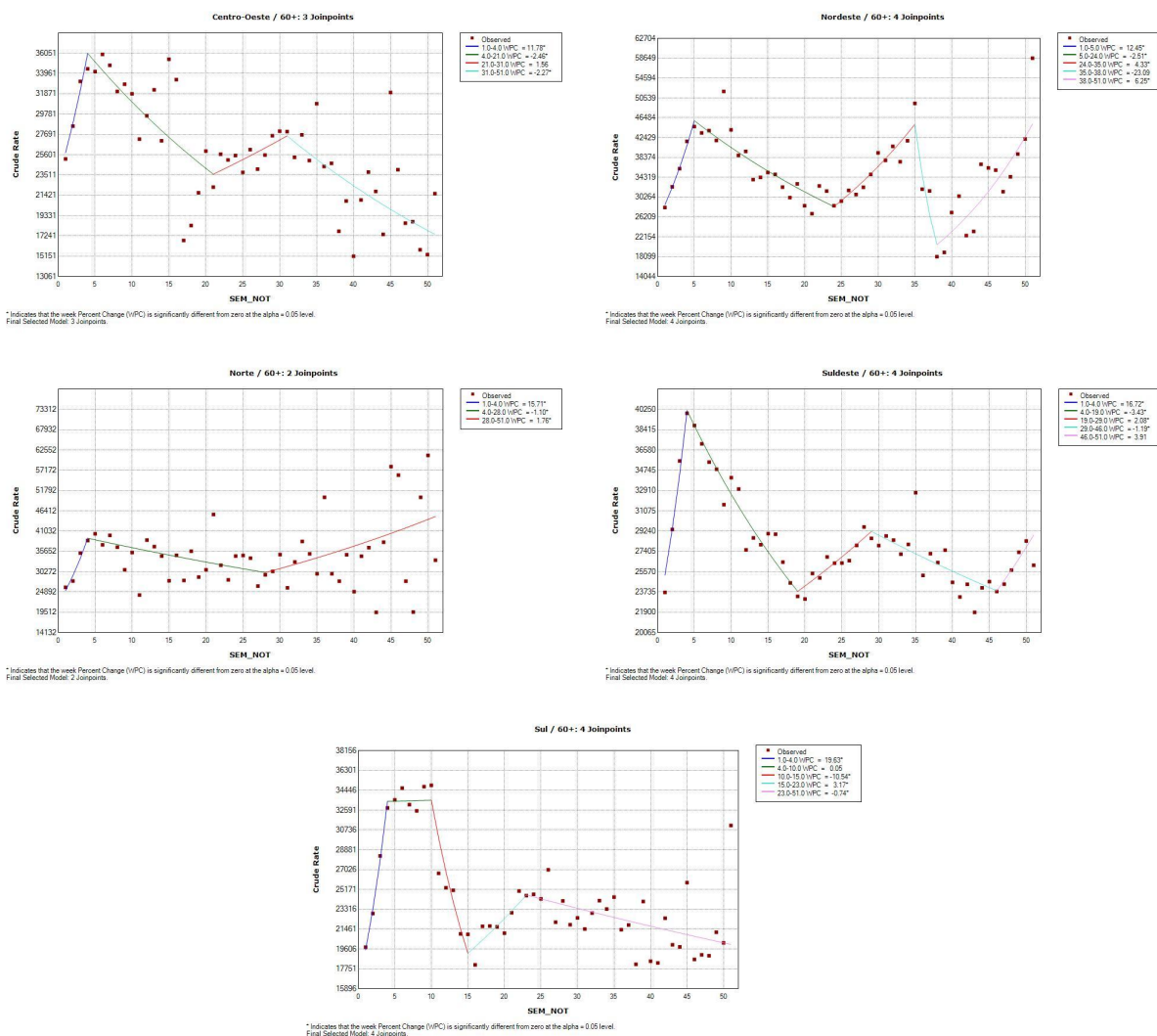
Então, observa-se semelhanças entre as regiões Nordeste e Norte, com uma pequena divergência no começo do ano onde o Norte tem tendência de queda e o nordeste de crescimento na taxa de mortalidade até a semana 12. Também se observa

uma forte semelhança entre as regiões Sudeste e Sul, e o Centro-Oeste, porém o início do ano se comporta um pouco diferente com uma tendência de queda que tem duração menor.

4.2.3. 2022

No ano de 2022 os gráficos joinpoint por região do Brasil dos da taxa de óbito por pacientes hospitalizados com 60 anos ou mais, apresentados na figura 6, apresenta semelhança visual apenas entre as regiões Centro-Oeste e Sudeste.

Figura 6: Gráficos de regressão joinpoint de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com 60 anos de idade ou mais em 2022 por região do Brasil.



Observa-se no quadro 6 que, apesar do Sudeste ter um joinpoint a mais, os primeiros segmentos têm duração muito parecida e a mesma tendência dos segmentos do Centro-Oeste.

- CO: O primeiro segmento dura 4 semanas com tendência positiva e WPC de 11,8%; o segundo, 17 semanas e WPC -2,5%; o terceiro 10 semanas e WPC 1,6% e o último dura 20 semanas com WPC de -2,3%.

- SE: O primeiro segmento dura 4 semanas com tendência positiva e WPC de 16,7%; o segundo, 15 semanas e WPC -3,4%; o terceiro 10 semanas e WPC 2,1%; o quarto dura 17 semanas com WPC -1,2% e o último dura 20 semanas com WPC de 3,9%.

Nos gráficos das regiões Nordeste e Sul há 4 joinpoints em cada uma, porém as tendências são distintas. No NE o único segmento com o valor p não significativo é. No Sul também há apenas um segmento não significativo que apresenta estabilidade entre as semanas 4 e 10, valor $p=0,969$.

A região Norte apresenta 2 joinpoints, onde todos os segmentos são significativos, sendo o primeiro com WPC de 15,7% e duração de 4 semanas, o segundo com WPC de -1,1% e duração de 24 semanas, e o último com WPC de 1,8% e duração de 23 semanas.

Concluindo que as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul têm o comportamento semelhante em relação às tendências, apesar das 3 semanas de estabilidade apresentadas no começo do ano na região Sul.

Quadro 6 : Tabela da variação percentual semanal de pessoas hospitalizadas por COVID-19 com 60 anos de idade ou mais em 2022 por região do Brasil.																						
Região	Centro-Oeste				Nordeste					Norte			Sudeste					Sul				
Segment	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Lower Endpoint	1	4	21	31	1	5	24	35	38	1	4	28	1	4	19	29	46	1	4	10	15	23
Upper Endpoint	4	21	31	51	5	24	35	38	51	4	28	51	4	19	29	46	51	4	10	15	23	51
WPC	11.8*	-2.5*	1.6	-2.3*	12.5*	-2.5*	4.3*	-23.1	6.3*	15.7*	-1.1*	1.8*	16.7*	-3.4*	2.1*	-1.2*	3.9	19.6*	0.0	-10.5*	3.2*	-0.7*
Lower CI	1.8	-3.4	-0.8	-3.5	45145	-3.2	44987	-50.4	4.0	0.7	-1.8	0.4	44997	-3.9	44927	-1.8	-0.3	45055	-2.5	-17.0	0.3	-1.1
Upper CI	22.7	-1.5	3.9	-1.0	45002	-1.8	45022	45035	8.6	33.0	-0.4	44929	45006	-2.9	44929	-0.5	8.3	45137	2.7	-3.5	44963	-0.3
Test Statistic (t)	2.4	-4.9	1.4	-3.7	45112	-7.4	45020	-1.2	5.7	44928	-3.0	45109	44934	-13.6	44961	-3.6	1.9	44930	0.0	-3.0	44959	-3.7
Prob > t	0.021	< 0.001	0.182	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.234	0.001	0.040	0.005	0.011	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.001	0.071	< 0.001	0.969	0.005	0.033	0.001

5. CONCLUSÃO

- A proporção de hospitalizados por COVID-19 e o percentual da população em cada região do país só são próximos nas regiões Centro-Oeste e Norte. No Nordeste a proporção de hospitalizados é muito menor que o percentual da população e no Sudeste e Sul são muito maiores.
- A faixa etária que mais apresenta pacientes hospitalizados é de 60 anos ou mais, mostrando que realmente a idade é um fator importante para a complicação da doença.
- O fator faixa etária, de fato, é relevante no sentido da evolução clínica dos pacientes hospitalizados com COVID-19, apresentando diferenças significativas entre os percentuais de óbito em cada ano.
- Há diferentes tendências na taxa de óbito entre as regiões, porém em grande parte

dos casos as regiões Sudeste e Sul são semelhantes entre si, e em alguns casos as regiões Nordeste e Norte também apresentam semelhanças.

Para trabalhos futuros podem ser feitas as análises de diagnóstico para o ajuste do modelo com a investigação de outliers e dos resíduos, que ainda não foram explorados na literatura. Também seria interessante usar a regressão Joinpoint para estudar mais profundamente a causa e efeito das decisões políticas de enfrentamento, da vacinação e das metrópoles que têm as principais portas de entrada do vírus no país.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERREIRA, V.; ANDRADE, L.; DINIZ, R.; KARKLINS, E.; MIRANDA, L.; RAMOS, L.; OLIVEIRA, P.; SOUZA, T.; BELO, V.; MELO, S. Avaliação epidemiológica das regiões do Brasil na pandemia de COVID-19, **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v.13(4), 2021.

CHUARASIA, A. COVID-19 Trend and Forecast in India: A Joinpoint Regression Analysis. **Medrxiv**, 2020. doi: <https://doi.org/10.1101/2020.05.26.20113399>

SILVA, G. A.; JARDIM, B. C.; SANTOS, C. V. B. Excesso de mortalidade no Brasil em tempos de COVID-19, **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25(9), p. 3345-3354, 2020.

ZHENG, Y. Y.; MA, Y. T.; ZHANG, J. Y.; XIE, X. COVID-19 and the cardiovascular system, **Nature Reviews Cardiology**, v.17, p. 259-260, 2020.

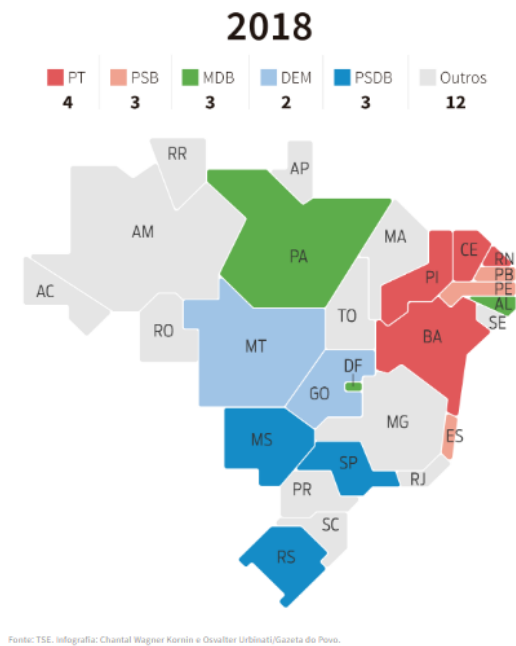
KIM, H. J.; FAY, M. P.; FEUER, E. J.; MIDTHUNE, D. N.; Permutation tests for joinpoint regression with applications to cancer rates. **Statistics in Medicine**, v. 19(3), p. 335-351, 2020.

7. ANEXO

Anexo 1 : Figura com os resultados da seleção do modelo de regressão Joinpoint para a região Centro-Oeste do Brasil no ano de 2020 de indivíduos hospitalizados com COVID-19 com idade entre 40 e 60 anos não completos.

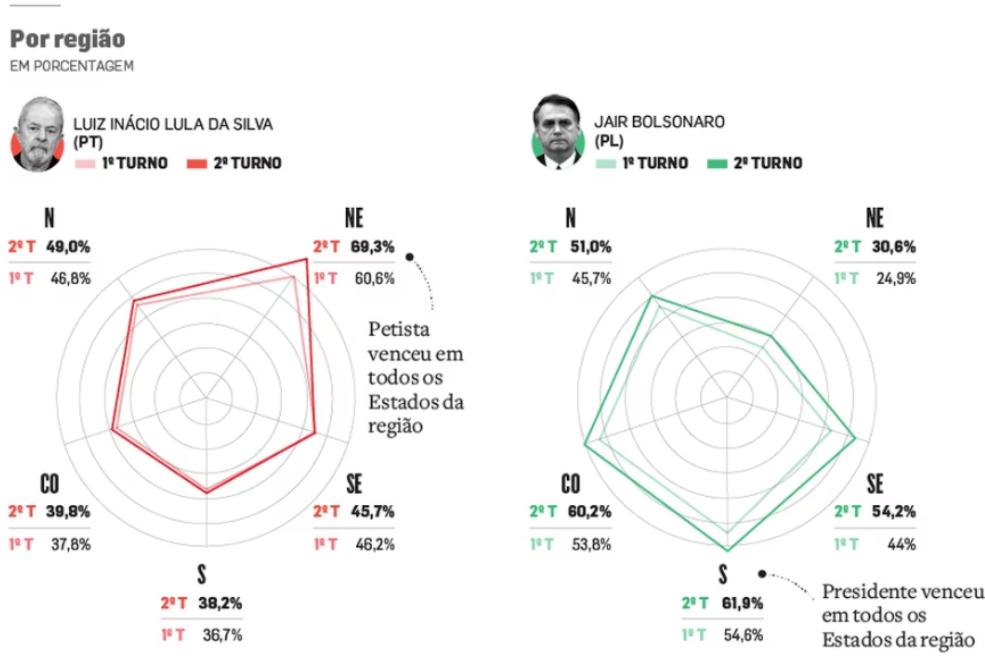
Graph	Data	Model Estimates	Trends	Model Selection				
Model Selection Method								
Cohort	Model Selection Method							
40-59	Permutation Test							
Test For Number of Joinpoints								
Cohort	Test Number	Null Hypothesis	Alternate Hypothesis	Numerator Degrees of Freedom	Denominator Degrees of Freedom	Number of Permutations	P-Value	Significance Level [~]
40-59	#1	0 Joinpoint(s)	5 Joinpoint(s) ^	10	30	4500	0.0002222	0.0100000
40-59	#2	1 Joinpoint(s)	5 Joinpoint(s) ^	8	30	4500	0.0086667	0.0125000
40-59	#3	2 Joinpoint(s) ^	5 Joinpoint(s)	6	30	4500	0.3286667	0.0166667
40-59	#4	2 Joinpoint(s) ^	4 Joinpoint(s)	4	32	4500	0.2175556	0.0166667
40-59	#5	2 Joinpoint(s) ^	3 Joinpoint(s)	2	34	4500	0.1460000	0.0166667
^ Selected Model								
~ Significance level for individual test (alpha = 0,05).								
Final Selected Model: 40-59 - 2 Joinpoint(s)								

Anexo 2 : Figura com os resultados das eleições de 2018 para governantes do Brasil por região



Fonte: Gazeta do povo(2018)

Anexo 3 : Figura com os resultados das eleições de 2022 para presidente do Brasil por região



Fonte: Estadão(2022)